

ББК 33.342 Д 57

УДК 622.35(035)

Авторы: А. Г. Смирнов, Н. Т. Банка, И. С. Биржишкис, А, X, Кузьменко, Л. С. Сачков, В. Д. Грачев, Н, В. Дёгтяренко, В, Ф. Зубко

Рецензент В. Н. Сиренко

Д57 Под Общ. ред. А. Г. Смирнова — М.: Недра, 1990.— 445 с.:

Добыча и обработка природного камня: Справочник/

ИЛ.

ISBN 5-247-00478-7

Описаны физико-механические и горно-технологические., свойства, минерально-сырьевая база и методы оценки блочности и декоратив­ности природного камня. Изложены требования к проектированию карь­еров и взрывные методы проведения выработок, обоснованы схемы вскрытия и системы разработки месторождений. Даны рекомендации по выбору способов подготовки к выемке и обработке камня. Приве­дены технические характеристики применяемого оборудования. Рассмот­рено комплексное использование сырья, уделено внимание организации и правилам безопасности работ.

Для инженерно-технических работников, занимающихся добычей и обработкой природного камня.

ББК 33.342



ISBN 5-247-00478-7

© Коллектив авторов, 1990

ПРЕДИСЛОВИЕ

Природный камень издавна используется в качестве есте­ственного долговечного строительного материала. Особое ме­сто при этом занимают цветные камни, широкая палитра ко­торых позволяет архитекторам создать оригинальные фасады зданий й яркие запоминающиеся интерьеры внутренних поме­щений.

Большинство выдающихся сооружений прошлых веков и нашего времени созданы с применением облицовочных изде­лий из природного камня, наиболее известные из которых: архитектурные ансамбли Ленинграда, Мавзолей В. И. Ле­нина, московское метро, мемориалы в Ульяновске, Волгограде и Киеве.

Память о выдающихся революционерах и государственных деятелях, героях гражданской и Великой Отечественной войны, мастерах культуры, ученых и космонавтах увековечена в граните и мраморе.

Развитие точного приборостроения, предприятий по вы­пуску вычислительной техники и радиоаппаратуры, технологи­ческие процессы на которых предусматривают повышенные требования к вакуумной гигиене, высокоточного машинострое­ния и расширение технологических процессов с применением агрессивных сред обусловили применение в последнее время в значительных объемах природного камня в промышленном строительстве и во многих отраслях народного хозяйства страны.

В настоящее время выпуск изделий из природного камня в стране превысил 9 млн. м2.

Современные достижения науки и техники позволяют сни­зить стоимость добычи и обработки камня и в значительной мере интенсифицировать его производство.

Одной из проблем при добыче природного камня является необходимость снижения его потерь при вскрытии месторож­дения, производстве горноподготовительных и горнокапиталь­ных работ, отделении монолитов от целика и их дальнейшей разделке на блоки.

Весьма актуальным в настоящее время остаются улучше­ние использования оборудования благодаря оптимизации ре­жимов его работы, снижение трудозатрат при производстве изделий и повышение их качества.

Вовлечение в повторную переработку потерь, ранее считав­шихся безвозвратными, позволяет не только сэкономить доро­гостоящее сырье, но й расширить область применения изде­лий, произведенных на основе природного камня

Перечисленные проблемы не исчерпывают весь круг воп­росов, стоящих перед предприятиями по добыче и переработке природного камня, но их решение в значительной мере способ­ствует повышению эффективности отрасли и ее дальнейшему развитию.

И. С. Лонюк

1. ПРИРОДНЫЙ КАМЕНЬ. НАЗНАЧЕНИЕ И СВОЙСТВА

М. МИНЕРАЛЬНЫЙ И ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ

1. Природный камень как вид полезного ископаемого

Издавна человечество применяло природный камень в раз­личных областях: строительстве» архитектуре, художественной резьбе по камню, ваянии. Во многих местах нашей планеты сохранились удивительные памятники прошлого, свидетельст­вующие о высоком мастерстве древних строителей, архитекто­ров, художников, скульпторов, сумевших увидеть, раскрыть и донести до наших дней неповторимую красоту природного камня. На юге нашей страны (Крым, Армения) найдены по­стройки из базальтов, туфов, мраморизированных известняков еще первого тысячелетия до нашей эры. Природный камень широко использовался в архитектуре Древней Руси. В памят­никах X—XII вв. сохранились барельефы и саркофаги с рель­ефным орнаментом, выполненные из пирофил л итового сланца; многие изделия также из пирофиллитового сланца расходи­лись далеко за пределы русского государства.

На этот период приходятся работы по сооружению Софи- евского собора в Киеве, при строительстве которого использо­вались овручские красные и лиловые кварциты.

Наиболее широкого размаха добыча и обработка природ­ного камня приобрела при строительстве Петербурга, для со­оружения зданий которого камень завозили из Карелии, Урала, Алтая.

Природный камень украинских месторождений до Вели­кой Октябрьской Социалистической революции использовался либо в ограниченных масштабах, либо не по назначению: л'а- брадоритами и гранитами мостили дороги, козиевский мрамор обжигали на известь, а красивый пирофиллитовый сланец использовали для пода печей.

После Великой Октябрьской социалистической революции начался бурный период развития геологических наук, плано­вого изучения минеральных ресурсов страны, широкой поста­новки поисковых и разведочных работ. В настоящее время Советский Союз располагает практически неисчерпаемыми за­пасами природных камней,

Блоки наиболее ценных видов облицовочного камня экс­портируются в различные страны мира.

Природный камень находится в земной коре, которая сло­жена различными горными породами. Горные породы могут быть мономинеральными (например, мрамор) или полимине- ральными (например, гранит). Минеральный состав каждой горной породы более или менее одинаков.

По происхождению все горные породы разделяются натри большие группы; первая— магматические, связанные с про­цессами магматической деятельности; вторая — осадочные, связанные с экзогенными процессами; третья — метаморфиче­ские, образующиеся в результате преобразования магматиче­ских и осадочных горных пород. Кроме того, существует группа промежуточных горных пород — вулканогенно-обло­мочных, одни представители которых близки к чисто вулкани­ческим изверженным породам, а другие связаны непрерывными переходами с типично осадочными породами. Общая схема образования горных пород показана на рис. 1.1.

Распространение этих горных пород неодинаково. Подсчи­тано, что литосфера на 95 %, сложена магматическими и мета­морфическими породами и только 5 % составляют осадочные породы. В то же время последние покрывают 75 % земной по­верхности и только 25% ее занято магматическими и мета­морфическими породами.

Существует несколько циклов образования горных пород, процессы перехода которых взаимосвязаны и протекают во времени и пространстве.

Наиболее короткий цикл 1 (см. рис. 1,1) включает про­цессы образования осадочных горных пород, которые проте­кают в следующей последовательности; процессы выветрива­ния, разрушающие осадочные горные породы; процессы осад- конакопления, способствующие переотложению и накоплению разрушенных в результате механического, химического и био­генного выветривания горных пород; процесс диагенеза — пре­вращение осадка в новую осадочную горную породу.

Цикл 2 образования горных пород включает" переход от осадочных к метаморфическим горным породам. Этот цикл включает, кроме перечисленных в первом цикле процессов, еще процесс метаморфизма, т. е. преобразование горных по­род в результате изменения физических условий под воздейст­вием геологических факторов, в первую очередь температуры и давления. Процесс метаморфизма связан непрерывными пе­реходами из магматических горных пород.

Самый длинный цикл образования горных пород — цикл <?, включающий взаимные переходы между осадочными, мета­морфическими и магматическими породами. Он состоит в даль­нейшем погружении метаморфических горных пород в резуль-

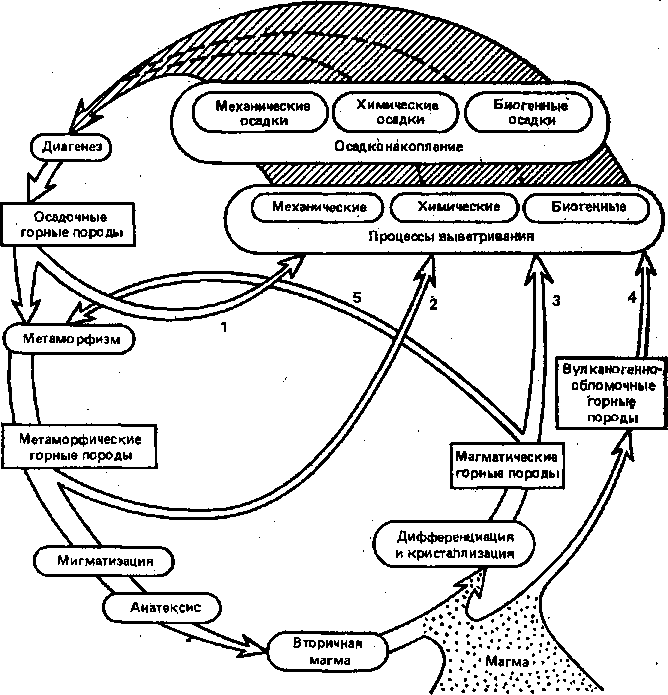


Рис. 1.1. Схема образования магматических, осадочных и метаморфических горных пород

тате процессов мигматизации, ведущем к формированию миг­матитов и заключающемся в смешивании вещества субстрата и жильного материала, а также процесса анатексиса, веду­щего к расплавлению горных пород, и их превращение во вторичную магму.

Часть магматических горных пород не достигает поверхно­сти Земли, а перемещается на большие глубины и снова во­влекается в процессы метаморфизма (цикл 5), приводящие к образованию метаморфических горных пород: ортогнейсы, ортоамфиболиты, ортокварциты и др.

Небольшую группу пород\* являющихся продуктами вулка­нической деятельности, составляют вулканогенно-обломочные породы (цикл 4, рис. 1,1).

1. Магматические горные породы

Магматические горные породы образуются в результате остывания и кристаллизации магмы —огненно-жидкого сили­катного расплава, содержащего различные химические эле­менты, их соединения и летучие компоненты (фтор, хлор, воду, углекислоту и др.). При движении магмы в литосфере к поверхности Земли происходит понижение давления и тем­пературы, что приводит к кристаллизации- этого расплава. В глубинах земной коры процесс остывания магмы протекает медленно, вся магма успевает закристаллизоваться — образу­ются полнокристаллические зернистые породы, которые носят название интрузивных или глубинных пород.

При быстром поднятии магмы к поверхности температура се быстро снижается, давление понижается до нормального, застывание магмы происходит на поверхности Земли. Породы, образующиеся в таком режиме, называются э ф фу з и в н ым и ИЛИ И 3 л и в ш и м и с я. Они в отличие от интрузивных по­род имеют афанитовую или стекловатую (гиалиновую) струк­туру.

В отдельную группу выделяются вулканогенно-обломочные или пирокластические горные породы, состоящие из раздроб­ленных или распыленных продуктов извержений (вулканиче­ский пепел и песок, лапилли и вулканические бомбы). Эти горные породы носят общее название — вулканические туфы и имеют примерно тот же химический состав, что и породив­шие их эффузивы.

Магматические породы слагают огромные пространства земной коры. Формы их зависят от количества интрудируе- мого материала и геологических особенностей района. Выде­ляют согласные (конкордатные) формы залегания магмати­ческих пород, когда магма внедрилась согласно напластова­нию осадочных ' пород (лакколиты, лополиты, факолиты, силлы), несогласные (дискордатные) формы залегания, неза­висящие от напластования осадочных пород (батолиты, штоки, дайки, интрузивные жилы, вулканические ненки и др.). Схематическое изображение согласных и несогласных интру­зий показано на рис. 1.2. Из несогласных интрузий следует отметить интрузивные жилЪг, образующиеся в результате про- никновения магмы в трещины.

Кроме того интрузивные породы по глубине образования делятся на собственно глубинные (абиссальные), застывшие на больших (3—5 км и более) глубинах, полуглубинные (ги-

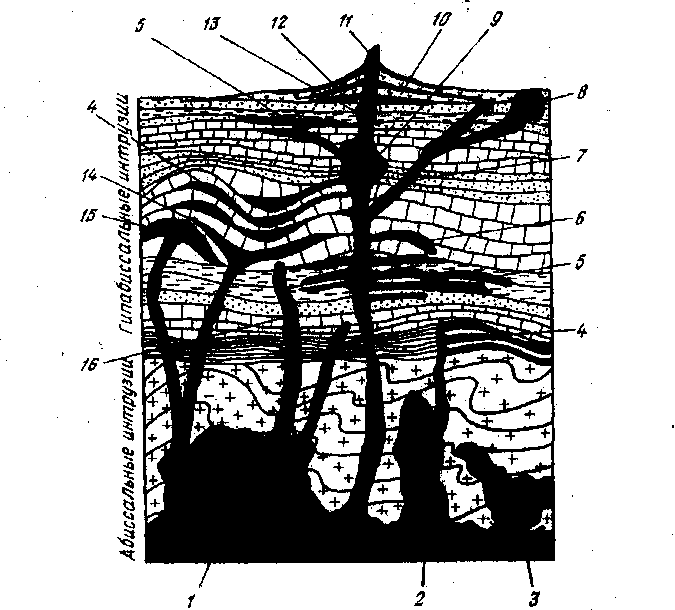


Рис. 1.2. Схематическое изображение согласных и несогласных интрузий:

1 — батолит; 2—шток; этмолит; 4 — факолиты; 5 — пластовые залежн (сиплы),: 6 — гарполит; 7 — жила; 6 — купол; 9 — лавовый огон; Ю — слон пирокластического материала,; ;/ — лавовый обелиск; 12 — лавы; 13 — некк; 14 — лакколит; 15 — лополит;, 16 — дайки

пабйссальные) породы, образовавшиеся при застывании магмы вблизи, поверхности (на глубинах до 2—3 км).

Магматические горные породы разделяются не только по происхождению, но и по своему химическому составу. Хими- ческий состав горной породы определяется прежде всего вхо­дящими в нее главными (породообразующими) минералами, которые состоят из следующих химических элементов: О, 5), А1, Ре, Са, Mg, К, №, Т1. Н. Эти элементы носят название петрогенных.

Химический состав магматических пород - приведен в табл. 1.1.

Минеральный состав магматических горных пород также весьма разнообразен, однако'наибодее распространены в зем-

$

к

$■ §■ I

гага\*

Та блица 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| о | s & | | то | 8 | É2 | t-  Ч | S3 S3 | | 3 | to | OJ  то | ТО | ТО  ÛO | 3 3 | | то | 2 |  |
| я | о | о |  | "" |  | '•\*\* |  | — | « | 04 | 04 | 04 | 0~ | — |  |  | о’ |  |
| о | то | S | ю  см |  | то  04 | «4t\*  см | см | см | S  см | (О  см | 04 |  | со | СО  СМ | Ь- | о  со | 04 |  |
| оГ | о | о | о | о | О | о | о | о | о | о | о | о | о | о | О | о | о’ |  |
| о | СМ  см | о | g | то | Ч  ТО | 8 | то  то | S3 | в | g | 3 | ч | 8 3 | | со | то | г> |  |
| к |  | ч | то |  |  | 04 | о | о | см | о | о | -4 | о |  | ТО | то’ | ч |  |
| о | 3 | in  тґ | СО  со | 3 | о  СО | ©  1Л | 3 | S | 8 | оо | то | о  о- | 04  04 | 04  О | то | Ч  то | 8 |  |
| Z | то | то | Ч | то | то | ТО | 04 | — | то | 04 | 04 | 04 | О | Ч | то | то | то’ |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| о | & | то  04 | s | СО  см | ш  о | см  см | 2 | то | о  05 | 00  см | 8 | оо  h- | 3 | со  о | то  о> | да  о | 8 |  |
| и |  |  | то |  | с- | ш | — |  | ТО | 05 | о | то | о |  |  | in | 04 |  |
| о | 2 | о  ч | ф  то | то  ч | S | то  то | о  t- | то | я  о | 2 2 | | да  то | 8 | р | то  то | 05  ч | то  о |  |
| Й | о | о |  | о | то | 04 | то | то | то | то |  | in | то  04 | ч- | о | то | --4 |  |
| о | Ч | 2 | то | £■ | то | 05 | ч | ч | то | то | то |  | о | 04 | то |  |  |  |
| с | о | р\*\* | о |  | О | 04 |  |  | см | •—1 | 04 |  | 04 | ч—• | 1 | 1 |  |
| Й | о | о | о | о | о | О | О | о | о | о | о | о | о | о | о |  |  |  |
| о | ■ 2 à | | то  (О | 8 | Я  •0> | 8 | ТО  04 | то | in  см | о  Г-; | то  о | 05  о | то  о | ч  04 | 0-  04 | 8 | о  т- |  |
| . ь |  | о | 04 | о | ч | см | ТО | 0- | 04 |  | то | то | то | то | 04 | то | см |  |
| о | то | -3 |  | 3: | .00  ■■'W | то  04 | ТО | г-  см | g | 3. | то | 8 | г-.  см | 8 | N | оо  о | 2 |  |
| 04 |  | о | ■“? | — | 04 | СМ | то | то | то | ч | то | .4 | то | С4 | 04 | то |  |  |
| о  «\* | ■яз  < ТО | '88- | оо | ■■S | ТО | то |  | 04  то | 04  см | % | то  ■«t | т | то  04 | 8 | V-  то | со | 8.’. |  |
|  |  | то" | то | то | оГ | то | то | Г'- | tvT | то | LO | то | то’ | t-T |  | то | 1П |  |
|  |  |  | р-ч |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 04 |  |  |  |
| о | ь-  см | со | 2 | о  04 | со  С4- | 2 | S | to  см |  | то  ч | то | то  то | in  to | 8 | 8 | ю  о | 04  то |  |
| н | о | о | о | о | о | о | — | — | о | —\* |  | -1 |  | о | о |  | о’ |  |
|  |  | 2 | то | h- | 04 | 8 | ч | то | о | ч' | о |  | то | то | 05 | ч | см |  |
| о | оо |  | <7> | см |  |  | то | о | Ю | 05 | о | ч | Ю |  | то |  |
| . ЇЇ |  | Ч |  | СМ | 2 |  | 05 | m | 05 | 05 | N | то |  | ф | 8 | 05\* | S |  |
| г— | t- | то | 1— | то |  |  | то |  | ч | ч | то | in | 1Л |  |

«s

2

» '

?

я

о.

и

о

«

îS

04

ч

t-

iS

§

S.

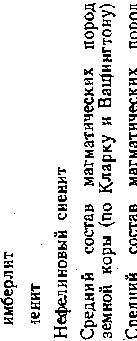
ь

S ь

р. К

*а*

6. S



ной коре полевые шпаты, кварц, амфиболы, пироксены, слюды, в меньшей степени — оливин, нефелин, лейцит, магнетит, апа­тит и т. п. Среднее для 70 основных магматических пород процентное содержание минералов составляет: полевые шпа­ты— 60, амфиболы и пироксеньг— 17, кварц — 12, прочие си­ликаты — 6, слюды — 4, остальные минералы — 1.

Интрузивные породы. Для характеристики интру­зивных горных пород наиболее показательно наличие в них кремнекислоты как в свободном виде (кварц), так и в составе других силикатов, входящих в породу. В зависимости от про­центного содержания в магматических горных породах крем­некислоты они делятся на кислые (75—65 %), средние (65— 52%), основные (52—45%), ультраосновные (<45%) и ще­лочные (табл. 1.2).

Кислые породы характеризуются высоким содержанием кремнекислоты, незначительным содержанием цветных сили­катов и светлой окраской. Минералы — кварц, полевой шпат, кислый плагиоклаз, биотит (мусковит), реже роговая обманка являются основными породообразующими минералами. Среди кислых пород наиболее широко распространены интрузивные глубинные породы кислой магмы —- граниты и близкие им по составу, структуре и геологическому положению переходные породы к кварцевым диоритам, которые Ф. Ю. Левинсон- Лессинг объединил под общим названием — гранитоиды.

Гранит — абиссальная порода, обладающая полнокристал­лической структурой. Макроскопически в граните можно раз­личить главные минералы (см. табл. 1.2). Кварц присутствует в виде бесцветных, от дымчато-серых до черных зерен непра­вильной формы, с жирным блеском. Ортоклаз легко опреде­ляется по спайности,'‘стеклянному блеску на плоскостях спай­ности и окраске (розовой, мясо-красной, серовато-белой). По цвету светлого минерала дается наименование цвета породы. По крупности зерен различают крупно-, средне- и мелкозер­нистые граниты. Если на фоне основной массы видны более крупные выделения минералов, имеющих тот же состав, что и в основной массе, структура называется порфировидной. Порфировидные, крупнозернистые биотитово-роговообмацко- вые граниты с крупными выделениями («овоидами») калие­вого полевого шпата называются рапакиви. Граниты широко используются в строительном деле в качестве облицовочного материала, щебня и бута.

Средние породы содержат 52—65 % кремнекислоты, имеют большее содержание светлых минералов, чем темных (рого­вая обманка, биотит). Светлые минералы представлены ка­лиевыми полевыми шпатами (ортоклаз и микроклин) или плагиоклазами. В этой группе глубинные породы представ­лены диоритами (с плагиоклазами) и кварцевыми диоритами,

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа | Интрузивные  (глубинные)  породы | Эффузивные (излившиеся) Породы | |  |
| Свежие | Измененные |
| Кислые (БЮ2 > 65%) | Гранит | Липарит | Кварцевый пор- |  |
|  |  |  | фир |  |
| Средние (5Юа = 65ч-52%); |  |  |  |  |
| с плагиоклазами | Диорит | Андезит | Порфирит |  |
| с калиевыми полевыми шпа- | Сиенит | Трахит | ■Ортофир |  |
| тами |  |  |  |  |
| Основные <БЮ2 = 52-т-45%) | Габбро | Базальт | Диабаз (базаль- |  |
|  |  |  | товый порфирит) |  |
| Ультраосновные (8Ю2<С 45%) | Дунит | — | — |  |
|  | Перидотит | — ■ | — |  |
|  | Пироксенит | — | — |  |
| Щелочные (ЗЮ2 < 55%) | Нефелиновый | — |  |  |
|  | сиенит |  |  |  |

а также сиенитами (с калиевыми полевыми Шпатами). Дио­риты занимают промежуточное положение между основными и кислыми интрузивными породами и связаны сними взаимными переходами (габбро-диориты, гранодиориты и др,).

Основные породы содержат около 45—52% кремнекис- лоты. Цветных минералов значительно больше, чем в средних : породах, поэтому они имеют темно-зеленый, иногда почти черный цвет. Глубинные породы основного состава менее рас­пространены, чем излившиеся, занимающие огромные пло­щади.

Главными породообразующими минералами являются ос­новной плагиоклаз (от лабрадора до анортита), ромбические и моноклинные пироксены (авгит и др.), реже присутствует оливин, роговая обманка, биотит. Интрузивные породы пред­ставлены габбро, норитами, анортозитами и лабрадоритами.

Главные

**В то росте пенные и акцессорные**

Вторичные

Кварц (25—35%), калиевый поле- Апатит, циркон, магне- вой шпат (35—40%), кислый пла- тит, турмалин (—1—2%) гиоклаз (15—25%), биотит (5—

Серицит, као­линит, хлорит

Кварц (0—15%), калие­вый полевой шпат (0— 6%), апатит, титанит, магнетит ('■\*'1—2%) Кварц (0—5%), циркон, титанит, апатит, магне­тит (—1—2%)

Ортоклаз, кварц, апатит, магнетит, титанит, ильме­нит, пирротин, петландит (-1-2%)

Магнетит, ильменит, хро­мит, шпинель, пирротин (-1-3%)

15%), мусковит, роговая обманка

Средние плагиоклазы (50—70%), роговая обманка (10—20%), реже биотит (10—15%), пироксены

Калиевый полевой шпат— 50— 70%), кислый плагиоклаз (10— 30%), роговая обманка, реже биотит (10—20%)

Основные плагиоклазы (50—70%), пироксены (25—50%), реже оли­вин (5—10%), роговая обманка, биотит

Оливин (100—85%), пироксен (0— 15%)

Оливин (70—30%), пироксен (30— 70%)

Оливин «10%), пироксен (100— 90%)

Калиевый полевой шпат (55— 65%), нефелин (15—30%), щелоч­ные пироксены и амфиболы (10— 25%), реже биотит

Циркон, титанит, апатит, магнетит (—1—2%)

Серицит, као­линит, циозит, хлорит, карбо­наты

Серицит, као­линит

Альбит, хло­рит, тальк, се­рицит, уралит

Серпентин, хлорит, тальк, уралит

Серицит, као­линит, хлорит, цеолиты

Габброабиссальная полнокристаллическая порода, состоя­щая из авгита, роговой обманки и плагиоклаза. Разновидность габбро, образованная почти целиком из лабрадора, называ­ется лабрадоритом. Цвет габбро серый, темно-серый, зелено­вато-серый, черный. Структура крупно- и среднезернистая, характерна пластовая или глыбовая отдельность. Породы типа, габбро имеют переходные разности, с одной стороны, к ультра-"; основным породам (габбро-перидотиты, габбро-пироксениты), а с другой — к средним (габбро-диориты, габбро-сиениты).

Ультраосновные породы содержат меньше 45 % кремне­кислоти, они состоят исключительно из цветных минералов оливина и пироксена, породы богаты окислами железа и маг­ния. Цвет от темно-зеленого до черного. Ультраосновные по-- роды преимущественно глубинные, они представлены перидо­титами, пироксенитами, дунитами и горнблендитами, излив-

шиеся аналоги их почти не встречаются. Однако они имеют большое практическое значение.

Эффузивные породы являются аналогами интрузив­ных пород как по химическому (см. табл. 1.1), так и по мине­ралогическому (см. табл. 1.2) составу. Они также, как и ин­трузивные, разделяются на группы в зависимости от процент-: ного содержания кремнекислоты. Например, липарит является излившимся аналогом гранита, андезит—аналог диорита, трахит —аналог сиенита, базальт — аналог габбро. Они встре­чаются чаще всего в виде жил, даек и реже в виде покровов; среди пород различного петрографического состава. Как обли-: щовочные камни представляют интерес базальты, диабазы, андезиты и др.

В соответствии с классификацией магматических горных пород (см. табл. 1.2) рассмотрим эффузивные (излившиеся) породы. Эффузивные породы широко распространены в обла­стях молодой вулканической деятельности. Многие действую­щие вулканы извергают андезитовую лаву. Порфириты (сильно измененные породы) встречаются совместно -с анде­зитами и вулканическими туфами, которые нередко череду­ются с ними, образуя мощные толщи. В результате мета­морфических преобразований они приобретают зеленоватую окраску, образуя так называемые зеленокаменные породы. Андезиты и порфириты применяются в строительном деле и как кислотоупорный материал.

Базальты наиболее широко распространенные из всех из­лившихся пород. Минеральный состав аналогичен габбро. Ба­зальты встречаются на Украине, в Армении, на Алтае. Если базальты покрывают большие площади, их называют плато- базальтами или траппами. С траппами в Восточной Сибири связано Ангаро-Илимское месторождение магнетита. Некото­рые современные вулканы Камчатки, Италии, Исландии из­ливают лаву базальтового состава. Предполагают, что боль­шая часть дна Тихого океана сложена базальтами, например, Гавайские острова.

Базальтовая лава на поверхности Земли видимо явилась результатом всплывания базальтового слоя земной коры или, возможно, более глубоких горизонтов планеты.

Диабазы (базальтовые порфириты) — палеотипный аналог базальта, они обычно тонкозернистые, плотные породы пор­фировой структуры. Базальты и диабазы используют для по­лучения облицовочных камней, как строительный материал (щебень), для мощения улиц, для производства тепло- и зву­коизоляционных материалов — минеральной ваты.

Вулканические туфы представляющие собой пирокласти­ческую горную породу, широко применяют для получения как стенового, так и облицовочного камня.

1. Осадочные горные породы

Осадочные горные породы образуются в результате раз­рушения осадочных (цикл 1, см. рис. 1.1), метаморфических (цикл 2), магматических (цикл 3) и вулканогенно-обломоч­ных (цикл 4) горных пород и последующего их отложения. Образование осадочных горных пород связано с экзогенными, процессами — процессами выветривания, осадконакопления \* и диагенеза. По своей сущности эти процессы физико-химиче­ские, химические и органические, и регулируются они динами­кой и физико-химическими условиями среды осадконакопления (состав и концентрация растворов, кислотность и щелочность, окислительно-восстановительный I потенциал и др.). В настоя­щее время выделяют ряд стадии и этапов образования и из­менения осадочных пород.

Первая стадия — возникновение исходных продуктов для образования осадочных пород благодаря процессам вы­ветривания (химическим, механическим, биогенным), ее на­зывают стадией гипергенеза.

Вторая стадия — перенос и осаждение вещества на суше и в водных бассейнах, стадия седиментогенеза.

Третья стадия — преобразование осадка и превраще­ние его в горную породу называется диагенезом.

Скорость протекания процессов выветривания и образова­ния осадков определяется климатом, рельефом и геотектони­ческим режимом территории. Из этих факторов наибольшее значение имеет климат.

Четвертая стадия — изменение осадочных горных по­род в стратисфере, когда происходит уплотнение пород, изме­нение их минералргического состава и отчасти структуры, на­зывается стадией катагенеза.

Пятая стадия — стадия глубоких структур но-мин ер а ло­гических изменений пород в нижней части стратисферы (глав­ным образом в геосинклиналях) носит название метагенеза.

Дальнейшая история осадочных пород развивается по од­ному из циклов: понятие с выходом пластов на поверхность земли, затем' выветривание и разрушение (цикл 1, см. 1.1), либо переход в метаморфические, а далее в магматические и вулканогенно-обломочные породы (цикл 2,3 и 4).

Классифицировать осадочные породы можно по генетиче­ским и минералогическим признакам.

По генетическим ^признакам, т. е. по условиям образова­ния, все осадочные породы можно разделить на три группы: обломочные (механические и кластические), химические (хе- могенные) и органогенные породы.

Однако, представленное разделение учитывает не только генезис, но также и вещественный состав, т. е. генетический признак, который может и должен сочетаться с подразделе­нием по минеральному составу, а когда это целесообразно, и с текстурно-структурными особенностями осадочных пород. Обломочные породы образуются из механических осадков.

1. Л-4. Метаморфические горные породы

При движении земной коры осадочные и магматические горные породы могут опускаться на определенную глубину и подвергаться воздействию высокой температуры, большого давления и различных газовых и водных растворов. Совокуп­ность этих процессов, приводящих к изменению структурно­текстурных свойств горных пород, называется метаморфиз­мом, а горные породы— метаморфическими. В зависимости от преобладания того или иного фактора различают несколько видов метаморфизма: термальный, динамометаморфизм (дис­локационный), контактовый, региональный.

Минеральный состав метаморфических пород разнообра­зен. Они могут состоять из одного минерала, например кварца (кварцит), кальцита (мрамор), или из многих сложных сили­катов. Главные породообразующие минералы представлены кварцем, полевыми шпатами, слюдами, пироксенами и амфи­болами.

Ниже приводится описание наиболее распространенных пород, образовавшихся в результате регионального метамор- физма, (от менее метаморфизованных к более метаморфизо- ванным).

Метаморфические горные породы такие как мраморы, миг­матиты, гнейсы, мраморизированцые известняки залегают в форме пластов, линз и других тел. Формы залегания мета­морфических пород обычно соответствуют формам залегания первичных осадочных и магматических пород.

Кварциты представляют собой массивные плотные зерни­стые породы, состоящие главным образом из кварца. Они очень прочны и отличаются большой твердостью'и сопротив­ляемостью выветриванию. Цвет кварцитов' преимущественно серый, красный,, розовый. Кроме того, в качестве облицовоч­ных камней применяются кварцитовидные песчаники.

Мрамор представляет собой зернистую метаморфическую породу, состоящую из одного минерала — кальцита. По круп­ности зерна выделяют мелко-, средне- и крупнозернистые мра­моры. Они образуются при перекристаллизации известняков.

Гнейсы — глубокометаморфизованные породы, характери­зующиеся более или менее отчетливым сланцеватым строением. Состоят они из кварца, полевого шпата и цветных минералов. Наиболее распространены биотитовые и роговообманковые гнейсы.

ч

Гранулиты — глубокометаморфизованные мелкозернистые светлые породы квард-полевошпатового состава, часто с гра­нитом.

Эклогиты типичны для глубоких зон метаморфизма. Со­стоят из зеленого пироксена (омфацита) и граната. Эклогиты образуются в безводных условиях на большой глубине и при высоком давлении за счет пород типа габбро.

1. Особенности геологического строения

Так как месторождения природных облицовочных камней представлены широким ассортиментом различных горных по­род, этим месторождениям характерны свойственные только им особенности геологического строения. Основные из них за­ключаются в следующем. Месторождения облицовочных гра­нитов и других сходных с ним изверженных пород приурочены к крупным межформационным интрузиям, в пределах кото­рых развиты плутоны-батолиты, т. е. гигантские массивы маг­матических пород неправильной формы и несогласного залега­ния относительно вмещающих пород. Сами же разведанные месторождения гранитов, лабрадоритов, диабазов, порфиров, диоритов хотя и имеют большие размеры в абсолютном боль­шинстве представляют собой отдельные небольшие участки куполов батолитов или их меньших геологических собрать­ев— штоков.^ Габбро, габбро-анортозиты, габбро-нориты, миг­матиты, гнейсы большей частью приурочены к лакколитам, т. е, к полусферическим или полуэллипсоидальным интрузив­ным телам, внедрившимся в жидком состоянии в осадочную толщу и приподнявшую ее над собой сводообразно. Это позво­ляет ^отметить особенность геологического строения месторож­дений блочных гранитов, заключающуюся в том, что им ха­рактерны крупные размеры залежей по площади и на глубину залегания камня, измеряемые сотнями метров, а утвержден­ные запасы представляют всего лишь относительно неболь­шую часть рассматриваемых геологических тел.

Формы геологических тел обусловливают в абсолютном большинстве случаев близкое расположение полезной свежей залежи гранита к земной поверхности, что, с одной стороны, дает малую мощность вскрыши и, с другой, присутствие вы- ветрелой породы в верхних частях месторождения, снижаю­щей качественные показатели облицовочного камня и затруд­няющей разработку этих месторождений.

Геологическим интрузивным телам характерны изменения структуры при переходе с купольной части на крылья интру­зии. Куполам характерны крупнозернистая и среднезернистая структуры; периферическим фациям интрузивной породы в аб- ' солютном большинстве случаев присущи мелкозернистые раз­

новидности. Этот фактор обуславливает, с одной стороны, изменение анизотропных свойств породы и направлений наи­лучшего раскола камня и, с другой стороны, приводит к уменьшению размеров природных структурных блоков, так как мелкозернистым породам присуща более высокая интен­сивность природной трещиноватости. Отмеченная особенность вызывает снижение качественных характеристик блоков в пе­риферических зонах залежей и необходимость корректировки технологии их добычи.

Наличия систем природных трещин, образуют отдельность породы и определяют форму и размеры структурных блоков, что, в свою очередь, обуславливает возможный выход некон­диционной блочной продукции из массива и диктует выбор способа подготовки породы к выемке, расположение и на­правление перемещения фронта горных работ в строгой увязке и согласованности с элементами залегания трещин.

Декоративность камня в значительной степени формиру­ется структурой и текстурой породы, что ставит в зависимость от них добычу блоков и их переработку на продукцию и, та­ким образом, влияет на выход блоков из добытого полезного ископаемого, потери камня при добыче и переработке.

Месторождениям перекристаллизованных и плотных из­вестняков характерна большая мощность залежи, тогда как пласты пильных известняков, как правило, маломощны.

Вулканические туфы четвертичного возраста залегают, как правило, сплошным покровом и имеют горизонтальное зале­гание при угле падения до 8°, а туфы третичного возраста всегда представлены дислоцированными полосатыми телами с падением 40—45° и имеют плитчатую отдельность. В четвер­тичных туфах преобладают трещины вертикального направле­ния, в третичных — как вертикальные, так и наклонные.

Мраморным залежам характерна более интенсивная тре­щиноватость, чем другим облицовочным породам, а частота и ориентировка трещин этих месторождений в меньшей степени подчиняется закономерностям упорядоченного строения, при­чем 'степень трещиноватости мраморизованных известняков, конгломератов и ониксов значительно выше, чем мраморов.

Месторождениям мраморизованных известняков и доломи- ти^ированных мраморов характерно наличие частых жильных включений высокопрочных пород типа гранитов, мигматитов.

Слои гипса залегают чаще всего горизонтальными пла­стами или массивами под небольшим углом к Горизонту, ко­торым характерны прослойки других пород.

1. Приуроченность месторождений к геоструктурным регионам

Каждый вид облицовочной породы приурочен к опреде­ленным геоструктурным регионам. Так, породы группы грани­тов распространены преимущественно в областях Кристалли­ческих щитов (Балтийский, Украинский и др.) и складчатых гор по побережью Белого моря, Онежского озера; широкое распространение эти породы имеют в горах Урала, Кавказа, Сибири, Средней Азии. Мраморы, мраморизованные извест­няки, травертины приурочены к таким геоструктурным регио­нам, как Горный Крым, складчатые сооружения Карпат, Аль- минская и Причерноморская впадины, Саянские горы, Даль­ний Восток, горы Кавказа, Урала, Алтая, Средней Азии.

Вулканические туфы приурочены к складчатым сооруже­ниям Закавказья, Закарпатья, Северного Кавказа и Дальнего Востока. Известковые туфы (травертины) в наибольшей сте­пени присущи геоструктурным регионам Азербайджана, Ар­мении и Казахстана.

Наибольшее распространение песчаники получили на Во­лынской возвышенности, на северо-западных склонах гор Кавказа складчатого сооружения (Краснодарский край РСФСР).

Гипсовые камни, пригодные для производства облицовоч­ных плит и изделий, расположены, в основном, на склонах складчатых сооружений Карпат, частично в Прибалтике и в Донецком складчатом сооружении.

Принадлежность -^породы к тому или иному геоструктур- ному региону обусловливает специфичные особенности строе­ния месторождений, условия их залегания, поэтому месторож­дениям облицовочных камней присущи как общие во многом сходные особенности строения залежей в различных геострук- турных регионах, так и различия месторождений даже в преде­лах одного региона.

1. ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ,

ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ,

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

Предел прочности при сжатии (<усж. МПа) — критическое значение одноосного сжимающего напряжения, при котором пррисходит разрушение горной породы.

Предел прочности при растяжении (ор, МПа) — критическое значение одноосного растягивающего напряже­ния, при котором происходит разрушение горной породы.

Модуль упругости (Е, МПа) — коэффициент про­порциональности между действующим нормальным напряже­нием и соответствующей ему продольной упругой деформации.

Коэффициент относительных поперечных деформаций (v, МПа)—коэффициент пропорционально­сти между упругими, продольными и поперечными деформаци­ями при одноосной нормальной нагрузке (отношение относи­тельных поперечных деформаций к продольным).

Плотность (р, т/м3)—отношение массы горной породы в пределах какого-либо объема к ее объему.

Коэффициент пористости (е, доли единиц)— от­ношение объема всех пор горной породы в пределах какого- либо ее объема к этому объему.

Пористость (Р). Все горные породы в той или иной мере обладают пористостью. Общая пористость определяет прочностные и упругие параметры, обрабатываемость, долго­вечность, теплопроводность, полируемость, сцепление с раз­личными вяжущими, декоративность и ряд других качествен­ных показателей природного камня. С повышением общей по­ристости снижаются прочностные и упругие характеристики, плотность, полируемость, улучшается обрабатываемость по­роды, уменьшается масса изделий. По пористости породы под­разделяются на низкопористые (Р<5%), среднепористые (5%<Р<20%), высокопористые (20%<Р<40%) и породы весьма высокой пористости (Р>40 %). Пористость бывает от­крытая и закрытая, которая практически не влияет на долго­вечность. Эффузивные породы обладают высокой закрытой пористостью. По размерам поры подразделяются на субкапил­лярные с радиусом менее 0,1 мкм, капиллярные радиусом от 0,1 до 1,0 мкм и сверхкапиллярные радиусом более 1 мкм. С увеличением субкапиллярных и капиллярных пор увеличи­вается водопоглощение, снижается долговечность породы.

Твердость — свойство горной породы оказывать сопро­тивление внедрению в нее другого, не получающего остаточ­ных деформаций, тела. Как правило, этим телом является острый режущий инструмент. Для определения твердости гор­ных пород применяется ряд методов (вдавливание пуансонов, царапание, шлифование и др.). Твердость минералов принято оценивать по шкале Мооса (табл. 1.3), в которой 10 эталон­ных минералов располагаются в определенном порядке, при котором каждый последующий минерал оставляет риску (ца­рапину) на предыдущем. По этой шкале высшая твердость присуща алмазу и соответствует 10 единицам, низшая — таль­ку и равняется единице.

Горные, породы представляют собой совокупность минера­лов и их твердостр является агрегатной, поэтому шкала Мо­оса для них малопригодна.

Таблица 1.3

Классификация основных породообразующих минералов по твердости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 Минерал | Твердое\*  по склерометру, М.Па | гь  по шкале Мооса | Группа минералов по твердости |
| Тальк | 24 | і | Мягкие |
| Гипс | 350—800 | 2 |  |
| Кальцит | 1100—2000 | 3 | Средней твердости |
| Флюорит | 1900 | 4 | То же |
| Апатит | 5400 | 5 | » |
| Ортоклаз | 8000 | 6 | Твердые |
| Кварц | 10 000—12 500 | 7 | в |
| Топаз | 14 000—15 000 | 8 | Очень твердые |
| Корунд | 20 000—22 000 | 9 | То же |
| Ал-маз | 100 500 | 10 | » |

Для этого рекомендуется определять статическую и дина­мическую твердость пород. Статическую твердость можно определять методом Л. А, Шрейнера, основанном на хрупком выколе лунки в шлифованном образце горной породы под действием вдавливаемого штампа.

Разработанный в ИГД им. А. А. Скочинского метод Опре­деления контактной твердости является более простым по сравнению с названным выше. При определении твердости этим методом в нешлифованную поверхность породы вдавлива­ется цилиндрический штамп с плоским основанием и диамет­ром 2—3 мм. Контактная твердость породы определяется по ве­личине нагрузки в момент хрупкого разрушения (выкола), от­несенной к площади штампа.

При выборе размеров штампа необходимо стремиться к тому, чтобы диаметр рабочей части его более чем в 3 раза превышал средний диаметр зерен породы. Если же испыты­ваются породы крупнообломочной структуры, определение контактной твердости производят для каждой компонентной составляющей отдельно.

Для испытаний отбирают образцы породы объемом не менее 150—200 см3, имеющих две примерно параллельные грани, или керны диаметром не менее 40 мм. Для избежания раскалывания образцов их толщина должна быть не менее 100—120 мм. Контактную прочность определяют на прессах. Нагружение осуществляют в один прием до появления \* лунки выкола, которая фиксируется резким подъемом нагрузки от 60 до 100 %. Число опытов, производимых одним штампом, определяется твердостью породы и качеством штампа. При по­явлении на рабочей, поверхности штампа вмятин или выколов он снимается с испытаний.

Динамическую твердость можно устанавливать как в лаборатории на образцах, так и в полевых условиях в массиве пород. В первом случае применим метод Шора, при котором на испытуемую поверхность породы с определенной высоты сбрасывается боек со сферичным алмазным наконеч­ником. В качестве показателя твердости принимается высота отскока бойка. Твердость пород в забое устанавливают с по­мощью специальных ударников, измеряя величину энергии, затрачиваемую на внедрение пуансона определенной длины в породу. К таким ударникам относится ударник конструкции ДорНИИ.

Вязкость — сопротивление породы силам, стремящимся разъединить ее частицы. Степень вязкости оценивается вели­чиной сил сцепления между частицами породы. Показатель вязкости пропорционален сопротивлению породы силам, стре­мящимся разъединить ее частицы. Вязкость зависит от со­става горной породы, структуры, текстуры, состава и количе­ства цементирующего вещества и содержания в породе влаги.

Показатель вязкости характеризуется отношением преде­лов прочности на сжатие и растяжение, пределом прочности на сдвиг и определяется пластическими свойствами породы. В неоднородных породах, а иногда и в однородных, вязкость в различных направлениях неодинакова. Общепризнанного метода определении вязкости не существует.

Так как вязкость прямо пропорциональна произведению пластичности породы на ее прочность, то согласно предложе­ний В. В. Ржевского, эту величину можно принять в качестве физического аналога вязкости пород:

В - &пл 0Сж — Еосж/£деф-

Хрупкость — свойство горной породы сравнительно легко ломаться, рваться при статической нагрузке без проявления заметной остаточной деформации. Породы являются хруп­кими, если вплоть до момента ее разрушения деформации про­порциональны приложенной нагрузке. Для хрупко-пластиче­ской породы закон Гука соблюдается только в пределах не­большого участка первоначальных' деформаций. Большинство горных пород (в том числе наиболее крепких) относятся к хрупко-пластическим телам. Хрупкость многих горных пород при существующих способах разрушения зависит также от скорости приложения нагрузки. Если скорость возрастания нагрузки превышает максимально возможную для данной по­роды скорость пластического течения, то происходит ее хруп­кое разрушение. Коэффициент хрупкости характеризует хруп­кие свойства пород.

Так, предложенный в ИГД им. А. А. Скочинского коэффи­циент хрупкости £хр представляет собой отношение работы деформации в чисто упругой области (Ду) к полной работе (Ап)'.

— Ау*1* Ап ^ 1.

По В. В. Ржевскому коэффициент хрупкости представляет со­бой величину, обратную коэффициенту пластичности

" 1/^лл " £двф/£\*

Абразивность — способность горной породы изнаши­вать при трении металлы, твердые сплавы и другие твердые тела. Абразивность оценивают по износу материала, контак­тирующего с горной породой. Высокую абразивность имеют породы с остроугольным включением кварца, вулканического стекла и упругих абразивных элементов. Абразивные свойства пород увеличиваются с возрастанием твердости минеральных зерен и их размеров. Абразивность оценивают коэффициентом абразивности, который определяется по формуле

Кб — ДУС/Л . - где ДУС — износ материала кольца, приходящийся на 1 м пути, см/м; Г — усилие с которым прижимается кольцо к породе, кН.

Показатель абразивности, устанавливаемый по методике ИГД им. А. А. Скочинского, определяется по формуле где и 0%—масса стержня соответственно до и после одного парного опыта, мг.

Способ определения абразивности горных пород, предло­женный Л. И. Бароном, позволяет определить относительную абразивность горных пород по износу цилиндрических сталь­ных стержней при трении их об необработанную поверхность образца исследуемой породы. Износ стержня и изменение его массы определяется путем взвешивания его до и после опыта на аналитических весах.

Анализ большого числа опытов, выполненных на различ­ных породах, показал следующее:

показатели абразивности, определенные по данному ме­тоду, хорошо коррелируют с расходом буровой стали и твер­дого сплава в производственных условиях! ,

колебания показателей абразивности примерно такие, как у показателей временного сопротивления тех же пород одно­осному сжатию;

горные породы по абразивности целесообразно разделить на шесть классов, которые приведены в табл. 1.4.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер  класса  абрааив-  ности | Характеристика  пород  по абразивности | Абразив­ность по Л. И. Барону, мг | Характерные породы, входящие в данный класс |
| I | Весьма малоаб- разивные | <5 | Известняки, мраморы, гипсы |
| п | Малоабразивные | 5—10 | Аргиллиты, мягкие сланцы |
| ш | Ниже средней абразивности | 10—18 | Кварцевые и аркозовые тонкрзер- нистые песчаники, роговики, маг­матические тонкозернистые по­роды  Кварцевые и аркозовые мелкозер­нистые песчаники, магматические мелкозернистые породы (андезиты, андезитобазальты, диабазы) |
| IV | Среднеабразив­  ные | 18-30 |
| V | Выше средней абразивности | 30—45 | Вулканические туфы, мелкозерни­стые граниты и диориты, порфи­рита, гнейсы, средне- и мелкозер­нистые аркозовые и кварцевые пес­чаники |
| VI | Повышенной аб­разивности | 45—65 | Породы группы гранитов, долори- товые базальты |

В. В. Ржевским предложен обобщающий показатель для характеристики горных пород — трудность разрушения. Дан­ные, характеризующие этот показатель, приведены в табл. 1.5.

Буримость — степень сопротивляемости породы разру­шению буровым инструментом.

В качестве показателей буримости принимают либо глу­бину шпура, пробуренного за 1 мин чистого бурения при стан­дартных условиях, либо количество чистого времени бурения 1м шпура при тех же стандартных условиях. Так как показа­тели буримости зависят не только от физико-механических свойств породы и геометрии бурового инструмента, но и от режима работы (энергии удара, числа оборотов, осевого уси- Глия, качества и интенсивности промывки или продувки и др.), то буримость породы определяется применительно к каждому виду бурения и типу бурового инструмента. Измеренную ве­личину буримости можно применять только к определенному буровому инструменту и к определенному классу и типу по­род. На основании показателей буримости, полученных в раз­личных стандартных условиях, составлены различные шкалы буримости. /

В связи с различием стандартных условий и соответственно шкал буримости, для перехода от одной шкалы к другой, а также от нестандартных условий бурения к стандартным,

Классификация пород по трудности разрушения (по В. В. Ржевскому)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс | Катего­  рия | Порода |
| I. Полускальные, | 1—2 | Супеси, суглинки, аргиллит, глина, мергель, уголь бурый, алевролит, слабый песчаник Сланец песчанистый, фосфоритовая руда, уголь. |
| плотные и мягкие |  |
| легкоразрушаемые | 2—3 |
|  |  | антрацит |
|  | 3—4 | Сульфидная руда, пер подол ит серпентизиро- ванный, пироксенит, глинистый доломит, си- |
|  | 4—5 | дер нт  Известняк; порфирит ороговикованный, инги- дрит, песчаники, габбро-норит, мартит пори- |
|  |  | стый |
| 2. Скальные легко- | 5-6 | Песчаник серый, аргиллит тонкозернистый, пор­фирит диабазовый, доломит, апатитонефелино- |
| разрушаемые |  |
|  |  | вая руда |
|  | 6—7 | Известняк, скарн магнетито-гранатовый, квар­цит ожелеэненный пористый, перидотит серпен- тизированный, сиенит-порфир |
|  | 7—8 | Порфирит эпидотиэированный, базальт, фос­форит, гранит средне- и крупнозернистый, диа­баз, пегматит, скарны |
|  | 8-9 | Гнейс гранито-биотитовый,' гранито-порфир, кварцит железистый, гранито-гнейс, мергель |
|  |  | кремнистый, доломит оруденелый |
| 3. Скальные сред- | 9—10 | Магнетитовая руда, роговик оруденелый гра- |
| ней трудности раз- | - | натовый скарн, лабрадорит, гранато-магнетито- |
| рушения |  | вый скарн, песчаник окремнелый |
| 10—11 | Гранит мелкозернистый, кварцит, диорит, до- |
|  | 11—12 | Габбро-диабаз,, брекчия роговиково-кварцевая, гнейс, гранит мелкозернистый, пироксено-гра­натовый скарн |
|  | 12-13 | Габбро, гранит, кварцевый и порфир, уртит, андезит, песчаник оруденелый |
|  | 13—14 | Кварцит безрудный, сиенит-порфир, скарн |
|  | 14-15 | Базальт лабрадоровый, кварцит |
| 4. Скальные труд- | 16—18 | Скарн скалолитовый, диорит-порфирит, андези- |
| норазрушаемые |  | товый порфирит, роговик, скарнированный пи­роксеном |
|  | 18—20 | Песчаник, диорит-порфирит |
| 5. Скальные весьма | 21—25 | Нефриты, микрокварциты очень, плотные слив- |
| трудноразрушае- |  | ные, скарны интенсивно окременелые, кварц |
| мые |  | сливной, неизменные сливные андезиты, ба- |
| - |  | зальгы, джеспилиты, кремень |

Коэффициент Аде Для различных групп перфораторов

Таблица 1.6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группа  перфора­  торов  ПО мощности | Масса, кг | % |
| I | 35—60 (без салазок) | 2,50 |
|  | 75—85 (с салазками) | 2,50 |
| 11 | 35—40 (без салазок) | 1,75 |
|  | 50—75 (с салазками) | 1,75 |
| III | 25—35 | 1,30 |
| - IV | 20—25 | 1,00 |
| V | <20 | 0,80 |

применяют общий поправочный коэффициент, определяемый по формуле

/?об = АдеА^АрАдАфАз,

где куу — коэффициент, учитывающий влияние массы и мощ­ности бурильной машины на скорость бурения; кр— коэффи­циент, учитывающий изменение давления сжатого воздуха в бурильной машине р; Ар — коэффициент, учитывающий из­менение диаметра головки бура В\ Ал— коэффициент, учиты­вающий влияние глубины шпура А; Аф — коэффициент, учиты­вающий форму головки бура; А3 — коэффициент, зависящий от качества закалки (табл. 1.6 и 1\7).

Коэффициент для различных категорий закалки

Таблица 1.7

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ■а ™ ь. [[1]](#footnote-1) а Й К Й \* Ч 3 яв <з  \* О, X | Характеристика категории закалки | \*3 |
| I | Нет перегрева и пережога стали, температура закалки буров определяется магнитными индикаторами; температура воды в закалочной ванне 18—20° | 1,0 |
| 1а | То же, но с применением цементации буров | 1,20 |
| II | То.же, чт- I категория, но с определением температуры закалки | 0,80 |
| III | на глаз |  |
| То же, что II категория, но без контроля за-температурой воды в закалочной ванне | 0,70 |
| IV | То же, что и III категория, но без правильного нагрева перед заправкой и закалкой буров | 0,50 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значения коэффициентов кр, кв | | | | , кьУ кф приведены ниже. | | | | |
| р, МПа . . | . . . 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7 |
| кр | ... 0,65 | 0,8 | СО | 1,15 | 1,3 | 1,5 | 1,65 | 1,75 |
| В, мм | ... 35 | 40' | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 |
| кр .... | . . . 1,14 | 1,0 | 0,89 | 0,80 | 0,73 | 0,67 | 0,62 | 0,57 |
| Л, м . . . . | . . . 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | — | — |
| Ай.... - | . . . 1,0 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,70 | — | — |
| кф .... | . . . 1,25 \* | — | — | — | — | — | — | — |
| кф .... | ... 1,0 \*\* ; | — | — | — | 1— | — | — | — |

\* Для однодолотчатой головки

\*\* Для крестовой головки с углом приострения 90а

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Степень | яб |  |
| Класс | буримости | Порода |
|  | пород |  |  |
| I | Легко- | 1—2 | Глина сланцеватая, галечно-щебенистые породы, |
|  | буримые | 2—3 | мергель глинистый, угли мягкие, песок, супесь, торф  Алевролиты и аргиллиты слабоцементирован- |
|  |  |  | ные, выветрелые доломиты, известняки оталь- кованные, сланцы углистые, гипс пористый, жирные глины |
|  |  | 3—4 | Алевролиты плотные глинистые, гипс плотный, доломиты неизмененные, мартитовые и другие железные руДы мягкие, известняки мягкие, |
|  |  |  | глины отвердевшие, угли выше средней кре- |
|  |  |  | пости |
|  |  | 4—5 | Алевролиты песчано-глинистые, антрациты и другие крепкие угли, колчеданы зоны выщела­чивания, свинцово-цинковые окисленные руды, совершенно выветрелые каолинизированные граниты |
| 11 | Средней | 6—7 | Гипсоангидрит, руды бурожелеэня новые, со- |
|  | трудности |  | литовые, сильно выветрелые граниты, дуниты. |
|  | бурения |  | амфиболиты, доломиты плотные, руды гемати- товые и мартитовые, сульфидные свинцово- |
|  |  |  | цинковые и медно-никелевые руды |
|  |  | 7-8 | Кварцево-карбонатные породы, фосфориты пла- |
|  |  | 8—9 | стовые, песчаники аркозовые, андезиты крупно­зернистые выветрелые’  Габбро измененные, скарны выветрелые, анде­зиты среднезернистые выветрелые |
|  |
|  |  | 9—10 | Крупнозернистые гнейсы, граниты, гранодио- риты, диабазы, сиениты среднезернистые, змее- |
|  |  |  | вики плотные |
| III | Трудно- | 11—12 | Среднезернистые граниты и гранодиориты, ам- |
|  | буримые | 12—13 | фиболиты мелкозернистые, альбнтофиры неиз­мененные, мрамор, сланцы аспидные Доломиты окварцованные, песчаники мелко­зернистые, альбнтофиры кварцевые, габбро- |
|  |  | 13—15 | амфиболиты  Базальты пористые, габбро и гнейсы средне- |
| IV |  |  | зернистые, песчаники кремнистые |
| Весьма | 16—17 | Базальты среднезернистые, гранодиориты, аль- |
|  | трудно- |  | битофиры плотные кварцевые, грейзены средне- |
|  | буримые | 18—20 | зернистые  Роговики железистые, диориты мелкозернистые, андезиты плотные, гнейсы бдштитовые, базальты |
|  |  |  | мелкозернистые, железистые руды мелкозерни­стые магнетито-гематитовые |
| V | Исключи- | 21—22 | Скарны окремненные, микрограннты, альбито- |
|  | тельно. |  | фиры сильноокварцованные мелкозернистые, |
|  | трудно- |  | весьма плотные андезиты |
|  | буримые | 23—25 | Кремень, кварц сливной, микрокварциты очень плотные сливные, скарны интенсивно ОКреМ- ненные, неизмененные сливные андезиты |

Таблица ] .9

Классификация горных пород по термобурнмостн

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Кате­  гория  пород | Степень бури мости пород | лтб\* |
| I | Хорошо термобуриыые (кварциты и граниты) | >5\* 10-7 |
| II | Термобуримые (железистые кварциты) | 5-10~7—5-10-8 |
| III | Труднобуримые (базальты, известняки) | <5-10-в |

где £т=1,2 /ср+0,2 — коэффициент, учитывающий расход энер­гии взрыва, расходуемой на преодоление собственного веса и сообщение кускам некоторого запаса кинетической энергии; /ср — средний линейный размер естественной отдельности.

Приведенный показатель служит основой классификации пород по взрываемости (табл. ЗЛО).

Следует учитывать, что взрывные работы на карьерах по добыче природного камня осуществляются направленными взрывами, обеспечивающими раскол камня только в требуе­мом направлении, поэтому конкретный расчет заряда ВВ осу­ществляется по специальным методикам.

Обрабатываемость. В зависимости от минералогиче­ского состава, петрографического строения, пористой струк­туры, определяющих твердость и прочностные характеристики пород, природные облицовочные камни обрабатываются с раз­личной степенью трудности.

В целях отражения трудоемкости обработки камня в кам- необработке существует технологическая классификация, в ос­нову которой положена твердость основного породообразую­щего минерала, составляющего основную массу породы.

Природные облицовочные породы по трудности их обра­ботки разделяются на следующие три основные группы: твер-' дые, средней твердости и мягкие (табл. 1.11).

Кварцесодержащие породы (кварциты, граниты, гранодио- риты и др.) подвергаются обработке термогазоструйным мето-

Таблица 1.10

Классификация горных пород по взрываемости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Класс | Степень взрываемости пород | Сэ. г/м® | лб |
| I | Легковзрываемые | <200 | 1-5 |
| II | Средней трудности взрывания | 201—400 | 6—10 |
| III | Трудновзрываемые | 401—600 | 11—15 |
| IV | Весьма трудновзрываемые | 601—800 | 16—20 |
| V | Исключительно трудновзрываемые | 801—1000 | 21-25 |

ТаблицаЫ!

Характеристики обрабатываемости природных облицовочных горных пород

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Твердость породы | | Предел |  |
| Группа камня по твердости | по склеро­метру, МПа | ПО  шкале  Мооса | прочно­сти при сжатии, МПа | , Примечание |
| Твёрдые (кварцит, гранит, диорит, сие­нит, лабрадорит, габ­бро, базальт, диабаз, андезит) | 8000—12500 | 6—7 | 90—300 | Обрабатываются метода­ми скалывания, абразив­ным инструментом, в том числе алмазным, а также термогазоструйными го­релками. Стальными и твердосплавными резцами не режутся |
| Средней твердости (породы группы мра­моров, песчаники, туфы, известняки) | 1000—5500 | 2—5 | 40—150 | Обрабатываются твердо­сплавными и стальными резцами, легко режутся алмазным и абразивным инструментом |
| Мягкие 1 г нпсовый камень, тальк, тра­вертин, некоторые разновидности туфов и "известняков) | 20—800 | 1—3 | 4-30 | Легко обрабатываются твердосплавными и стальными резцами, абра­зивным и алмазным ин­струментом не обраба­тываются |

дом. Трудоемкость термогазоструйной обработки зависит от степени кристаллизации породы и содержания кварца в ней.

Согласно классификации НИИКС горные породы по обра­батываемости термогазоструйным инструментом подразделя­ются на три класса: легкообрабатываемые, к которым от­носятся крупнозернистые породы с хорошо выраженными кристаллами кварца и прочностью при сжатии 120— 150 МПа;

породы средней обрабатываемости, с содержанием кварца до 30 % и пределом прочности при сжатии до 200 МПа;

труднообрабатываемые породы, содержащие кварца до 20% > а их предел прочности при сжатии составляет 200 МПа и свыше.

По лируемость. Породы классифицируются на поли­руемые и неполируемые. Каждой породе характерен предель­ный блеск, после достижения которого качество полировки в процессе обработки не улучшается.

Полнруемость пород до достижения ими предельного блеска по блескомеру НИИКС-М приведена ниже. За эталон принят мрамор Коелгинского месторождения, как имеющий наиболее предельный блеск и легко воспринимающий полировку.

Граниты .......

Базальты

135—160

80—128

Не полируются 115—160 135—190 Не полируются Хорошо прини­мают полировку Хорошо прини­мают полировку

Вулканические туфы Известняки . . . . Мраморы ......

Песчаники ....

Кварциты ....

Гипсовые породы .

К породам, не принимающим полировку, относятся, как правило, породы крупнопористой и пузырьчатой текстуры, в минералогическом составе которых преобладают неполи- рующиеся минералы (глинистые, окиси железа, алюмосили­каты, рудные минералы и им подобные). К разряду этих пород относятся вулканические туфы, некоторые известняки и песча­ники.

К полируемым породам относятся породы группы грани­тов, мраморов, кварцитов, полнокристаллических плотных раз­новидностей известняков и базальтов, гипсовые породы и пес­чаники с кварцевыми цементами.

Полируемые облицовочные породы по категориям поли- руемости разделяются на четыре группы (табл. 1.12). За эта­лон принят предельный блеск в 200 относительных единиц.

Неполирущщиеся разновидности камня условно могут быть отнесены к IV категории полируемости.

Таблица 1.12

Разделение пород по полируемости

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категория  полируе­  мости | Степень полируе­мости (предельный блеск в единицах шкалы блескомера НИИКС-М) | Порода |
| I | >170 | Мрамор: коелгннский, молитский, газган- скнй, маймехский, ороктойский, гранит та­ковский, лабрадорит головинский и турчнн- ский, габбрр ропручейское |
| 11 | 140—170 | Гранит: каарлахтинский, янцевский, корнин- ский, жежелевский, кудашевскнй, емелья- новский, коростышевский, каменногорский, габбро слипчицкое, мраморизованный извест­няк хорйирапский |
| III | 70—140 | Травертин шахтахтинский, конгломерат куй­бышевский, гранит памбакский, сланец ни- зогерскин |
| IV | <70 | Базальт паракарский, доломиты мустиав- скне, доломитиэированный известняк бере- зовский |

Долговечность характеризуется стойкостью пород против действия различных разрушающих факторов, основ­ными из которых являются морозное, солевое, химическое и механическое выветривание, попеременное увлажнение и вы­сушивание, а также попеременное воздействие температуры при абсолютном отсутствии влаги.

В настоящее время для определения долговечности камня применяется метод Гиршвальда. Этот метод базируется на ре­зультатах петрографических анализов, а исходным расчетным показателем долговечности служит так называемое «качест­венное число по структуре». Это число определяется с учетом минералогического состава, характера сцепления зерен, нали­чия микротрещин и пор, степени свежести минеральных ком­понентов. Испытания на долговечность проводят на попере­менное замораживание и оттаивание, увлажнение и высуши­вание как в воде, так и в растворе сернокислого натрия.

Существующая классификация качественных характери­стик подразделяет облицовочные камни на весьма долговеч­ные, долговечные, относительно долговечные и недолговечные. К весьма долговечным относятся кварциты, 'мелкозернистые граниты и со сверхкапиллярной пористостью базальты. К дол­говечным — крупнозернистые граниты, сиениты, диориты, габ­бро, лабрадориты, плотные, песчаники, известняки и туфы, к относительно долговечным — андезиты, дациты, белые мра-

Табл ица 1.13

Классификация пород по истираемости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа по истираемости | Порода | Абсолютные значения истираемости на связанном карборундовом абразиве, мм | Натурный износ лри интенсивности 1 млн, чел./год, мм |
| і | Кварциты и породы группы гранитов | <0,2 | <0,12 |
| п | Паракарский, Гарнийскнй, Норкский базальты, Черносопкипскнй долерит, Кноррингский мраморный конгло­мерат | 0,2—0,6 | 0,12—0,35 |
| ш | Газганский, Инждеванский, Уфалей- ский, Кибик-Кор до некий, Агверан- ский, Ороктойский, Пуштулимский, Садахлинский, Лолотский, Молит- ский, Салиетский мраморы, Марне- | о  со  о | 0,35—0,6 |
|  | ульский базальт |  |  |
| IV | Коелгинскнй, Маймехский, Мрамор- ский, Чернявский, Дашкесанский мраморы, Саратовский андезитоба- зальт, Шахтахтинский и В единений травертины | >1,0 | >0,6 |

Показатели горных пород

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Порода | Предел прочности при сжатии, МПа, не менее | Марка Мрз  ПО ИОрОЭОт  стойкости, не менее | 'Коэффициент размягчения, не менее |
| Гранит, сиенит, габбро, кварцит, дио- | 90 | 100 | 0,8 |
| Лабрадорит, диабаз, андезит, базальт | 60 | 100 | 0,7 |
| Мрамор белый и цветной | 40 | 50 | 0,7 . |
| Песчаник ' | 30 | 50 | 0,7 |
| Известняк и доломит плотные | 20 | 50 | 0,65 |
| Травертин | 20 | 50 | 0,7 |
| Туф вулканический фельзитовыЙ | 20' | 25 | 0,7 |
| Известняк и доломит пористые | 10 | 50 | 0,65 |
| Известняк, ракушечник | 15 | 25 | 0,65 |
| Гипс . | 15 | Не норми­руется | 0,65 |
| Туфы вулканические (кроме фельзи- | 4 ( | 25 | 0,7 |
| тового) |  |  |  |

моры, пористые известняки и песчаники. К недолговечным от­носятся фельзитовые туфы, гипсы, конгломераты, брекчии и цветные мраморы.

Истираемость. Строительные горные породы, приме­няемые для устройства лестниц, полов,; площадок- подверга­ются истиранию, поэтому все горные породы,. применяемые в облицовке истирающихся конструкций, подразделяются на четыре группы в зависимости от абсолютных значений истира­емости на связанном карборундовом- -абразиве -и- натурногб износа от интенсивности человеко-потока в миллиметрах на единицу ширины конструкции. Разделение пород по классифиг кационным признакам истираемости приведено в табл. 1.13.

Некоторые другие характеристики горных пород приведены в табл. 1.14.

1. КАЧЕСТВЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРИРОДНОМУ КАМНЮ
2. Качественные требования

Породы, предназначенные для изготовления облицовочных изделий, подразделяются на две группы: камни, для внутрен­ней и наружной облицовки. К породам, применяемым для на­ружной облицовки, предъявляются повышенные требования по прочности, сопротивлению на истирание, стойкости против различных факторов коррозии, долговечности.

2 Заказ № ЗЬ 33

К камням, используемым для внутренних облицовок, предъявляются менее жесткие требования по вышеуказанным характеристикам.

При изготовлении технических .изделий из камня для раз­мола бумажной массы предъявляются повышенные тре­бования к износостойкости.

Камни, предназначаемые для изготовления футеровоч- ных и облицовочн ых плит, должны отличаться ВЫСО­КОЙ термостойкостью, кислотостойкостью, щелочестойко стью и обладать электроизоляционными свойствами.

Изделия для облицовки специальных технических печей, ванн, помещений изготовляются: термостойкие — из вулканических туфов; кислотоупорные и щелочеустойчи­вые— из гранитов, базальтов, кварцитов, вулканических ту­фов; электротехнические — из мраморов,

В зависимости от качественных показателей природные камни могут быть использованы для различных целей. Наи­более рекомендуемые из них приведены в табл. 1.15.

К блокам из природного камня для производства облицо­вочных изделий согласно ГОСТ 9479—84 предъявляются требования по размерности, монолитности, физико-механиче­ским свойствам и декоративности. Блоки из' природного камня разделяются на пиленные и колотые и должны иметь длину от 0,25 до 3,5 м, ширину и высоту от 0,2 до 2,0 м. В зависимо­сти от вида горной породы блоки по объему подразделяются на пять групп.

^ . Объем блоков **для пяти** групп пород, м3

... . . • I II III IV V

Гранит,диорит, сиенит, лабра-

^орйтГг£б#ро, базальт, диабаз, '

белый, мра- мЬр цветной, известняк, доло­вит., гипс, травертин, песча- , ник, туф вулканический, из­вестняк ракушечник 4,5—8 2—4,5 1—2- - 0,4—1 0,01—0,4

При этом следует отметить, что к блокам, из которых из­готавливаются изделия для внутренней облицовки, требования по морозостойкости не предъявляются.

Кроме того, к горным породам из которых изготавливаются архитектурно-строительные детали и изделия, ' применяемые для устройства лестниц и полов, предъявляются требования по истираемости, которая должна быть не более 0,6—1 мм при интенсивности движения менее 100 чел/ч и не более 0,2— 0,6 йм при интенсивности движения более 100 чел/ч.

Пб своей форме блоки из природного камня для производ­ства облицовочных изделий должны быть близкими к прямо­угольному, параллелепипеду. При этом отклонение от прямого

Заполнители тяжелых бетонов и растворов различного назна­чения; заполнители асфальтных бегонов; наполнители пласт­масс, резин и других полиме­ров; сырье для каменного литья, стекла, стекловолокна,'стекло­пластиков, стекловаты, ситал- лов ит.п,

Заполнители тяжелых бетонов и растворов различного назна­чения; заполнители асфальто­вых бетонов; наполнители пластмасс, резин и других поли­меров; сырье для каменного литья, стекла, стекловолокна\* стеклопластиков, стекловаты, ' ситаллов, пресспорошковых ма­териалов; каменной керамики, бумаги и т. п. '

Заполнители легких конструк­тивных, конструктивно-тепло­изоляционных Н' гидротехШй Чеш­ских , жароупорных и кислей’ упорных бетонов и растворлц; активные минеральные добайКй к вяжущим; заполнители и' на­полнители асфальтовых бето­нов, пластмасс, резин и других полимеров; сырье для произ­водства стекла, стекловолокна, стеклопластиков, стекловаты, ситаллов,'каменного литья; пе- нотуфа, каменной керамики и других материалов Заполнители мозаичных бето­нов; сырье и компонент Для производства цемента, стекла, стекловаты, стекловолокна, си­таллов' и т, п.

Таблица 1.15

Области применения природного камня (по М. Л. Оганесяну)

Группа

пород

Рекомендуемое применение  
в естественном виде

Рекомендуемое применение  
в искусственно-переработанном  
виде

Граниты

Базальты

Вулканиче­ские туфы

Мраморы

Известняки (кроме доло­митов)

Камни фундаментные, облицо­вочные, настилочные, бортовые, тротуарные; лестничные сту­пени; блоки для памятников и скульптур, камни для инже­нерных сооружений; валы, вальцы, жернова; щебень, пе­сок и порошок для различного применения и т. п.

Камни фундаментные; стено­вые, облицовочные, настилоч­ные, бортовые,, тротуарные; лестничные ступени, блоки для памятников, скульптур и ин­женерных сооружений; кисло­тоупорные изделия и мука; гарнитуры для размола бумаж­ной массы; щебень, песок и порошок для различного при­менения и т. п.

Камни стеновые, облицовочные, бортовые; лестничные ступени, тротуарные плиты; жароупор­ные, кислотоупорные и щело­чеустойчивые изделия; щебень, песок и порошок в качестве дорожной засыпки, теплозвуко­изоляционные засыпки; филь­трующего материала, адсорбен­тов, носителей катализаторов и ядохимикатов, абразивного материала и облагораживателя почвы и т, п.

Облицовочные и настилочные плиты, лестничные ступени, блоки для памятников, скульп­тур; электротехнические доски, детали бытового назначения, крошка и порошки различного

назначения

Камни 1 фундаментные, стено­вые, облицовочные, бортовые; блоки для инженерных соору­жений; фильтрующий матери­ал , адсорбент, щебен ь, песок и порошок различного ■ назна­чения, облагораживателя и окислители почвы, флюс для металлургического производ­ства

Заполнители тяжелых и легких бетонов и растворов различного назначения; заполнители, я на­полнители асфальтовых бето­нов, наполнители пластмасс, ре­зин и других полимеров; сырье и компонент для 'Производства вяжущих веществ, стекла, си­таллов, со^ы, карбида кальция, хлористой извести и т. п.

Рекомендуемое применение  
в искусственно-переработанном  
виде

Группа Рекомендуемое применение

пород в естественном виде

Доломиты

Кварциты

Гипсовые

породы

Камни фундаментные, обли­цовочные, бортовые; ступени; окислитель почв; щебень, пе­сок, порошок различного на­значения, флюс для металлур­гического производства

Строительный, абразивный, ки­слотоупорный материал; жер­новые камни для размола дре­весины; футеровочный матери­ал; шары для шаровых мель­ниц, точильные камни и бру­ски; формовочные пески и т. п. Облицовочные плиты и камни, скульптурный и поделочный материал, облагораживатель почвы

Сырье и компонент для произ­водства ситаллов, магнезиаль­ных вяжущих, огнеупоров, ме­таллического магния, заполни­тели тяжелых бетонов и раство­ров; заполнители и наполни­тели асфальтовых бетонов; на­полнители пластмасс, резины у и других полимеров Сырье для производства дина­совых огнеупоров,1 стекла, си­таллов, искусстабразивов, фер­росилиция, фарфоровой эмали, ферросплавов и т. п.

Сырье для производства гип­совых вяжущих, сернокислого аммония, серной кислоты и дру­гих продуктов

угла двух смежных граней на всю высоту для пиленных бло­ков всех групп допускается не более 80 мм, а для колотых блоков всех групп — не более 150 мм. К блокам предъявля­ются .требования по неровностям скола лицевых поверхностей, которые, для пиленных блоков по верхней и нижней граням по наибольшему просвету под линейкой не должны превышать 100 мм, а для остальных граней — не более 150 мм. Для ко­лотых блоков групп I—-IV соответственно 100 и 200 мм; для блоков группы V эти величины допускаются по всем граням до 100 мм. Число отбитых углов на блоке не должно превы­шать три, длина скола отбитого угла по ребрх для пиленных блоков групп I—IV должна быть не более 150 мм, группы . V—60 мм, а для колотых—соответственно 200 мм (для I— IV групп) и 80 мм (для V группы). Допускается на каждом блоке одна диагональная трещина, просматриваемая на двух смежных гранях длиной до !/з размера грани,

■ Ёортовые камни должны изготовляться из горных пород не затронутых выветриванием и не содержащих включений пирита. Предел прочности при сжатии этих пород должен быть не менее 90 МПа для изверженных, 60 МПа для осадоч­ных и метаморфических пород, а их морозостойкость — не ме- \нее 100 ШПа для изверженных, 50 МПа для метаморфических и 25 МПа для осадочных пород. .

Переработка блоков является весьма трудоемким и доро­гостоящим процессом. Скрытые дефекты и нарушение моно­литности камня приводят часто к большим его потерям при переработке. Дефекты нарушения монолитности очень часто невозможно обнаружить визуальным осмотром, являющимся сейчас наиболее распространенным и для многих карьеров пока единственным;

Скрытые дефекты в блоках можно выявить с помощью различных методов неразрушающего контроля и, в первую очередь, методом ультразвуковой дефектоскопии. Для этих целей могут использоваться ультразвуковые дефектоскопы с повышенной помехозащищенностью. Эти приборы представ­ляют собой электронно-акустические устройства, позволяю­щие с высокой точностью измерять время распространения ультразвуковых колебаний в контролируемом объекте с базой контроля и на этой основе рассчитывать скорость распро­странения ультразвуковых колебаний. -

Зная скорость распространения ультразвуковых колебаний в заведомо бездефектном образце, можно судить о наличии в испытуемом образце различных трещин, неоднородных вклю­чений и других дефектов. Наиболее эффективным является прибор УКП-11А, работающий в диапазоне измерения вре­мени распространения ультразвуковых колебаний от 20 до 9999 мкс, при относительной погрешности измерения времени ± 1 % •

Акустические методы контроля монолитности камня в мас­сиве и на образцах могут осуществляться методами прозвучи- вания, поверхностного и поперечного профилирования, сква­жинного прозвучивания и каротажа.

Приборы УКП-11А, а также УК.Б-1М, УК-10П, УФ-90ПЦ могут успешно применяться в карьерах по добыче блоков об­лицовочного камня из пород высокопрочных, средней прочно­сти и мягких для выявления в массиве трещин, карстов, нару­шенных и выветренных зон на значительных базах.

При смачивании блока водой ,и последующей его сушке в результате визуального осмотра четко просматриваются трещины на блоке. На этом принципе основан метод цветной дефектоскопии, при котором применяются дешевые цветные легкосмываемые реагенты. Все шире начинает практиковаться люминесцентно-цветная и просто люминесцентная дефекто­скопия.

Однако, помимо того, что для производства этих дефекто­скопий необходимо иметь сложную специальную аппаратуру, при люминесцентно-цветной дефектоскопии нужно также иметь набор специальных покрывающих и смывающих реа-

гентов. Так, для подготовки исследуемой поверхности блока чаще всего используется спирт гидролизный марки А; для об­работки поверхности — индикаторная жидкость, состоящая из родамина 3%, спирта гидролизного 90% и эмульгатора ОП\*7 в количестве 7% ; для смывания индикаторного состава используется смесь гидролизного спирта 80 % и эмульгатора ОГГ-7 20 %; для обработки поверхности проявляющим соста­вом применяется специальный проявляющий лак, состоящий из нитроэмали белой 30 %, коллоида медицинского 30% и аце­тона 40%.

Люминесцентно-цветная, цветная и люминесцентная де­фектоскопии, называемые еще капиллярной дефектоскопией, имеют рассредоточенное применение.

Для дефектоскопии камня вполне приемлемы также рент­генографический и электроиндуктивный методы, но учитывая их ограниченное или строго локализованное применение, внедрение их в практику оценки качества блоков широкой поддержки не получило.

Весьма доступной и высоко достоверной оценкой трещино­ватости блоков является оценка по опытной распиловке на рамных или дисковых станках, позволяющая получить полную оценку качественно-количественных показателей трещинова­тости камня. Этот способ до настоящего времени является ос­новным, однако трудоемким и дорогостоящим.

Изучение трещиноватости камня любым из изложенных способов можно выполнять с высокой степенью точности, что позволяет не только произвести качественную оценку блоков, но дать заключение по ^целесообразности применения той или иной технологии добычи блоков, произвести оценку нарушен- ности массива на участках, непосредственно примыкающих к добычным забоям.

* 1. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОДУКЦИИ из ПРИРОДНОГО КАМНЯ
     1. Номенклатура продукции

Разнообразие пород, высокая прочность, сопротивляемость процессам выветривания и агрессивной среде, долговечность, выразительность декоративных качеств и другие физико-тех­нические свойства природного облицовочного камня обусло­вили широкую область его применения в народном хозяйстве.

Большой диапазон свойств природного облицовочного камня1 позволяет эффективно применять его для различных целей. В зависимости от назначения камня выделяются сле­дующие, основные направления его использования.

1. Здания: административные, культурно-бытового назна­чения (театры, дворцы культуры, кинотеатры, гостиницы, ма­газины и т. п.); научно-исследовательских и проектно-конст­рукторских организаций; учебных заведений; здравоохранения; вокзалов железнодорожного, воздушного, морского, речного и автомобильного транспорта; промышленных предприятий; жи­лые и др.
2. Сооружения: станции метрополитенов, подземные пере­ходы, фонтаны и декоративные бассейны, стадионы, подпор­ные стенки у зданий, парков и других объектов, ограждения, набережные, устои мостов и др.
3. Монументы и памятники в честь выдающихся историче­ских личностей и событий, скульптуры и мемориальные до- ски.
4. Детали машин: бумажной, керамической, цементной,

фарфоро-фаянсовой, электротехнической, станкортроитель- ной, металлургической лакокрасочной, пищевой и других от­раслей промышленности, ч

1. Дорожное и садово-парковое строительство/
2. Предметы народного потребления.

В соответствии с назначением камня к нему предъявляются соответствующие требования по размерам, форме, ; внешнему виду и другим качественным показателям. С учетом требова­ний, предъявляемым народным хозяйством, камнеобрабаты­вающей промышленностью выпускаются следующие виды изде­лий из природного облицовочного камня: плиты облицовочные пиленые из природного камня; изделия архитектурно-строи­тельные из природного камня; плиты декоративные на основе природного камня; заготовки гранитные для деталей машин; камни бортовые из горных пород; брусчатка; предметы народ­ного потребления. -

Показатели свойств, которым должны удовлетворять изде­лия из природного камня, условия хранения и транспортирова­ния регламентируются соответствующими стандартами.

* + 1. Плиты облицовочные пиленые

Облицовочные плиты наиболее широко применяются в стро­ительстве зданий и сооружений: Поэтому они являются основ­ным видом продукции, выпускаемой камнеобрабатывающими предприятиями.

Плиты облицовочные пиленые изготовляются из - прочных горных пород — гранита, габбро, сиенита, диорита, базальта, кварцита (предел прочности при сжатии в сухом состоянии не менее 90 МПа); пород средней прочности — лабрадорита, диа­база, порфирита, андезита, гнейса, трахита, мрамора, мрамори- зованного известняка, конгломерата, природной брекчии (пре-

Л1 а б л и ц а 1,16

**Характеристика фактур лицевой поверхности облицовочных плит и архитектурно-строительных изделий из природного камня**

фактура

Характеристика фактуры

Способы получения  
фактур

Абразивные фактуры

Пиленая вида А

Пиленая вида Б

Пиленая вида Бх

Обработан­ная ультра­звуком

Шлифован­

ная

Лощеная

Полирован­

ная

Термообра­

ботанная

Точечная

«Скала»

Неравномерно шероховатая поверх­ность с неровностями в виде прямо­линейных и криволинейных царапни борозд, выступов с неровностями рельефа высотой до 3 мм

Неравномерно шероховатая поверх­ность с резкими штрихами от зерен крупного абразива в виде борозд с выступов с неровностями рельефа высотой до 3 мм

То же, что и пиленая вида Б, но очи­щенная от шлама и следов окислов

Матовая поверхность с выявленным цветом и структурой камня

Равномерно шероховатая поверхность со следами обработки инструментом с неровностями рельефа до 0,5 мм

Гладкая матовая поверхность без следов обработки, полное выявление цвета и структуры камня

Зеркальный блеск на поверхности изделий, четкое отражение предметов

Фактуры скалывани

Шероховатая поверхность со следами шелушения камня с неровностями рельефа высотой до 10 мм

Равномерно шероховатая поверхность с неровностями рельефа высотой до 2 мм

Околотая поверхность с широкими сколами и острыми гребнями с неров­ностями рельефа высотой от 50 до 200 мм без следов инструмента

Распиловка камня алмаз­ным инструментом

Распиловка камня со сво­бодным абразивом — штрипсовыми полотнами с чугунной дробью или сечкой

Обработка стальными щетками, пескостр уйным аппаратом, кислотой или другим химическим спо­собом

Ультразвуковая обработ­ка фактур А и Б

Шлифованная абразивами

Шлифование микропо- рошковыми абразивами без накатки глянца

Обработка полироваль­ным инструментом — вой­локом, фетром с полиро­вальными порошками

я

Обработка высокотемпе­ратурной и высокоско­ростной струей газа тер­моинструмента

Обработка крестовой бу­чардой

Скалывание камня за­кольником или раскалы­вания камня на колочном станке инденторами (но­жами)

дел прочности при сжатии не менее 40 МПа); низкопрочных пород — пористого базальта, песчаника, известняка, доломита, вулканического туфа, ракушечника, гипса (предел прочности при сжатии 4—30 МПа),

Размеры плит, предъявляемые к ним технические требова­ния, правила приемки, методы испытания, маркировка, упа­ковка, транспортирование и хранение регламентированы ГОСТ 9480—77. В соответствии с указанным стандартом облицовоч­ные плиты по ширине разделяются на пять групп: I — 800— 1200 мм; И —600—800 мм; III —300—600 мм; IV— 150— 300 мм, Пятую группу составляют полоска и шашка шириной 20—150 мм. Длина плит устанавливается не менее ширины, но не более 1500 мм. Размеры плит по ширине и длине должны быть кратными 10 мм. Толщина плит I—II групп —20—30 мм, остальных групп —10—30 мм с градацией через 5 мм. Для плит из мраморизованного известняка, туфа, ракушечника, из­вестняка допускается толщина плит 40 мм. Облицовочные пли­ты должны изготовляться прямоугольной и квадратной формы. Допускается по соглашению сторон производство плит косо­угольной формы.

Допускаемые отклонения от размеров и качества лицевой поверхности не должны Превышать: по толщине ±3 мм, по длине и ширине ± 1 мм, от прямого угла смежных граней на 1 м длины ±1 мм, неплоскостность на 1 м длины для плит первой категории всех видов пород, а также гранита и других прочных пород, аттестуемых на государственный Знак качества,—±2 мм, для плит из мрамора, известняка, травер­тина, песчаника, туфа, и других горных пород, аттестуемых на государственный Знак качества,— ±1 мм. Размеры каверн и раковин на плитам из травертина, туфа и ракушечника не дол­жны превышать для плит первой категории 50 мм, для плит, аттестуемых на государственный Знак качества, — 30 мм.

Плиты не должны иметь трещин и поверхностных каверн. На плитах из цветного Мрамора и мраморизованного извест­няка допускаются трещины, просматриваемые не более, чем на треть ширины плиты и каверны, которые должны быть за­деланы мастикой, неуухудшающей эксплуатационные и деко­ративные качества плит.

Облицовочные плиты из природного камня выпускаются со следующими фактурами обработки: полированная, лоще­ная, шлифованная, пиленая А, пиленая Б, обработанная ульт- тразвуком и термообработанная. Характеристика фактур при­ведена в табл. 1.16.

* + 1. Архитектурно-строительные изделия

Архитектурно-строительные изделии, наряду с облицовоч­ными плитами, являются распространенным видом продукции из природного камня выпускаемой камнеобрабатывающими предприятиями.

Типы и основные размеры, технические требования, правила приемки, методы испытания, маркировка, упаковка и хранение архитектурно-строительных изделий регламентированы ГОСТ 23342—78. К архитектурно-строительным изделиям относятся плиты цокольные, накрывочные, подоконные, ступени цельные, проступи и подступенки, парапеты, изготовляемые по рабочим чертежам, утвержденным в установленном порядке, и профиль­ные изделия — колонны, базы колонн, карнизы, шары, баля­сины, детали мостов и набережных, плинтусы, порталы, детали фонтанов и декоративных бассейнов, изделия для монументов и другие, изготовляемые по индивидуальным заказам.

Плиты цокольные, накрывочные, подоконные и ступени цельные изготовляются из гранита, сиенита, габбро, диорита, лабрадорита, андезита, кварцита и других прочных пород, а также мрамора, плотного известняка и доломита, песчаника; проступи — из указанных пород, кроме песчаника; парапеты — из гранита и других прочных пород; профильные изделия — ко­лонны, базы колонн, карнизы, порталы, шары, детали фонта­нов и декоративных бассейнов — из гранита и прочных пород, мрамора; детали мостов и набережных — из гранита и проч­ных пород; балясины — из плотных не трещиноватых пород без каверн; изделия для монументов — в основном из гранита и прочных пород.

В зависимости от способа изготовления архитектурно-строи­тельные изделия могут быть пиленые и колотые. Плиты цо­кольные и накрывочные, ступени цельные и парапеты изго­товляются пиленые и колотые, плиты подоконные и проступи — пиленые. Профильные изделия изготовляются из пиленых и ко­лотых заготовок.

Плиты цокольные и накрывочные пиленые, ступени цельные пиленые и проступи выпускаются с полированной, лощеной, шлифованной, пиленой всех видов, обработанной ультразвуком, термообработанной, точечной фактурами лицевой поверхностью. Плиты цокольные и накрывочные колотые, а также ступени цельные колотые выпускаются с фактурами: полированная, ло­щёная, шлифованная, термообработанная, точечная. - Плиты цокольные пиленые и колотые могут иметь фактуру «скала».

Подоконные плиты выпускаются с полированной, лощеной и шлифованной фактурами. Передняя грань подоконных плит может быть прямой и закругленной, на нижней стороне плиты у передней грани выполняется слезник для стока воды.

Таблица 1Л7

Размеры основных архитектурно-строительных изделий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Изделия | длина | Размеры, мы ширина | высота  (толщина) |
| Цокольные плиты | 500—1500 | 200—1200 | 40—60 |
| 500—1500 | 200—1200 | 100-300 |
| Накрывочные плиты | 500—1500 | 200—500 , | 15—40 |
| 500—1500 | 200—500 | 100-г—150 |
| Подоконные плиты (пиленые) | 600—1500 | 220—400 | 20, 25, 30, 40 |
|  | 600—1500 | 260—400 | 80—120 |
| Ступени цельные | 600—1500 | 260—400 | 120—170 |
| Проступи (пиленые) | 600—1500 | 300—400 | 20-40 |
|  | 500—1500 | 500—1200 | 80—200 |
| Прямоугольные парапеты | 500—1000 | 500—800 | 200—300 |
| Криволинейные парапеты (колотые) | 500—1500 | 800—1200 | 300—400 |

Примечание. В числителе приведены размеры пиленых изделий, в знаме­нателе — колотых.

Парапеты пиленые изготовляются с полированной, пиленой всех видов термообработанной и точечной фактурами лицевой поверхности, а парапеты колотые и криволинейные — с поли­рованной, термообработанной и точечной фактурами.

Профильные изделия изготовляются в основном со следую­щими фактурами лицевой поверхности: колонны, базы колонн, карнизы, порталы, шары —полированная, лощеная, точенная; детали фонтанов и декоративных бассейнов — полированная; балясины — полированная; детали мостов и набережных — пи­леная всех видов, термообработанная, точечная, «скала»; изде­лия для монумгентов — полированная, термообработанная точеч­ная, «скала».

- Основные размеры архитектурно-строительных изделий при­ведены в табл, 1.17.

Размеры архитектурно-строительных изделий по длине и ширине должны быть кратными 10 мм.

Допускаемые отклонения (мм) по размерам для изделий, получаемых путем распиливания — по толщине \_ ±3, по длине и ширине ±1, от прямого угла смежных граней на 1 м длины ± 1,5, неплоскостность 1 м длины ±2, кроме изделий из мрамора, известняка, песчаника и низкопрочных пород выс­шей категории качества, для которых это отклонение состав­ляет ± 1 мм; для изделий, получаемых путем раскалыва­ния — при фактуре лицевой поверхности полированной, ло­щеной, шлифованной и первой категорий качества по толщине ±3, по ширине и длине ±2, от прямого угла смежных граней на 1 м длины ±1,5, неплоскостность на 1 м длины ±2; тех же фактурах и высшей категории качества соответственно ±2, ±1, ±1,5, ±2 мм; при фактурах лицевой поверхности термообра­ботанная, точечная и первой категории качества по толщине ±10 мм, по. длине и ширине ±5, отклонения от прямого угла смежных граней на 1 м длины ±3, неплоскостность на 1 м длины ±4; тех же фактурах и высшей категории качества со­ответственно ±5, 3, 2, 3 мм.

Изделия из гранита и других прочных пород не должны иметь трещин и поверхностных каверн. На изделиях из цвет­ного мрамора и мраморизованных известняков допускаются трещины, просматриваемые не более чем на треть ширины из­делия, которые должны быть заделаны мастикой, не ухудшаю­щей эксплуатационных и декоративных качеств изделий.

* + 1. Плиты декоративные на основе природного камня

Плиты декоративные на основе природного камня изготов­ляются с использованием декоративного щебня из природного камня, кусков природного камня произвольной формы и неор­ганических или синтетических связующих.

В зависимости от способа изготовления плиты разделяются ца три типа: I — прессованные или формованные; II — пиленые из искусственных отформованных блоков; III —склеенные из кусков камня правильной или произвольной формы.

Размеры плит (в мм) следующие: I тип-длина 200—800, ширина 200—600, толщина 10, 15, 20, 25, 28, 30, 40; II тип — длина 200—1500 ширина 200—1200, толщина 10, 15, 20; 25, 30, 35, 40; III тип —длина и ширина 200—600, толщина 10, 15, 20, 25, 30, 40. Допускаемые отклонения от размеров для плит высшей категории качества по длине и ширине в мм: ±1, по толщине ±2, от прямого угла смежных граней на 1 м длины ±1‘, неплоскостность на 1 м длины ±2; для плит первой ка­тегории качества соответственно ±2, ±3, ±2, ±2.

; Фактура лицевой поверхности плит может быть полирован­ной, лощеной, шлифованной или пиленой вида А (см. табл. 1.16).

* + 1. Основные области использования природного камня

Эффективность применения природного камня цв строи­тельстве достигается при всестороннем учете условий его экс­плуатации в зданиях и сооружениях. Природный облицовочный камень применяется для наружной и внутренней облицовки.

Наружная облицовка. В наиболее сложных условиях экс­плуатации находится камень, применяемый для наружной об­лицовки. Поэтому при выборе камня для наружной отделки определяющим требованием является его долговечность.

Для отделки цоколя, стилобата, колонн, пилонов, порта­лов, лестниц, подпорных стенок, ограждений, фонтанов и де­коративных бассейнов, набережных, мостовых устоев приме-, няются архитектурно-строительные изделия и облицовочные плиты из прочных пород— гранита, сиенита, габбро, лабрадо­рита, диорита, базальта и кварцита и других. Отделка стен и пилястров фасадов производится в основном облицовочными плитами известняка и туфа. На ряде уникальных зданий и со-' оружений для этих целей применяются прочные горные породы, мрамор, т'равертин. Однако следует отметить, что мрамор и травертин в наружной отделке в районах с минусовой темпера­турой и в связи с относительной загазованностью атмосферы довольно неустойчивы — через 10—15 лет полировка на лице­вой поверхности исчезает, на изделиях из мрамора образуются каверны и трещины, травертин в зонах раковин разрушается.

Внутренняя облицовка. Условия эксплуатации камня во внутренней отделке в связи с относительно постоянным темпе­ратурным и влажностным режимом благоприятны. Поэтому для внутренней отделки зданий и сооружений применяются все виды природного облицовочного камня. Обновным изделием для внутренней отделки являются облицовочные плиты.в

Полы и лестницы вестибюлей зданий и сооружений, осо­бенно с интенсивным движением отделываются облицовочными плитами1 из прочяых пород; стены, колонны и другие элементы, как правило,-—’облицовочными плитами из мрамора, травер­тина, ракушечника, туфа, гипсоангидрита и других пород. Для полов и лестниц также широко применяются мраморные об­лицовочные плиты.

Плиты декоративйые на основе природного камня приме­няются в основном для полов зданий и сооружений. Плиты из искусственно отформованных блоков могут применяться для стен.

Монументы, и памятники< Для сооружения монументов и па­мятников применяются архитектурно-строительные изделия: крупные обработанные блоки, цокольные плиты, парапетные камни, карнизы, ступени, проступи, другие изделия и облицо­

вочные плиты из прочных горных пород, обладающих высо­кими декоративными качествами. Мемориальные доски изго­товляются из облицовочных плит прочных пород и мрамора.

Детали машин из природного камня. Камнеобрабатываю­щими, предприятиями детали машин (технические изделия) из природного камня выпускаются в виде заготовок установлен­ных размеров и формы. Основной номенклатурой заготовок де­талей машин из природного камня являются: валы для бу­мажной промышленности, катки и поды для бегунов керамиче­ской, цементной, фарфоро-фаянсовой, электротехнической про­мышленности, заготовки станин прецезионных станков и уста­новок, детали травиальных ванн металлургической промыш­ленности, вальцы пищевой и лакокрасочной промышленности, жернова для пищевой промышленности.

Заготовки гранитных рубашек валов и вальцев, работаю­щих при скорости до 700 м/мин должны изготовляться из све­жего невыветрелого мелкозернистого и среднезернистого гра­нита для валов, и только мелкозернистого — при скорости свыше 700' м/мин. К камню предъявляется ряд требований гео­лого-структурного порядка. Так, в граните не допускается вкрапление крупных зерен полевого шпата в виде пятен диа­метром более 15 мм, наличие кварцевых и других жил, секу­щих гранит шириной более 5 мм на расстоянии ближе 0,5 м от торцов вала, а также темные полоски, сложенные другими минералами, шириной более 20 мм любого направления, даже если ойи не нарушают структуру и прочность камня, но отли­чаются от цвета рубашки вала. К граниту предъявляется ряд требований по физико-механическим свойствам, которые в за­висимости от типоразмеров заготовок рубашек делятся на две группы. К первой группе относятся заготовки диаметром свыше 300 мм и длиной бочки более 1500 мм, а также заготовки всех типоразмеров, поставляемых на экспорт. К второй группе от­носятся все остальные заготовки гранитных рубашек.

По своим прочностным Свойствам камень, идущий на за­готовки валов первой группы, должен иметь средние пределы прочности при сжатии в воздушно-сухом состоянии не ниже 145 МПа, а водонасыщенном состоянии — не менее 100 МПа, причем расхождения отдельных результатов испытаний не дол­жны быть более 20 %. Средний предел прочности при изгибе должен быть не менее 27,5 МПа, а расхождение отдельных результатов испытаний не должно превышать 5 %.

Хранит, используемый для изготовления заготовок рубашек, относящихся ко второй группе, должен иметь предел проч­ности при сжатии в воздушно-сухом состоянии не менее 120 МПа, а в водо насыщен ном состоянии —не ниже 90 МПа с расхождением отдельных результатов испытаний не превы­шающим 20%.

Заготовки валов, вальцев, станин в дальнейшем обрабатыт ваются на машиностроительных заводах, на которых деталям придается высокая чистота обработки и точность плоскостей поверхности.

Технические требования к деталям машин регламентиру­ются соответствующими стандартами. Техническими условиями ТУ21 УССР 26—81 обусловлены следующие размеры заготовок деталей машин в мм: валы — диаметр 300—1100, длина 1400—. 5200; вальцы —диаметр 240—600, длина 350—1700; катки — , диаметр 650—1800, высота 100—650; поды —диаметр 610—2800, высота 90—600. Отклонения от указанных размеров допуска­ются для валов и вальцев по диаметру и длине ±5 мм, для катков и подов соответственно ± 10 мм.

Поверхность всех заготовок, изготовляемых из гранитов, должна соответствовать термоструйной фактуре обработки.

Камень для изготовления досок электротехниче\* ских регламентируется сопротивлением на изгиб, водопогло\* щением, удельным объемным электрическим сопротивлением, электрической прочностью в воздухе, В зависимости от электро­технических свойств доски разделяют на два класса: А — изго­тавливаемые из мрамора; Б — изготавливаемые из мраморизо- ванных известняков и доломитов.

Требования промышленности к дородам, используемым для производства кислотоупорных, щелочестойких, жароупорных и других технических изделий регламентируются соответствую­щими государственными стандартами.

Изделия для дорожного строительства, В настоящее время из природного камня для дорожного строительства изготовля­ются бортовые и брусчатые камни.

Бортовые камни (ГОСТ 6666—81) предназначаются для отделения проезжей части улиц и дорог от тротуаров и га­зонов, а в городских парках, скверах и на бульварах — пеше­ходных дорожек и тротуаров от газонов.

Бортовые камни изготовляются из изверженных, метамор­фических и осадочных горных пород, не затронутых выветри­ванием и не имеющих открытых трещин, механической проч­ностью при сжатии 90—60 МПа и морозостойкостью 100—25. В зависимости от способа изготовления бортовые камни могут быть пиленые и колотые, прямоугольной и криволинейной формы. Бортовые камни изготовляются длиной 700—2000 мм. В зависимости от назначения ширина камней принимается 80— 200 мм, а высота 200—600 мм. Фактура обработки лицевой поверхности камней — пиленая, термообработанная, точечная. Бортовые камни, отделяющие пешеходные дорожки и тротуары от газонов, могут быть с колотой лицевой поверхностью. Откло­нения от установленных размеров бортового камня допуска­ются в мм: по высоте для пиленых ±15, колотых ±30, по ши­рине верхней горизонтальной грани соответственно ±3 и ±5.

Брусчатые камни (ГОСТ 23668—79) предназначаются Для устройства покрытия на городских площадях, улицах, трамвайных путях и городских автомобильных дорогах. Они изготовляются только из изверженных горных пород прочно­стью не менее 100 МПа и морозостойкостью" не менее 100.

Брусчатые камни должны иметь форму усеченной пирамиды с параллельными прямоугольными основаниями. В зависимости от размеров брусчатые камни изготовляются трех типов: вы­сокие, средние, низкие; размерами по длине и ширине верхней грани и высоте, соответственно, 250, 125, 160 мм; 250, 125, 130 мм; 200, 100, 100 мм. При механическом производстве до­пускается изготовление брусчатых камней в виде прямоуголь­ных параллелепипедов указанных размеров. Верхние грани камней должны иметь шероховатую поверхность с выступами й впадинами высотой или глубиной 2—3 мм. Отклонения раз­меров камней в мм от номинальных для первой категории ±25, для высшей категории ±15; по ширине и высоте по категориям соответственно ±15 и ±10.

предметы народного потребления. Камнеобрабатывающими предприятиями для реализации населению из природного камня изготовляются следующие предметы народного потреблений:

' су&енйрные изделия1-— письменные приборы, подставки для часов, пепельницы, броши, кулоны и т. п.;

культурно-бытовые изделия —декоративные полки, подстав­ки, журнальные столики, вазы, каминные решетки и т. п,;

ритуальные изделия—надгробные памятники и мемориаль­ные доски. -

Сувенирные изделия изготовляются из цветного мрамора, лабрадорита,: декоративных гранитов, а также из поделочного камня (яшмы, родонита, оникса, нефрита и др.).

Для изготовления изделий культурно-бытового назначения используют белый и цветной мрамор, гипсоангидрит, иногда другие породы.

Памятники изготовляются из габбро, лабрадорита, гранита, базальта, диабаза, диорита, андезита, сиенита, кварцита, мра­мора. Обычно изготовление памятников осуществляется по ти­повым проектам и с размерами, установленными республикан- скими стандартами; иногда по индивидуальным проектам; ут­вержденным в установленном порядке. Из всех видов товаров народного потребления наибольшая доля приходится на па­мятники.

1. БЛОЧНОСТЬ, ДЕКОРАТИВНОСТЬ И ГЕОМЕТРИЗАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
   1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИИ

По богатству и разнообразию природных облицовочных кам­ней Советский Союз занимает ведущее место в мире, оказы­вает определяющее влияние на состояние и степень освоения минерально-сырьевой базы и на характер облицовочных мате­риалов и изделий из природного камня, используемых в совре­менном строительстве.

Существующая минерально-сырьевая база облицовочного камня на 01.01.1983 г. в стране составляла 322 разведанных ме­сторождения, Из которых 156 представлены высокопрочными по­родами типа гранитов и 166 мягкими и породами средней проч­ности (известняки, мраморы, туфы, травертины, гипсы и Др.). По запасам высокопрочные породы занимают 28 % общих за­пасов облицовочных камней.

Наибольшее число разведанных запасов сосредоточено в РСФСР (35,3%), Армянскбй ССР (20,0%), Украинской ССР (17,8 %), Грузинской ССР (12,9%). Небольшие запасы учтены на территории Азербайджанский ССР (4,3%), Узбекской ССР (3,8%), Киргизской ССР (2,8%), Казахской ССР (1,2%), Таджикской ССР (0,9%). В остальных республиках запасы облицовочного камня весьма ограничены..

Около 160 месторождений в настоящее время разрабаты­вается. В нашей стране ежегодно добывается порядка 3,8 млн. м3 облицовочного минерального сырья, из которого извлека­ется около 800 тыс. м3 блоков, используемых длц переработки на облицовочные материалы и изделия, в том числе блоки из высокопрочных пород составляют около 180 тыс. м3.

Себестоимость добычи 1 м3 блоков колеблется от 20 до 500 руб. Выход блоков из добываемого в карьере минераль­ного облицовочного сырья варьирует от 10 до 60%. Остальная часть добываемого минерального сырья используется для про­изводства малоценной второстепенной продукции типа щебня, дробленого песка, муки, отсева и других ее видов.

Перечень основных месторождений природных камней и их некоторые свойства приведены в табл. 2.1.

Токовское (УССР), гранит Кудашевское (УССР), гранит Янцевское (УССР), гранит Капустинское (УССР), гранит Корнинское (УССР), гранит КРростышевское (УССР), гранит Емельяновское (УССР), гранит Слипчнцкое (УССР), габбро-норит Головинское (УССР), лабрадорит Каменнобродское (УССР), лабрадорит Слободское (УССР), габбро \*

**Основные физико-механические и горнотехнологнческие свойства месторождений природного камня СССР**

'"и\_ ! г— —

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 ' —  Месторождение (место на хожде Мне), по рода | Плотность р, т/м\* | Пористость Р. % | Предел  прочности при сжатии (Тсж, МПа | Коэффициент размягчения, £р. доли единицы | Истирае­мость И, г/см\* |
| Ропручейское (РСФСР), габбро-диабаз  Кашина Гора (РСФСР), гранит  Шокшинское (РСФСР), кварцит м&линовый  Слоскюянсаары (РСФСР), гранит  Рускеала I (РСФСР), мрамор-доломитовый  Уккомяки (РСФСР), гнейсогранит  Каарлахтинское (РСФСР), гранит  Возрождение (РСФСР), гранит  Прохорово-Баландинское (РСФСР), мрамор  Уфалейское (РСФСР), мрамор  Кваркенское (РСФСР), мрамор  Рыбалки некое (РСФСР),'диорит кварцевый  Пуштулимское (РСФСР), мрамор  Кибик-Кордонское (РСФСР), мрамор  Изербельское (РСФСР), гранит  Буровщина (РСФСР), мрамор  Орленок (РСФСР), гранодиорит  Каменногорское (РСФСР), гранит  Агурское (РСФСР), мраморизованный известняк  Джемагатское (РСФСР), мрамор .  Поповохуторское (РСФСР), известняк  Сибирское (РСФСР), гранит  Головыринское (РСФСР), гранит  Полевское (РСФСР), мрамор  Мраморское (РСФСР), мрамор  Коелгинское (РСФСР), мрамор  Каарма (Эст. ССР), доломит  Карьер Надежды (БССР), мигматит | 3,10  2.63  2.65   1. 2,76   2.71  2.69  2.69   1. 2,79 2. 2,80 3. 2,76 2,78^2,86 4. 2,79 2,73   2.63  2,71—2,76  2,75  2.72  2.72   1. 2,73   2.72  2.70  2.72  2.72  2.72   1. 2,84 2,68 | 0,81  0,53  0,33  0,31  0,98—1,34 1,51  0,27—5,09  1,42  0,02—2,00  0,35—3,48  2,95  0,37—0,49 Т, 17-1,52 0,10-0,38 1,49  0,37—2,61  0,30—1,80  0,10—1,11  0,13—4,77  2,30  ч 49  0,08^-0,78 1,10—4,00 0,37—0,49 23,60—25,77 0,6—1,2 | 182,9—222,0   1. 249,0 121,8—329,0 2. 260,0 3. 118,0 4. 330,0 5. 220,0 6. 242,0 7. 166,0 478—1350 817—1738 982—1959   828  512—1417  1272  459—926  1297  771—2400  1320  310—1200 431—1052 1237—2090 1365-2707 504—1126 113—852 512—1417 358—374 1420 | 0,72  0,87  0,95  0,87  0,71-0,96  0,71  0,81  0,84—0,88  '0,82—1,00  0,70—1,00  '■ 0,83—0,88 0,86 0,82 0,90 0,83 0,93 0,71  0,75-0,97  0,66—0,96  0,91  0,72—0,90  0,82  0,70—0,74  0,72 | 0,44  0,24  0,18  0,20  0,34  0,23  1,62  1,57  1,03  0,30  0,93  0,66  0,38  0,46  1,17  2,74  2,44 |

Райковское (УССР), гранит Горбулевское (УССР), габбро Требушанское (УССР), мрамор Ковачское (УССР), туф Жежелевское (УССР), гранит Тывровское (УССР), гранит Богуславское (УССР), гранит Журавновское (УССР), гипс Клесовское (УССР), гранит Ясцогорское (УССР), габбро Старо-Бабанское (УССР), гранит Танское (УССР)., гранит Теребовлянское (УССР), песчаник Ново-Даниловское (УССР), гранит Константиновское (УССР), гранит Трикратненское (УССР), гранит Софиевское (УССР), гранит Курсебское (Груз. ССР), тешенит Салиетское (Груз. ССР), мрамор изованны й известняк Молитское (Груз. ССР), мраморизованный известняк Лопотское (Груз. ССР), мрамор Садахлинское (Груз. ССР), мраморизованный извест­няк

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2,66—2,71 | 0,6—3,10 | 1255—1495 | 0,77—0,96 | 0,30 |
| 2,71 | 0,75—2,45 | 1000—1400 | 0,82—0,99 | 0,45 |
| 2,62—2,82 | 0,37—2,66 | 944—2330 | 0,78—0,98 | 0,32 |
| 2,71 | 1,60 | 1810—2170 | 0,88 , | 0,48 |
| 2,65—2,69 | . 2,22 | 1279—1633 | 0,74—0,90 | 0,48 |
| 2,65 | 0,40—4,10 | 1109—1664 | 0,75—0,97 | 0,32 |
| 2,66 | 0,61—4,30 | 1275—1451 | 0,75—0,99 | 0,22 |
| 2,92—3,08 | ■ — | 1100—2272 | 0,88—0,99 | 0,68 |
| 2,70 | 0,40—4,80 | 1144—1305 | 0,80—1,00 | 0,50 |
| 2,90—3,04 | 0,34—1,36 | 1214—1412 | 0,87—0,96 |  |
| 2,73—2,87 | 0,36—3,36 | 873—1000 | 0,74 | —. |
| 2,65—2,74 | 0,40—1,50 | 1370—2162 | 0,85—0,90 | — |
| 2,73—3,00 | 0,40—0,80 | — | — | 0,51 |
| 2,72 | 0,70 | 1140 | 0,99 | — |
| 2,30—2,50 | 20,1—52,70 | 450 | 0,70—0,96 | — |
| 2,64—2,79 | 2,03 | 1310—1564 | 0,97 | 0,38 |
| 2,64—2,96 | 0,8—2,4 | 1500 | 0,89 | 0,32 |
| 2,63—2,70 | 0,64—2,49 | 999—1817 | 0,89 | 0,29 |
| 2,71 | — | 220 | — | — |
| 2,61—2,80 | 0,36—3,30 | 979—1447 | 0,78—0,98 | ■ — |
| 2,78—3,10 | 0,40—4,20 | 1220—2672 | 0,78—1,00 | — |
| 2,65 | 0,4—3,8 | 1277—1740 | 0,80—0,98 | — |
| 2,60—2,67 | 0,4—4,6 | 976—1498 | 0,77—0,98 | 0,10 |
| 2,50—2,84 | — | 490—850 | 0,74—0,83 | — |
| 2,67—2,71 | 1,11—2,21 | 1042—1675 | 0,93 | — |
| 2,68 | 1,27 | 1080—1963 | 0,81 | — |
| 2,61—2,75 | 0,40—4,80 | 1218—1762 | 0,72 | — |
| 2,63—2,72 | 0,4—3,2 | 1120—1615 | 0,67 | — |
| 2,71—2,90 | 1,75—10,50 | 888—1797 | 0,70—1,00 | 0,35 |
| 2,72 | 2,93 | 738—1200 | 0,81—0,89 | 1,17 |
| 2,71 | 0,85—0,86 | '500—850 | 0,92—1,00 | 0,57 |
| 2,61—2,83 | 0,21—2,40 | 550—1529 | 0,72—0,97 | — |
| 2,69—2,73 | 0,98—1,34 | 530—1183 | 0.71—0,96 | 1,00 |
| 2,50—2,70 | 1,00—3,30 | 280—1000 | 0,74—0,82 | — |
| 2,44—2,74 | 2,74—2,60 | 153—633 | 0,43—0,97 |  |

Чогнарское (Груз. ССР), мраморизованный известняк Экларское (Груз. ССР), известняк

Месторождение  
(местонахождение), порода

Годоганское (Груз. ССР), мраморизованный известняк Дизское (Груз, ССР), мрамор Ратеванское (Груз. ССР), базальт Ильтойское (Груз, ССР), мраморизованный известняк Черепановское (Груз. ССР), базальт '

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Плотность р, т/м® | Пористость Р, % | Предел  прочности при сжатии Осж МПа | Коэффициент размягчении, \*р, доли единицы | Истирае­мость И, г/см® |
| 2,52—2,70 | 0,01—2,50 | 400—900 | 0,82 |  |
| 2,60—2,70 | 0,01—3,00 | 410—985 | 0,81 |  |
| 2,90 | — | 826—1154 | 0,83—0,99 |  |
| 2,78 | — | 710—П00 |  | " |
| — | — | 810—1150 | , 0,86 |  |
| 2,68—2,77 | 5,60—20,0 | 200—600 | 0,86 | — |
| 2,34—2,70 | 13,0—22,0 | 403—1229 | 0,86^-0,95 |  |
| 2,34 | 2,15 | 240—562 | 0,64—0,98 |  |
| 2,71 | — | 1570 ■ |  | . |
| 2,66—2,76 | 33,60 | 86—192 | 0,70—0,75 - |  |
| 2,58—2,69 | 35,10 | ' |  |  |
| 2,58—2,69 | ■ .—. | 20—240 |  |  |
| 2,66—2,70 | 36,6—40,8 | 24—170 | 0,67—0,75 | ' « |
| 2,61—2,72 | 37,2 | 30—190 | . |  |
| 2,48 | 36,3—52,1 | 37—217 | 0,71—0,99 |  |
| 2,55—2,69 | 27,10 | 389 | 0,76 |  |
| 250 | 30,00 | 575 | 0,72—0,83 |  |
| 2,62 | 34,30 | 67—552 | 0,94 |  |
| 2,70 | 24,80 | 513 | 0,69 |  |
| 2,21—2,78 | 27,9—65,0 | 49—431 | 0,82 |  |
| 2,60 | 39,60 | 183 | 0,84 |  |
| 2,42—2,69 | 41,80 | 181 | 0,83 |  |
| 2,43—2,61 | 35,03—47,80 | 62—191 | 0,7—1,0 |  |
| 2,57 | 30,94 | 245 | 0,84 | і |
| 2,54 | 36,80 | 16—492 | 0,85—0,94 | — |
| 2,88—2,92 | 5,49—10,31 | 767—1086 | 0,74—0,96 | ■— |
| 2,68—2,85 | 21,24—35,20 | 274—496 | 0,79—1,00 |  |
| 2,73 | 0,95 | 1740 | 0,83 |  |

Гумистинское (Груз. ССР), мраморизованный извест­няк

Болнисское (Груз. ССР), туф Чивчавское (Груз. ССР), туф Скурское (Груз, ССР), доломит Гюльбахтское (Аз. ССР), известняк Заринбахское (Аз. ССР), мраморизованный известняк Дашкесанское (Аз. ССР), мраморизованный известняк Шахтахтинское (Аз. ССР), травертин Халачское (Аз. ССР), мраморизованный известняк рвандакертское (Арм. ССР), туф Цатер-Качаганекое (Арм. ССР), туф Керплинское (Арм. ССР), туф Какавадзорское (Арм. ССР), туф Мартиросское (Арм. ССР), туф Артикское (Арм. ССР), туф Сарнахпюрское (Арм. ССР), туф Гюллибулагское (Арм. ССР), туф Спитакасарское (Арм. ССР), туф Агавнатунекое (Арм. ССР), туф Мансянское (Арм. ССР), туф Арамусское (Арм. ССР), базальт Шакийское (Арм. ССР), базальт Араратское (Арм. ССР), мрамор

Агверанское (Арм. ССР), мрамор Араратское (Арм. ССР), травертин Артавадское (Арм. ССР), травертин Е ко нова некое (Арм. ССР), мраморизованный извест­няк

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2,71—2,72 | 0,21—0,55 | 1003 | 0,89—0,93 | ■ . |
| 2,74 | 8,20 | 470 | 0,81 | — |
| 2,74 | 3,49—28,3 у | 215—891 | 0,72—0,97 | — |
| 2,72 | 1,32 | 700 | 0,80 | — |
| 2,72 | 1,36 | 717 | 0,85 | — |
| 2,74 | 3,10 | 1120 | 0,71 | — |
| 2,78—2,97 | 0,46—2,63 | 1392—1878 | 0,72—0,86 | 0,40 |
| 2,73 | 1,30 | 768 | 0,94 | — |
| 2,60 | 1,49 | 1004 | 0,85 | 0,18 |
| 2,65 | 1,90 | . 1300 | 0,85 | — |
| 2,72 | 0,37—0,74 | 1409 | 0,89 | — |
| 2,72 | 0,30 | 800—944 | 0,84—0,88 | 0,15 |
| 2,73 | 1,64 | 1709 | 0,85 | — |
| 2,70 | 0,59 | 1011 | —. | — |
| 2,71—2,73 | 0,50—2,58 | 1015—1444 | 0,90 .. | 1,94 |
| 2,71—2,80 | 1,71 | 650 | 0,84 | ■ — |
| 2,63—2,70 | 0,26—1,00 | 1100—2700 | 0,83—0,95 | — |
| ,, | — | 848—1261 | — | — |
| 2,65—2,67 | 1,51—2,25 | " 740 | 0,81 | — |
| 2,70 | 0,52 . | 315—1100 | 0,72 | — |
| 2,67 | 00  1  сл  ОО | 575 | — | — |
| 2,69—2,73 | 0,10—0,11 | 310—1200 | 0,75—0,97 | — |
| 2,65-2,78 | — | 500—1576 | 0,71—1,00 | — |
| 2,68 | 0,32 | 1510 | — | — |
| 2,71—2,73 | — | — | 0,72 | — |
| 2,69—2,71 | 0,73 | 1960 | 0,92 | 0,20 |
| 2,65—2,75 | — | 235 | — | — |
| 2,60—2,80 | — | 552 | “ \* |  |

Иджеванскоё (Арм. ССР), мраморизованный известняк

Агавнадзорское (Арм. ССР), гранодиорит

Памбакское (Арм. ССР), монцонит

Арзаканское (Арм. ССР), мрамор

Курдайское (Каз. ССР), гранит

Манкульское (Каз. ССР), гранит

Каратаусское (Каз. ССР), мрамор

Экпендинское (Каз. ССР), мрамор

Кайрактннское (Каз. ССР), гранодиорит

Аркутсайское (Узб. ССР), мрамор

Газганское (Узб. ССР), мрамор

Актауское (Узб. ССР), мрамор

Ля игарское (Узб. ССР), гранит

Аманкутанское (Узб. ССР), мрамор

Севасайское (Узб. ССР), гранит

Зарбандское (Узб. ССР), мрамор

Акташское (Узб. ССР), известняк

Джамское (Узб. ССР), мрамор

Биркунликское (Узб. ССР), мрамор

Актауское (Узб. ССР), гранодиорит

Арымское (Кирг. ССР), мрамор

Каиндинское (Кирг. ССР), гранодиорит серый и ро­зовый

Сарыташское (Кирг. ССР), известняк сп Кабутинекое (Тадж. ССР), мрамор

* 1. ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕДКИ, ОЦЕНКИ И ОПРОБОВАНИЯ 2.2.1. Особенности разведки

При неоднородном составе пород месторождения или при наличии значительных количеств загрязняющих примесей вы­деляют участки, сложенные породами разного состава или раз­личной степени загрязнения, в целях последующей раздельной их отработки. Принципы подсчета и государственного учета за­пасов твердых полезных ископаемых в недрах по степени их изу­ченности и народно-хозяйственному значению, условиям, опреде­ляющим подготовленность разведанных месторождений для промышленного освоения, регламентируются Классификацией запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых по­лезных ископаемых по запасам полезных ископаемых при Со­вете Министров СССР (ГКЗ). Согласно этой классификации запасы твердых полезных ископаемых по степени их изучен­ности подразделяются на разведанные (категории А, В, СО и предварительно оцененные (С2). Прогнозные ресурсы твер­дых полезных ископаемых по степени их обоснованности под­разделяются на категории Рь Р2 и Р'3,

Для подсчета запасов категории А необходимо: установить размеры, форму и условия залегания тел по­лезного ископаемого, изучить характер и закономерности из­менчивости их морфологии и внутреннего строения, выделить и оконтурить безрудвые и некондиционные участки тел по­лезного ископаемого, при наличии разрывных нарушений уста­новить их положение и амплитуду смещения;

определить природные разновидности, выделить и оконту­рить промышленные (технологические) типы и сорта полезного ископаемого, установить их состав, свойства и распределение ценных и вредных компонентов по минеральным формам; ка­чество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого охарактеризовать по всем преду­смотренным кондициями показателям;

изучить технологические свойства полезного ископаемого с детальностью обеспечивающей получение исходных данных, достаточных для проектирования технологической схемы его переработки с комплексным извлечением содержащихся в нем компонентов, имеющих промышленное значение;

изучить гидрогеологические, инженерно-геологические, гео­криологические, горно-геологические и другие природные усло­вия с детальностью, обеспечивающей получение исходных дан­ных, необходимых для составления проекта разработки место­рождения;

определить в соответствии с требованиями кондиций по скважинам или горным выработкам контур запасов полезного ископаемого.

Для подсчета запасов категории В необходимо: установить размеры, основные особенности и изменчивость формы, внутреннего строения и условия залегания тел полез­ного ископаемого, пространственное размещение внутренних безрудных и некондиционных участков; при наличии крупных разрывных нарушений установить их положение и амплитуды смещения, охарактеризовать возможную степень развития ма­лоамплитудных разрывных нарушений;

определить природные разновидности, выделить и при воз­можности оконтурить промышленные (технологические) типы полезного ископаемого; при невозможности оконтуривания установить закономерности пространственного распределения и количественного соотношения промышленных " (технологиче­ских) типов и сортов полезного ископаемого, минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов; качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого охарактеризрвать по всем предусмот­ренным кондициями показателям;

изучить технологические свойства полезного ископаемого в степени, необходимой для выбора принципиальной технологи­ческой схемы переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное его использование с извлечением , компонентов, имеющих промышленное значение;

изучить гидрогеологические, инженерно-геологические, гео­криологические, горно-геологические и другие природные усло­вия с полнотой, позволяющей качественно и количественно охарактеризовать их основные показатели и влияние на вскры­тие и разработку месторождения;

определить контур запасов полезного ископаемого в соот­ветствии с требованиями кондиций по скважинам или горным выработкам с включением (при^ выдержанных мощности тел и качестве полезного ископаемого) ограниченной зоны экстрапо­ляции, обоснованной геологическими критериями, данными гео­физических и геохимических исследований.

Для подсчета запасов категории С1 необходимо: выяснить размеры и характерные формы тел полезного ис­копаемого, основные особенности условий их залегания и внут­реннего строения, оценить изменчивость и возможную преры­вистость тел полезного ископаемого, а для пластовых место­рождений и месторождений строительного и облицовочного камня также наличие площадей интенсивного развития мало­амплитудных тектонических нарушений;

определить природные разновидности и промышленные (тех­нологические) типы полезного ископаемого, установить общие закономерности их пространственного распространения и коли­чественные соотношения промышленных (технологических) ти­пов и сортов полезного ископаемого, минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов; охарактеризо­вать качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов по всем предусмотренным кондициями показа­телям;

охарактеризовать технологические свойства полезного иско­паемого в степени, достаточной для обоснования промышлен­ной ценности разведанных запасов;

изучить гидрогеологические, инженерно-геологические, гео­криологические, гор но-геологические и другие природные^'■ус­ловия с полнотой, позволяющей предварительно охарактеризо­вать их основные показатели;

определить контур запасов полезного ископаемого в соответ­ствии с требованиями кондиций по скважинам или горным вы­работкам, с учетом данных геофизических и геохимических ис­следований и геологически обоснованной экстраполяции.

Для подсчета запасов категории С2 необходимо; оценить размеры, форму, внутреннее строение тел полезного ископаемого и условия их залегания по геологическим и гео­физическим данным и подтвердить вскрытием полезного иско­паемого единичными скважинами или горными выработ­ками;

определить качество и технологические свойства полезного ископаемого по результатам исследований единичных лабора­торных проб либо оценить по аналогии с более изученными участками того: же или другого подобного месторождения;

оценить гидрогеологические, инженерно-геологические, гео­криологические, горно-геологические и другие природные усло­вия по имеющимся для других участков месторождения дан­ным, наблюдениям в разведочных выработках и по аналогии с известными в районе месторождейиями;

определить контур запасов полезного ископаемого в соот­ветствии с требованиями кондиций на основании единичных скважин, горных выработок, естественных обнажений или по их совокупности, с учетом данных геофизических и геохимиче­ских исследований и геологических построений, а также путем геологически обоснованной экстраполяции параметров, исполь­зованных при подсчете запасов более высоких категорий.

Запасы комплексных руд и содержащихся в них основных компонентов подсчитываются цо одним и тем же категориям. Запасы попутных компонентов, имеющих промышленное значе­ние, подсчитываются в контурах подсчета запасов основных компонентов и оцениваются по категориям в соответствии со степенью их изученности, характером распределения, форм нахождения и технологией извлечения.

На разрабатываемых месторождениях вскрытые, подготов­ленные и готовые к выемке, а также находящиеся в охранных целиках горно-капитальных и горно-подготовительных вырабо­ток запасы полезных ископаемых подсчитываются отдельно с подразделением по категориям в соответствии со степенью их изученности.

По сложности геологического строения месторождения обли­цовочного камня соответствуют 1-й и 2-й группам Классифика­ции запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых И лишь в случае крайнего дефицита в камне месторождения 3-й группы могут представлять про­мышленный интерес.

К. 1-й группе относятся месторождения, представленные:

массивными залежами изверженных пород, характеризую­щихся ненарушенным или слабонарушенным залеганием и од­нородностью состава с выдержанными физико-механическими свойствами. Обычно такие месторождения приурочены к обла­стям развития магматических пород или к выходам на поверх­ность кристаллического фундамента платформ Украинского и Балтийского кристаллического щита;

горизонтально залегающими или пологими пластообразными телами, слабо нарушенными тектоническими процессами. Пла­стообразные залежи осадочных, метаморфических и эффузив­ных пород развиты, как правило, на больших площадях и со­ставлены такими породами как известняки, мраморы, песча­ники, конгломераты, андезиты, базальты, туфы, порфириты, гнейсы, приуроченные к областям регионального метаморфизма;

крутыми или смятыми в складки пластами и пластообраз­ными телами выдержанными по мощности, качеству сырья и строению, слабо нарушенные разрывной тектоникой.

Ко 2-й группе относятся месторождения, представленные линзо- и пластообразными залежами, жилами, штоками, дай­ками с невыдержанными, качественными показателями и ин­тенсивным развитием карстообразования и разрывной текто­ники.

При разведке месторождений облицовочного камня необ­ходимо соблюдать установленную стадийность геологоразведоч­ных работ, осуществлять 'комплексирование технических средств и методов разведки и своевременно проводить постадийную геолого-экономическую оценку результатов иеследованйй. Изу­ченность залежи должна обеспечивать возможность комплекс­ного освоения месторождения и решать вопросы охраны окру­жающей среды.

До перехода к детальной разведке на вновь выявленных месторождениях блочного камня проводится предварительно разведка в объемах, достаточных для обоснования оценки их промышленного значения. Если разведка месторождения ве­дется в рудоносных районах, то породы изучаются на присут­ствие в них благородных и редких "металлов, и в случаях их наличия в количествах, представляющих промышленный

интерес, на использование такого камня следует получить со­гласие заинтересованного министерства.

По результатам^ предварительной разведки составляется тех­нико-экономический доклад (ТЭД) о целесообразности произ­водства детальной разведки и разрабатываются временные кондиции, в соответствии с которыми выполняется подсчет за­пасов облицовочного камня по категориям С] и Сг и попутных полезных ископаемых в соответствии со степенью их изучен­ности. Технико-экономическим докладом определяются пло­щадь и глубина детально разведуемой части залежи с учетом минимального изъятия земель из сельскохозяйственного произ­водства.

При положительной промышленной оценке по данным пред­варительной разведки производится детальная разведка на участках, намечаемых к промышленному освоению в ближай­шие годы, с уточнением границ по количественным заданиям потребителя сырья и его качества. У

При детальной разведке топографически картируются с ин­струментальной привязкой на план масштаба 1:1000— 1: 10000 все разведочные и эксплуатационные выработки (скважины, канавы, траншеи, шурфы, карьеры, штольни и т. д.), а также естественные обнажения. По району месторождения необхо­димо иметь геологцческую карту масштаба 1:25 000—1 .-200 000 с соответствующими разрезами, отражающими геологическое строение района, а геологическое строение месторождения дол­жно быть детально изучено и изображено на геологической карте масштаба 1:1000—1:10 000, геологических разрезах, по- горизонтных планах и проекциях.

Получаемые геологические материалы по месторождению должны давать представление о форме, условиях залегания, размерах, характере выклинивания, закарстованности, внутрен­нем строении, трещиноватости, тектонической нарушенности тел полезного ископаемого, их взаимоотношении с вмещаю­щими литолого-петрографическими комплексами -пород и раз­рывными нарушениями с детальностью, обеспечивающей под­счет запасов,

Приповерхностные, выветрелые и затронутые выветрива­нием части зележи должны быть изучены с детальностью, по­зволяющей установить мощность и состав покровных отложе­ний, положение выходов на поверхность тел полезного иско­паемого, положение и характер тектонических нарушений и карстовых полостей. Разведка на- глубину осуществляется сква­жинами колонкового бурения. Для изучения приповерхностных частей месторождения, отбора технологических проб, опреде­ления вывода товарного камня и для контроля данных буре­ния проходятся горноразведочные выработки, необходимость проходки которых, их тип, объемы, назначение и соотношение 58

Т а б л и ц а 2.2

Данные о плотности сетей разведочных выработок, применяющихся при разведке месторождений облицовочного камня (по рекомендации инструкции ГКЗ СССР) **.**

Группа

место-

рождений

Характеристика месторождений

1

1

1

2

Массивные залежи изверженных по­род однородного состава с выдер­жанными физико-механическими свой­ствами, ненарушенным или слабо нарушенным залеганием Горизонтально залегающие или по­логие пластообраэные тела, ненару­шенные или слабо нарушенные тек­тоническими процессами Моноклинально залегающие, крутые или смятые в складки пласты и пла­стообраэные тела выдержанные по строению, мощности и качеству сырья, слабо затронутые разрывной текто­никой

Линзо- и пластообразные залежи, штоки, дайки и жилы с невыдер­жанными качественными показате­лями и интенсивным развитием раз-

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Расстояние между выра­ботками (м) для запасов категорий | | |
| А | в | Сг |
| 200—300 | 300—400 | 400—600 |
| 100—200 | 200—300 | 300—400 |
| 25—50 | По паде­нию 50—100 | 100—150 |
|  | 50—100 | 100—200 |

рывной тектоники и процессов кар­стообразован ия

образцы для физико-механических испытаний, должна состав­лять не мене 50 % природного камня.

При составлении документации на выработки необходимо фиксировать петрографический состав, структуру и текстуру пород, их трещиноватость, степень выветрелости, границы между неизмененными, затронутыми выветриванием и вывет- релыми породами.

* + 1. Геолого-техническая оценка запасов

Большинство известных способов подсчета запасов основано на том, что сложные по форме залежи преобразуют в более простые равновеликие тела, объемы которых и определяют впоследствии.

При оценке запасов облицовочного камня применяются сле­дующие способы.

Способ параллельных горизонтальных или вертикальных разрезов, при котором используют вертикальные или горизон­тальные геологические разрезы, на которых отражены форма и строение залежи. Способ не требует каких-либо специальных графических построений. Подсчет производится по блокам, за­ключенным между соседними сечениями, а суммирование за­пасов по отдельным блокам дает общие запасы залежи.

Объем блока, ограниченного двумя соседними сечениями, подсчитывают по одной из следующих двух формул:

^ = ($1 +5л) 1/2; (2.1)

^/3» (2.2)

где $1 и 52 — площади разведочных сечений залежи\* опреде­

ляемые с помощью планиметра или палетки; Ь— расстояние между осями разведочных сечений.

Объемы крайних блоков в зависимости от их конфигурации: параболоида вращения (при округлой форме бйока)

УГ^Ш, ' (2.3)

или конуса

V = 5/г/З, (2.4)

где 5—площадь сечения тела по крайнему разрезу; Л—вы­

сота параболоида или конуса.

Способ треугольников, при котором все разведочные выра­ботки на плане в пределах контура подсчета запасов соеди­няют прямыми, в результате чего получают сеть сомкнутых треугольников. Каждый из треугольников рассматривают как 60

прямую трехгранную косоусеченную призму, объем которой равен

V = (/Ях И- ^2 ^з) \*5(/3> (2-5)

где пц, т2, т3 — мощность залежи по разведочным выработ­кам, образующим трехгранную призму; & — площадь треуголь­ника (основания призмы).

Способ объемной палетки проф. П. К• Соболевского находит применение по планам изомощностей. Его сущность состоит в следующем. На план иЗомощности накладывают палетку в виде сетки квадратов, в результате чего всю площадь делят на элементарные площади Д5. Для каждой площадки Д5 можно Мысленно представить вертикальную косоусеченную призму, верхним основанием которой будет являться элемент поверхности изомощностей. Таким образом объем элементарной призмы

ДУ< = Д5А<, (2.6)

где Д5 — площадь квадрата палетки, называемая основанием палетки; Ы ^-средняя высота элементарной призмы, которая для каждой призмы определяется для центра квадрата палетки путем интерполирования между изолиниями мощности, ч

Общий объем залежи, ограниченный сверху поверхностью плана изомощностей и снизу горизонтальной плоскостью, рав­няется сумме объемов элементарных призм

у = 2Д^ = Д521й(. (2\*7)

Объемы призм граничных неполных квадратов криволиней­ных контуров определяют по методике как и для полных квад­ратиков, но с последующим умножением объема на коэффи­циент охвата площади залежи в квадрате к общей площади этого квадрата.

Другие способы подсчета запасов на месторождениях обли­цовочного камня применяются крайне редко.

* + 1. Технологическое опробование

Все разведочные и эксплуатационные выработки, встретив­шие полезное ископаемое, должны быть опробованы. Пробы нужны для физико-механических испытаний, минералого-петро­графических исследований, определения химического состава, исследований декоративных свойств.

Способ опробования, сечения и длина опробуемых интерва­лов, начальная масса и число отбираемых проб зависят от ха­рактера испытаний, размеров залежей, условий их залегания и петрографических разностей пород.

Основным видом опробовх^я является штуфное. Для фи­зико-механических испытаний следует отбирать в скважинах Образцы В виде столбиков керй, длиной не менее 6—7 см при общей длине, достаточной ддй изготовления 15 образцов для испытаний по полной програьц£^- и 5 — по сокращенной.

Для характеристики проч^^ти камня разрушенного керна необходимо отбирать пробы дхн испытаний на прочность, по дробимости при сжатии в Щ\*Д1шдре. Размеры штуфов, отби­раемых в^ горных выработка\*, должны быть 5X5X8 см для испытании по сокращенной ^грамме и 20X20x20 см —по полной программе.

Определение объемной масСЫ, плотности, водопоглощен ИЯ, пористости и естественной Влажности по сокращенной про­грамме производится по проба№, отобранным из всех вырабо­ток, а при испытаниях по полцй программе пробы отбираются в трех-четырех пересечениях, Характеризующих весь разрез При испытаниях по полной Программе предусматривается до­полнительно определять коэффициент размягчения, водонасы- щение, истираемость, сопротивление удару, погодостойкость, прочность на изгиб, стойкости Окраски, декоративность и об­рабатываемость. Каждая разновидность породы должна оха- рактеризовываться не менее тремя пробами, и не реже, чем ^через 5 7 м при массивном строении полезной толщи и о 4 м при слоистом. При Зтом образцы для испытаний должны изготовляться одинаковой формы й размера из шту­фов, отобранных в горных выработках и из керна большого диаметра. Прошлифовка повер^остей граней должна быть вы­сокого качества.

Предварительное изучение Декоративных свойств камня и минералого-петрографические ^следования следует произво­дить на штуфах, столбиках к^рНа или монолитах, отбираемых одновременно с отбором проб д^я физико-механических испы­тании.

Для определения химического состава пород производится отбор проб из горных выработок бороздовым методом, а из скважин в пробу ^отбирается Головина керна. Пробы отбира­ются для каждой литологической разновидности отдельно, обычно л о 10—12 проб. В про5й следует определять содержа­ние ЭЮг, РегОз, АЬОз, БОз, СаО, МцО.

Облицовочные горные порода должны подвергаться радиа­ционно-гигиенической оценке с разделением радиоактивности по концентрации радионуклидов в соответствии с «Нормами радиационной безопасности». С^пень затронутости пород вы­ветриванием определяется пет^рафическим анализом по об­разцам, отобранным в приповерхностной части полезной толщи и вблизи разрывных нарушен^ через 0,25 м, в остальной части—г через 2‘ 3 м из всех рййов ид костей пород, вскрытых

выработками, равномерно расположенными на площади место­рождения. Пр и исследованиях фиксируется степень затрону­тое ти породы процессами выветривания, а в изверженных по­родах определяется состояние выветрелости полевых шпатов, наличие вторичных минералов.

Технологические исследования новых видов сырья, вскрыш­ных пород и отходов производства, опыт переработки которых в промышленном масштабе отсутствует, должны проводиться по специальным программам, согласованным с заинтересован­ными министерствами.

Для определения выхода блоков на месторождении и от­бора технологических проб в виде блоков для последующей их распиловки и переработки на облицовочную продукцию, дол­жен закладываться опытный карьер для добычи 50—150 м3 неизмененных пород. Технологические свойства природного кам­ня должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей по­лучение исходных данных для проектирования технологической схемы обработки с наиболее полным, рациональным и ком­плексным использованием полезного ископаемого.

* + 1. Кондиции и подготовленность месторождений для промышленного освоения

Кондиции — комплекс требований промышленности к ми­неральному сырью; на основании которых определяется эконо­мическая целесообразность разработки месторождения или его частей, т. е. кондиции — это граничные условия, ниже, которых разработка полезного ископаемого становится невыгодной.. Кон­диции рассчитываются для каждого отдельного месторождения исходя из современного состояния техники, технологии и эко­номики, из географо-экономических и горно-геологических ус­ловий месторождения.

К кондициям предъявляют следующие требования: к ка­честву, морфологии н горнотехническим условиям разработки.

По сложности Геологического строения и изменения каче­ства и условий залегания тел полезных ископаемых месторож­дения облицовочных камней объединяются в три группы:

1. простого строения с ненарушенными или слабонарушен- ными условиями залегания, выдержанными мощностью, внут­ренним строением, качеством и с равномерным распределением блочности. На таких месторождениях разведка может вестись с детальностью, обеспечивающей подсчет запасов до катего­рий А и В;
2. сложного . геологического строения с неравномерным рас­пределением блочности, невыдержанным качеством полезного ископаемого, с изменчивой мощностью и внутренним строением или с нарушенным залеганием;
3. месторождения, которые характеризуются резкой измен­чивостью мощности и внутреннего строения или интенсивным нарушенным залеганием или невыдержанным качеством и весьма неравномерным распределением блочности.

Месторождение считается подготов ленным для про­мышленного освоения при выполнении следующих условий.

1. Запасы должны быть утверждены ГКЗ СССР или Терри­ториальной комиссией по запасам республики.
2. Вещественный состав и технологические свойства полез­ного ископаемого должны быть изучены с детальностью, до­статочной для проектирования технологической схемы извле­чения блоков камня.
3. Гидрогеологические и инженер но-геологические условия должны быть изучены с детальностью,' позволяющей составить проект разработки.
4. Участки, намечаемые к первоочередной разработке, дол­жны быть разведаны наиболее детально.
5. Изучены другие полезные компоненты и вскрыша в пре­делах контура подсчета запасов, определены их число и воз­можность их использования.
6. Утвержденные балансовые запасы должны иметь соот­ношение различных категорий (в процентах от общего коли­чества запасов) по группам месторождений облицовочного

ния, размеры которых по простиранию й падению на несколько порядков больше их мощности (раскрытия).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| камня согласно данным, приведенным ниже. | |  |  |
| Группа месторождений  Категория месторождения: | 1 | 2 | 3 |
| А | 10 | — ■ | — |
| В | 20 | 20 | — |
| С! | 70 | 80 | 80 |
| са | — | — | 20 |
| 2.3. ОЦЕНКА БЛОЧНОСТИ |  |  |  |
| 2.3.1. Трещиноватость горных пород |  |  |  |
| 'Трещины-разрывы сплошности породы | без | видимого | см еще- |

Массив горных пород в большинстве своем характеризуется наличием сильно развитой упорядоченной трещиноватости, что является причиной анизотропности его строения.

Характер трещиноватости, ее интенсивность и элементы за­легания определяют форму и размеры структурных блоков, ста­вят в зависимость от них выбор направления фронта горных работ и Технологии добычи.

В настоящее время существует несколько классификаций трещин горных пород, из которых' наиболее распространенными

% а. я \* Е н

я 5 № я X'

в а С

Й «■ »& \* х н \*

Оі,ї

5«

уїв

“ 41 5- а я а

3 « &\*

X

и/

3\*Й §

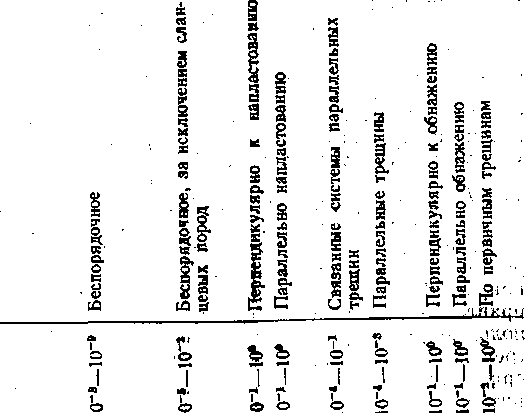
5 5 я

«і Ї\*

и 2 Ї-,

0^0

ЕЙ \* я а\* <ч я



Г Т

**о о**

І I

**о о**

ООО

Т

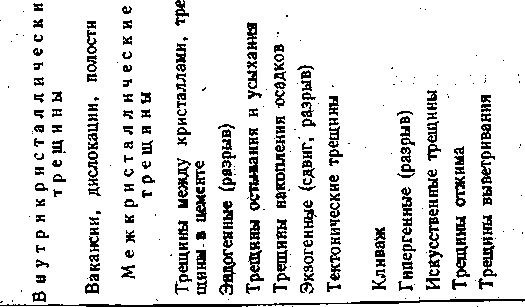
о

**О о**

£ Ь:

**Характеристика пород по трещнноватости**

3 Заказ № 379



являются геометрическая и генетическая. Генетическая класси­фикация Р. Болка основана на классификационных признаках Г. Клооса, согласно которой трещины подразделяются на про- дольные\* поперечные диагональные и первично-пластовые.

Эти трещины связаны со структурами истечения магмы и образовались в процессе становления массива (гранитизации) путем постоянного выплавления материала и уменьшения объема при кристаллизации.

Массивы изверженных горных пород характеризуются раз­рывами трех порядков (табл. 2.3).

Именно трещины 3-го порядка формируют естественную блочность массива, и оказывают влияние на выбор системы разработки и ее параметров. В этой связи При исследовании природной трещиноватости, определяющей расположение и на­правление перемещения фронта горных работ и общую тех­нологию добычи, к учету принимаются, как правило, только трещины 3-го порядка. Остальные же трещины исследуются при изучении структурных особенностей и анизотропии гра­нитов.

Трещиноватость, в зависимости от ориентации трещин,; мо­жет быть упорядоченной или неупорядоченной (хаотичной). Трещины, располагаясь в массиве горных пород на определен­ном расстоянии друг от друга, пересекаются, сопрягаются, в ре­зультате чего массив оказывается разбитым на множество структурных блоков.

1. Методы оценки трещиноватости

Существующие методы оценки трещиноватости массивов горных пород можно объединить в две группы.

1. Статистические методы: непосредственное наблюдение за трещинами и "их измерения в обнажениях и карьерах, изу­чение трещиноватости путем бурения геологоразведочных сква­жин, изучение просачивания воды в скважины, наблюдения за блочностью в действующих карьерах путем измерений раз­меров блоков н вынутого камня.
2. Геофизические методы: электроразведка, магнито- и. сей­сморазведка, различный каротаж скважин.

Геофизические методы целесообразно применять для опре­деления структурных неоднородностей массива, имеющих прак­тическое значение в горном деле и являющихся объектами эф­фективной геофизической интроскопии. К таким структурным неоднородностям следует относить границы раздела горных по­род ^ различными физическими свойствами, карсты и пустоты, твердая включения и залежи, сбросы, обводненные зоны и зоны трещиноватости. Рассматриваемые методы позволяют полу­чить лишь Общую оценку трещиноватости массивам без разде-

ления трещин по классам и установления элементов их зале­гания,

Анализ существующих методов изучения трещиноватости свидетельствует, что наиболее эффективными для карьеров блочного камня являются статистические и горно-геометриче­ские методы, а именно:

массовые измерения трещин в забоях и обнажениях с ин­струментальной их привязкой и последующей обработкой, со­ставлением планов, карт и диаграмм трещиноватости;

изучение трещиноватости, с помощью колонкового бурения скважин; . . '

непосредственное наблюдение за выходом блочной продук­ции в карьерах;

наблюдение за микро- и макротрещиноватостью камня при его добыче и переработке на продукцию; ,

Выбор этих методов и принятие их за основные обусловли­ваются следующими факторами:

обширным описанием в литературе структур гранитных мас­сивов и легкостью сопоставления результатов исследований с литературными данными;

возможностью производить непосредственные измерения элементов залегания трещин, их разбраковку и плановую маркшейдерскую привязку без существенных затрат;

наличием в карьерах больших вскрытых площадей с хо­рошо обнаженными трещинами;

имеющимся обширным материалом по скважинам колонко­вого бурения, производимого при детальных и эксплуатацион­ных разведках месторождений;

возможностью достаточно точного наблюдения за трещи­новатостью камня в процессе его добычи и переработки на про­дукцию.

Вполне естественно, что и эти методы имеют недостатки, обусловливающие погрешность результатов, , а их познание спо­собствует повышению достоверности выводов. Комплексное применение всех рекомендуемых методов повышает качество изучения трещиноватости.

При изучении трещиноватости на карьерах, блочного камня важное место отводится обоснованию количественных показа­телей оценки трещиноватости.

Удельная площадная трещиноватость (Утр) ха­рактеризует среднюю длину всех трещин, приходящихся на 1 м2 обследуемой поверхности, и определяется по формуле

1/тр = Отр/Яо, (2-8)

где Утр— общая длина трещин на участке, м; Пй — площадь изучаемого участка, м2.

Этот показатель полно характеризует трещиноватость при оценке качества добытых блоков, что соответствует требова­ниям ГОСТ 9479—84.

Удельная линейная трещиноватость характери­зует среднее расстояние (1 'между трещинами и представляет собой отношение общей длины всех кусков 5К по измеряемому профилю, направление которого расположено - вкрест прости­рания трещин данной системы, к числу этих кусков т. е.

<1 — 8кШк> : (2.9)

Показатель й. наиболее полно характеризует расстояние между трещинами одной и той же системы и принимается за основной при оценке блочности, классифицировании природной отдельности по формам и размерам структурных блоков, раз­работке классификации скальной вскрыши по сложности ее отработки, районированию участков карьерного поля по струк­турной отдельности и природной трещиноватости.

- Число трещин на 1 м длины измеряемого участка птр представляет отношение общего числа трещин п к длине участка /, т. е.

Птр=ПН. (110)

Выполнив некоторые Преобразования можно перейти от этого показателя к удельной линейной трещиноватости пользуясь при этом зависимостью 4

й = Ц(п— 1). (2.И)

Средняя ширина трещин на участке определяется по формуле

П\*.й ~ \_”У1 + тА+'т|Ь+ • • - +гпп1п \_

'1 + /2-Нз+ . ... +\*„ ’ [ и)

где тпъ т2, тп — средняя ширина трещин, мм; 1и 1%

//з,— длина трещин, соответствующая средней ширине, м.

' Показатель ттр используется для определения раскрытости трещин при классифицировании скальной вскрыши по слож­ности отработки,

В теории и практике изучения природной трещиноватости су­ществует много других показателей: коэффициент трещинной пустотности, объемная удельная трещиноватость и т. п., но они Применительно к карьерам блочного камня практического при­менения не имеют.

Наиболее дострверными значениями по коэффициентам пар­ной корреляции обладают удельная площадная трещиноватость ^тр и удельная линейная трещиноватость которые обеспе­чивай^ наиболее высокую информацию о нарушенное™ мас­сива.

1. Закономерности развития трещиноватости

Закономерности развития трещин в массивах являются главным исходным пунктом в разработке практических реко­мендаций по снижению качественных и количественных потерь камня при его добыче.

Месторождениям изверженных пород характерны следую­щие закономерности развития природных трещин в массиве.

1. Эмпирические распределения частот трещин отдельности подчиняются нормальному закону распределения. Максималь­ное число трещин данной системы имеют близкие элементы залегания, определяя ее полюс. Постоянно уменьшающееся число трещин имеют все более отклоняющиеся друг от друга элементы залегания и образуют ореол рассеивания вокруг своего полюса. Чем меньше угол ореола рассеивания, тем более близки трещины к своему полюсу. Ореолы рассеивания трещин отдельности гранитных месторождений в среднем составляют по азимутам 6 = 35°, по углам‘падения у—20°.

В целях обоснования расположения фронта горных работ и направления его перемещения относительно линий простира­ния и углов падения главных систем трещин массива, а также для определения усредненных формы и размеров структурных блоков необходимо знать вероятнейшие значения полюсов тре­щин как по азимутам простирания, так и по углам падения.

Их определение возможно при помощи следующих анали­тических зависимостей.

Полюс по углам падения Ру. п для вертикальных, крутых, продольных и поперечных трещин

ру.„ = 1,57—7/2 + 0,09^/«, (2.13)

где Ру. п\*— полюс по углам падения для вертикальных и кру­тых трещин; у —угол ореола рассеивания трещин по углам па­дения; п — общее число трещин в .ореоле рассеивания по углам падения; К, — число трещин в ореоле рассеивания по углам падения в интервале 80—90°.

Полюс пологих трещин Рц.т определяется кая

Рп. т = 0,5« (1 — Л/г/Л/о), (2.14)

где а — угол ореола рассеивания пологих трещин по углам падения в радианах; #г —число трещин в ореоле при угле па­дения 0°; N о — общее число пологих трещин в ореоле рассеи­вания.

Полюс вертикальных и крутых трещин Ра.п по азимутам простирания рекомендуется определять по формуле

Ра.п = Лв + 6/2, (2.15)

где 6 — угол ореола рассеивания азимутов простирания; Ав—

начальный азимут ореола рассеивания.

1. Межтрещинные расстояния первично-пластовых разрывов сплошности увеличиваются с глубиной их положения в недрах, аппроксимируясь прямолинейной зависимостью. Эта закономер­ность позволяет определять межтрещинные расстояния с глу­биной и обосновывать параметры системы разработки и тех­нологии добычи блоков.
2. Природная трещиноватость характеризуется закономер­ностью плоскостной параллельности, сущность которой состоит в том, что плоскости трещин отдельности одной ,и той же си­стемы на небольших участках (до 10 м) приблизительно парал­лельны между собой.

Пологие трещины параллельны слоистости пород, продоль­ные трещины почти по всем месторождениям параллельны структурам течения магмы, а линейная параллельность поло­гих и продольных трещин согласовывается с волокнистостью.

Основные направления плоскостей параллельности опреде­ляют: для пологих трещин — полюс угла падения пологих тре­щин; для вертикальных плоскостей трещин — полюс угла па­дения и азимут линии падения.

Данная закономерность позволяет сделать два вывода:

развитие продольных и первично-пластовых трещин парал­лельно согласовывается с направлениями структур течения магмы, а значит и с анизотропией камня, что позволяет обос­нованно выбирать расположение фронта добычных забоев и оптимальные направления плоскостей раскола при добыче бло­ков;

месторождениям блочных пород или единичным их участ­кам характерна правильная отдельность, обусловленная зако­номерностью плоскостной параллельности развития трещин в массиве, что дает возможность точнее оценить формы и раз­меры структурных блоков, значения показателей которых опре­деляет способ подготовки камня к выемке и параметры техно­логии добычи блоков.

1. Расстояния между вертикальными и крутЪнаклонными трещинами одной и той же системы зависят от отметок кровли интрузии и аппроксимируются прямолинейной регрессией. Сущ­ность закономерности заключается в том, что число верти­кальных и крутых трещин, приходящихся на единицу длины залежи, обратно пропорционально росту отметок кровли, т. е, в наиболее возвышенных частях куполов интрузивных масси­вов наблюдается наименьшее число этих трещин, и наоборот—■ пониженные участки месторождений разбиты более густой сетью трещин.

В качестве примера приведем зависимость коэффициента частоты вертикальных и крутых трещин на 10 м длины залежи от абсолютного значения интервала отметок Л0 по не­которым месторождениям.

Эта закономерность позволяет прогнозировать межтрещин­ные расстояния для вертикальных и крутых трещин на закры­тых участках месторождения, для чего необходимо иметь дан­ные о коэффициенте частоты трещин на одном из участков, среднюю отметку этого участка и гипсометрический план за­крытой части интрузии.

Коростышевское Головинское Жежелевское . Емельяновское Слипчникое . . Корнинское . ■

**£ч= 3,39—0,18 й0 £ч = 2,25—0,16** Н0 **= 2,06—0,04** к0 Нц-== **1,94—0,09** ко кч **— 0,79—0,02** ка кч **= 2,44-0,08** И0

Породным интрузиям и трещинам отдельностей в них ха­рактерны также многие особенности, которые представляют практический интерес.

Во-первых, все системы трещин отдельностей минерализо­ваны гизингеритом — водным, силикатом оксида железа непо-, стоянного состава. Это обстоятельство играет свою положи­тельную роль, так как зелено-черный до смоляно-черного цвет минерализации позволяет легко фиксировать трещины даже в кернах, глыбах и не смешивать их с трещинами случайными и искусственными. Характерно, что продольные, поперечные и пологие трещины более сильно минерализованы и полностью заполнены гизингеритом. Слабее минерализованы диагональ­ные трещины—вплоть до слабого зеленоватого или темнова­того налета цо стенкам, что подтверждает выводы ряда иссле­дователей о том, что диагональные трещины следует относить к тектоническим, образовавшимся значительно позднее, чем> протектонические продольные\* поперечные н пологие.

Гизингеритовая минерализация трещин играет свою поло­жительную роль при обосновании параметров взрывной техно-, логин отбойки монолитов гранита от массива, Вышеотмеченное обязывает более обоснованно и предметнее изучать минерали­зацию трещин отдельностей применительно к каждому место­рождению.

Во вторых, раскрытость трещин отдельности в зависимости от принадлежности к системе и глубине ее положения раз­лична:

первично-пластовые трещины имеют раскрытость 0—5 мм, что в 3—5 раз меньше, чем раскрытость вертикальных трещин и объясняется это сближением структурных блоков между со­бой за счет их массы;

изоморфным крупнокристаллическим породам характерно перерастание первично-пластовых трещин в сплошной мас­сив;

раскрытость вертикальных трещин отдельности колеблется от 2—3 мм до 2—3 см, а глубина их распространения,значи­тельно превышает вертикальную мощность подсчитанных запа­сов и составляет по приближенным расчетам 500—700 м. Эта особенность позволяет уверенно прогнозировать развитие тре­щин на глубину в контурах подсчета запасов и дает возмож­ность утверждать, что интенсивность трещин существенно уменьшается на больших глубинах;

верхним частям интрузивных массивов характерны более часто встречающиеся зоны напластования мощностью 0,1— 0,5 м, которые существенным образом (от 5 до 30%) снижают блочность месторождения;

с глубиной интенсивность распространения зон напластова­ния уменьшается, что создает предпосылки увеличения выхода блоков из массива при его разработке на более глубоких го­ризонтах.

1. Характеристика отдельностей на месторождениях природного камня

Отдельность пород природного камня —блоки (части, ку­ски), на которые разделяется порода по имеющимся системам природных трещин.

Месторождениям природных камней характерны следую­щие виды отдельностей.

1. Параллелепипедная, образующаяся при разделении по­роды тремя системами трещин на отдельные куски, по форме напоминающие параллелепипед. Ее разновидностями явля­ются кубическая, ромбоидальная и призматическая отдельно­сти. Параллелепипедная отдельность характерна чаще всего гранитным месторождениям, таким, как Емельяновское, То- ковское, Кудашевекое, Клесовское, Судилковское, Кашина Гора, Возрождение, Капустинское, Корнинское и др.
2. Пластовая, которая образуется при делении породы тре­щинами на пласты, обычно параллельные наслоению и в боль­шей части Горизонтального залегания. Толщина\* плит этой отдельности колеблется от одного до нескольких дециметров. Пластовая отдельность обусловливает зоны напластования, снижающие выход блоков из массива. Она характерна верх­ним частям залежей корнинских, емельяновских, капустин- ских, жежелевских, климентовичских, танских гранитов, голо­винских, камеино-бродских лабрадоритов, слипчицких габбро- норитов и др.

Пластовая отдельность характерна также месторождениям мраморов (Коелгинское, Уфалейское, Требушанское), извест­няков (Сакасрийское, Гюльбахтское, Шахтахтинское, Енока- ванское), песчаников (Косоуцкое, Теребовлянское, Буданов- ское)\ '

1. МатрацСвидная отдельность возникает также при раз­делении породы на блоки тремя примерно взаимноперпенди­кулярными системами трещин. Блоки представлены пластооб­разными глыбами, углы и ребра которых закруглены процес­сами выветривания, вследствие чего они по форме напоми­нают матрацы. Толщина плит колеблется в интервале 0,3^—
2. м. Характерна эта отдельность верхним частям интрузий Жежелевского, Головинского, Корнинского,' Янцевского, То- ковского, Танского, Трикратненекого, Слипчицкого месторож­дений,
3. Полиэдрическая или многогранная отдельность образу­ется разделением породы сложной системой трещин на непра­вильные многоугольные куски. Наблюдается она на всех ме­сторождениях в зонах повышенно развитой трещиноватости и интенсивного дробления породы. Особенно часто встречается на Коростышевском, Сюскюянсаарском, Богуславском, Судил- ковском, Райковском, Тригурьевском, Курсебском, Черка- сарском месторождениях гранита, Ковачском,, Болнисском, Чивчавском, Керплинском — туфа и Черепановском, Арамус- ском, Шакийском— базальта.

Другие отдельности, такие как шаровые, элипсоидальные, призматические на карьерах блочных пород встречаются крайне редко.

1. Методы оценки блочности

При оценке потенциальных возможностей месторождения, технологической пригодности сырья,, при решении вопросов проектирования горных разработок и планирования горных работ весьма важно знать плановый (теоретический) выход блоков из горной массы. Исследованиями установлено и прак­тикой подтверждено, что теоретический выход блоков цели­ком и полностью зависит от природной трещиноватости и пер­воочередно таких ее показателей, как неортогональность си­стем трещин, наличие расстояний между трещинами менее минимально допустимых размеров согласно техническим тре­бованиям на блоки, микро- и макротрещины и др.

В настоящее время существует несколько методов оценки блочности месторождений облицовочных камней, которые при­менительно к одним условиям дают довольно точные резуль­таты, а к другим лишь в первом приближении.

Эти методы подразделяются • на следующие виды: стати­стические, графоаналитические, гор но-геометрические, вероят­ностные, опытной добычи, графостатистического моделирования игранотектонические.

Из статистических методов изучения трещинной тектоники и оценки блочности наиболее распространенным является метод Б. П. Беликова, основанный на непосредственных наблюдениях над трещинами в карьерах и их статистической об­работке. Сущность метода заключается в том, что на каком- либо участке карьера или обнажения выполняется 100—200 измерений азимутов падения и углов падения всех без - ис­ключения трещин (без подразделения на прото- и поздно-тек- тонические), а также расстояний между трещинами (их ча­стота) на каком-либо интервале. При этом блочносгь камня оценивается числом интервалов между трещинами на протя­жении 10 м вкрест простирания данной системы трещиновато­сти. При измерении расстояний между трещинами особо отмечается число интервалов более 1 м. Оба полученные значе­ния— число интервалов на 10 м (первый коэффициент) и чи­сло интервалов на 1 м (второй коэффициент), в сумме называ­емые коэффициентом частоты, записывают на диаграмму при соответствующих максимумах, причем второй коэффициент ставят ^в скобках. Статистическая обработка выполненных из­мерений осуществляется путем построения круговых диаг­рамм трещиноватости с использованием равноплощадной, сетки Вальтер-Шмидта. В итоге получается цифровая диаг­рамма, в которой проводятся изолинии плотности трещин. Расчет ориентировочного среднего размера блока ведется пу­тем перемножения средних длин интервалов по трем главным системам трещин. Это для случая, когда углы между глав­ными максимумами приближаются к прямым. В противном случае объем природного блока определяется по формулам косоугольных параллелепипедов. К недостаткам этого способа следует отнести тот факт, что к учету при определении блоч- ности принимаются только три системы трещин, а диагональ­ные трещины, оказывающие большое вредное воздействие на блочность, к учету не принимаются.

Усредненные длины интервалов рассматриваются, как по­стоянная величина, что не совсем верно, так как расстояния между трещинами изменяются с изменением форм гранитных массивов.. Составление круговых диаграмм в изолиниях — весьма трудоемкий процесс.

Из графоаналитических методов оценки теоретического выхода блоков заслуживает внимания метод Й. Н. Горбулева, предложенный для определения процента выхода стандарт­ного строительного стенового камня и фельзитового туфа. Основой этого метода^является тщательное изучение трещино­ватости месторождений, предназначенных для механизирован­ной: разработки на стандартные камни. В карьерах измеря­ются азимуты простирания, углы наклона, протяженность всех трещин подряд и картируются на маркшейдерский план круп­ного масштаба.' Маркшейдерский план с нанесенными трещи­нами . совмещается с прозрачной палеткой такого же мас­штаба, на которую нанесены контуры стандартных блоков, подлежащих выпиливанию из массива. Часть стандартных камней, рассеченных трещинами, являются непригодными для получения блоков. В итоге, зная число рассеченных трещи­нами камней и целых блоков, вычисляется аналитическим путем общий процент выхода стандартных блоков из горной массы. Изложенный графоаналитический метод отличается простотой, но имеет ряд недостатков.

Сложно пересекающиеся между собой системы трещин картируются на какой-то одной геометрической плоскости (горизонтальной или вертикальной) и будут достоверны только для первого ряда выпиливаемых блоков. Метод при­емлем для карьеров по добыче стандартных блоков, выпи­ливаемых камнерезными машинами, и неприемлем для карье­ров облицовочных гранитов и других сходных с ними пород, так как добываемые, блоки варьируют по объему и наруж­ным размерам. К тому же реализация этого метода сталки­вается с необходимостью трудоемких работ по выявлению и определению параметров абсолютно всех трещин оценивае­мого месторождения.

Различные горнотехнические задачи наиболее оптимально решать по маркшейдерским планам в изолиниях. Этим целям соответствует предложенный Н. Т. Бакка горно-геометрический метод оценки блочности и ее геометризация. Этот метод осно­ван на сопоставлении объемов природного и вписываемого в него прямоугольного блоков с учетом закономерностей раз­вития трещин в массиве. При этом измеряются и картируются все трещины отдельности. Пластовые трещины изучаются по керну. В качеству основных количественных показателей оценки трещиноватости, дающих наибольшую информацию о нарушенности массива, принимаются удельная линейная и площадная трещиноватости. По результатам изучения тре­щиноватости и закономерностям ее развития определяются поправочные коэффициенты влияния трещин на вцход блоков по специально предложенным аналитическим зависимостям. А общий коэффициент определяется путем арифметического перемножения указанных коэффициентов. Разница объемов природного и искусственного блоков, отнесенная к объему природного блока, дает коэффициент безвозвратных потерь блочной продукции, обусловленных колочной пассировкой природных блоков.

Блочность рассматривается, как соотношение объема ис­кусственного блока к объему природного, умноженное на об­щий коэффициент трещиноватости. Геометрическую характе­ристику блочности лучше всего выполнять на специальном плане изоблочности, для составления которого участок ме­сторождения на плане разбивается на блоки-участки правиль­ной формы, для каждого из которых по вышеизложеннойметодике вычисляется блочнасть, а ее значение относится к гео­метрическому центру блока-участка. Затем по полученным значениям строится план блочности в изолиниях.

Учитывая, что данные о параметрах трещиноватости в глу­бине массива месторождения блочного камня являются слу­чайными, для оценки блочности вполне применимы методы, основанные на теории вероятности и предложенные А. И. Ар­сентьевым и С. И. Подойниковым. Если бы углы и азимуты падения трещин отдельности были постоянны, т. е. все тре­щины внутри системы были параллельны, а естественные отдельности имели форму параллелепипедов и полностью от­сутствовали бы диагональные трещины, выход блоков, опреде­ляемый как отношение объема прямоугольных параллелепи­педов к объему естественных структурных отдельностей, вы­ражался бы формулой:

(2.16)



где /г, о и Ь — средние расстояния соответственно между про­дольными, поперечными и пологими трещинами; а]—угол пе­ресечения поперечных <3 и продольных 5 трещин в ортого­нальной к ним плоскости; а2 — то же для <3 и X; аз —'угол, образуемый пересечением продольных 5 и пологих Ь трещин к плоскости поперечных трещин. Углы получают геометриче­скими расчетами по данным азимутов и углов падений систем трещин. Непараллельность трещин внутри системы приводит к вариации их параметров и, как следствие, аргументов, вхо­дящих в функцию и. Информация о значениях параметров в каждом конкретном случае становится случайной и может быть представлена гистограммами распределений. Используя теорию вероятности, можно определить параметры, характе: ризующие центр и моменты распределения для каждого аргу­мента я, Ь7 й, соэаз, что позволяет найти математи­

ческое ожидание Мг выхода блоков. При этом учитывается как непараллельность трещин внутри каждой системы, так и неортогональность систем трещин



(2.17)



менту; а2\*! -— дисперсии аргументов.

По вероятностному методу можно произвести оценку блоч­ности с учетом технических требований по ограничению раз-

меров блоков по длине, ширине и высоте. Поэтому окончатель­ное выражение примет вид

V = Л4„ (1 —) (I — Рь) (1 (2-18)

где Ра' > Ру > ру “вероятность появления заданных интерва­лов между трещинами каждой системы.

Метод дает относительно точные результаты, однако сло­жен в расчете и требует хороших знаний и навыков в реше­нии задач по теории вероятности.

Результаты исследований ВНИИнеруда позволили разра­ботать вероятностно-статистические методы оценки блочности на основе установления эмпирической связи между показате­лями удельной трещиноватости [/тр и средним размером блока в массиве /ср> выражаемый зависимостью

1ср = Аи~ь, (2.19)

где А и Ь — соответственно эмпирический коэффициент и по­казатель степени, принимаемые по данным результатов иссле­дований применительно к данному месторождению.

Как видно, из выражения (2.19), снижение размеров добы­ваемых блоков происходит по степенному закону с ростом удельной плотности трещин.

Метод опытной добычи, согласно Инструкции по приме­нению классификации запасов к месторождениям строитель­ного и, облицовочного камня является основным при оценке блочности разведываемых месторождений. Сущность способа состойт в том, что на изучаемом месторождении выполняют строительство опытного карьера и производят добычу блочной продукции. По результатам пробной добычи делают, оценку выхода блочной продукции из добытой горной массы. Боль­шим недостатком этого способа является тот фактор, что оценка блочности производится по результатам эксперимен­тальной добычи с применением различных способов техноло­гии отбойки.

Для получения достоверного результата требуется дли­тельная и кропотливая работа по совершенствованию средств и методов технологии добычи камня, что практически трудно достичь в карьерах опытной добычи, поэтому оценка выхода блоков методом опытной добычи как правило занижена.

Решение, многих горнотехнических задач с учетом трещи­новатости требует обширной информации о структуре мас­сива, которую можно получить методом построения инженер­ной графостатистической модели пространственной решетки трещин месторождения и на ее основе произвести оценку блочности. Такой метод был предложен Бол атом Орынбаевым. Математическая модель каждой системы трещин определя­

ется путём составления уравнений плоскостей трещин в от­резках, которые затем приводятся к нормированному виду.

Таким образом, графостатистическая модель объемной сети трещин принимается в виде систем плоскостей, описываю­щихся соответствующими уравнениями. На основе математи­ческой модели по приведенному алгоритму производится рас­чет на ЭВМ средних естественных блоков и вычисление блоч- ности.

Разработан также гранотектонический метод оценки блоч- ности, позволяющий судить о форме, и размерах естественных и искусственных блоков. На основе изучения трещиноватости строятся диаграммы и гранотектонические карты, которые за­частую дополняются блок-диаграммами типичных участков месторождений. Средний объем блоков

*Ус? = аЬс1ь\па, '* (2.20)

где а, Ь, с — линейные размеры, м; «•—острый угол между гранями.

Кроме того, определяются размеры максимального и ми­нимального блоков. Результаты изучения отдельности в гра- нитоиде указывают на ее связь с трещиноватостью, ориенти­ровкой минералов, Недостаток заключается в том, что к учету не принимаются диагональные трещины.

Существует ряд других методов расчета теоретической блочности, таких, как горно-геометрический метод ВНИИ- геолнеруда, метод геометрического анализа МГИ, метод кор­реляционного анализа трещиноватости Красноярского инсти­тута цветных металлов, позволяющих при вычислениях ис­пользовать ЭВМ.

Все изложенные методы оценки блочности дают прибли­женные результаты, по точности удовлетворяющие горнотех­нические службы карьеров блочного камня. Применение указанных способов на практике следует производить при­менительно к гор но-геологическим условиям месторождения, наличию соответствующей информации о структуре залежи и сообразуясь с требованиями поставленных задач. Однако вы­числение блочности ряда карьеров Украины (Головинское, Ко- ростышевское, Корнйнское, Емельянове кое) вышеизложенными методами показало, что наиболее достоверные данные дают горно-геометрический, статистический и вероятностный спо­собы.

1. ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ
2. Определение декоративности

Степень эстетичности природного камня определяется уров­нем его декоративности.

Декоративность камня может рассматриваться, как сово­купность художественно-эстетических свойств его поверхности, которая варьирует в зависимости от вида обработки. Она оце­нивается основными принципами квалиметрии (науки о мето­дах количественной оценки качества).

Наиболее обобщенное, комплексное свойство рассматрива­ется, как самый низкий, первый уровень иерархии декоратив­ных свойств, а составляющие его элементы, как более высокие (уровни II и III).

Согласно иерархической схеме декоративность камня мо­жет быть достаточно полно оценена тремя основными пара­метрами: цветом, текстурой и фактурой (рис. 2.1). Каждый из этих параметров характеризуется рядом признаков, подразде­ляемых на категории и оцениваемых определенным числом баллов.

Балльная степень весомости каждого признака определя­ется путем опроса группы экспертов с последующим усредне­нием результатов опроса. Оценка признака экспертами произ­водится методами органолептического анализа (анализ чувст­венных восприятий челоека) и инструментальными методами физико-химического анализа. Эксперты должны обладать хорошим художественным вкусом и достаточной компетенцией в вопросах производства и применения продукции из природ­ного камня.

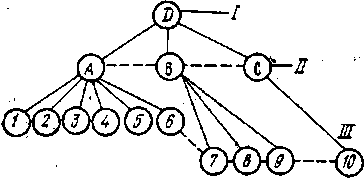
Одним из главных параметров, характеризующих декора­тивность камня, является цвет, восприятие которого обуслов­лено различным распределением энергии по спектру светового потока, попадающего в зрительный анализатор. Цвета разде­ляются на хроматические, отнесенные к первой категории цветности, ахроматические, отнесенные ко второй категории цветности.

Среди хроматических цветов выделяют основные — жел­тый, синий и красный и составные, образующиеся в резуль­тате слияния двух или трех основных: оранжевый, фиолето­вый и зеленый. Смешиванием основных хроматических цветов достигается также множество промежуточных.

Из ахроматических цветов выделяют черный, черно-серый, темно-серый, средне-серый, светло-серый, бело-серый и белый. Медицинскими исследованиями подтверждается, что челове­ческий глаз способен различать до 300 ахроматических оттен­ков, отличающихся друг от друга степенью светлоты.

Рис. 2.1. Иерархическая схе­ма декоративности природного камня:

І уровень — декоративность й\ II уровень — цвет, М), текстура (В), фактура (С); ПІ уровень — цвет­ность (•/), насыщенность {2), свет­лота (3), цветовое предпочтение (4), однородность (5), сочетание цветов (5). рисунок (7), структура (8), просвечиваемость (9), полируе- мость {10)



Цвет облицовочного камня обусловлен химическим соста­вом горной породы и содержанием в ней примесей.. Так, со­единение кальцита и доломита имеют белый цвет, углистые и другие органические соединения дают серые тона, соли мар­ганца и оксиды железа обусловливают розовые цвета, хлори­товые и серпентинитовые частицы пород вызывают зеленые тона, закисное железо фонирует серые, черные и бурые рас­цветки.

Кварц, полевые шпаты и темноцветные компоненты 'опре­деляют цвет изверженных пород.. Кварц бывает бесцветным, черным, лилово-розовым и даже голубым. Полевые шпаты

Ориентировочные границы участков спектра для основных цветов разведанных и разведуемых месторождений облицовочного камня (по данным ВНИЦИИстромсырья)

Таблица 2.4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Цвет | Границы участков спектра, им пульс Ю'" | Облицовочные камни |
| Красный | 760—620 | Граниты капустинский, курдайский шайданский, мрамор салиетский |
| Кр асно-ор анжевый | 620—600 | Граниты Новоданиловский, дидкович- ский, емельяновский |
| Оранжевый | 600—590 | Гранит лезниковский |
| Оранжево-желтый  Желтый | 590—580 | Туф азизбековский |
| 580—570 | Туф бол нисский, мартиросский, мра­мор фоминский |
| Желто-зеленый | 570-550 | Отдельные разновидности мрамора кульдурского |
| Зеленый | 550—520 | Кальцифир корейский, офиокальцит, саткинский  Гранит майкульсхий, туфо-дацит бер- дянский |
| Зелено-гол убой | 520—500 |
| Голубой | 500—485 | Мрамор слюдянский |
| Синий | 485—470 | Мрамор колосовскнй, таштагольский |
| Си н е-гфиол етовы й | 470—440 | Лазурит новобыстренскнй, ляджуар- дарский |
| Фиолетовый  1 | 440-380 | Чароит морозовский |

имеют красную, розовую, желтую или серую окраску в зави­симости от фазового состава и состояния оксидов железа. Ро­говая обманка, эпидот темнят граниты, придавая им зеленые оттенки.

Цвет камня характеризуется: цветовым тоном Я, насыщен­ностью Ря и светлотой Вс. Цветовой тон определяется домини­рующей длиной волны спектрального цвета X, выражаемой в нанометрах, измерение которой производится с помощью спектрофотометров типа СФ-10 или калориметрами типа КНО-3 и компораторов цвета.

Примерные границы участков спектра для основных цве- тов природных облицовочных камней, добываемых в нашей стране, приведены в табл. 2.4.

Под насыщенностью цвета Рк следует понимать степень раз­бавления спектрального цвета бЬлым. Насыщенность спект­ральных цветов равна единице, ахроматических — нулю. Насы­щенность цветовых тонов достигается добавлением любого ахроматического тона.

Так, прибавление черного цвета подчеркивает темно-синие тона, зеленого — темно-коричневые тона, а добавление белого цвета обусловливает розовые и бледно-голубые тона. Степень насыщенности камней хроматических цветов делится на че­тыре категории (табл. 2.5).

Светлота Вс характеризуется степенью интенсивности отра­жения света поверхностью камня. Она измеряется блескомером

**Таблица 2.5**

Категории насыщенности цвета облицовочных камней (по данным ВНИПИИстромсырья)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Категория насыщенно­сти цвета | Степень  насыщенности  цвета | Насыщен­ность цвета Р | '■ Облицовочные камни |
| I | Интенсивно-насы­  щенные | о  т  СО  о | Красные мрамора и мраморизованные известняки салиэтСкие и щрошинские, зеленые мрамора кульдурские |
| 2 | Средненасыщен­  ные | 0,4—0,8 | Красно-серый гранит к а арл ахти некий, фиолетово-серый мрамор агверанский |
| 3 | Слабонасыщен­  ные | 0,1-0,4 | Зеленовато-серый туф берлинский, бледно-голубой мрамор слюдянский, бледно-розовый мрамор кибик-кордон- ский, гранит майкульский |
| 4 | Ненасыщенные | 0,1 | Камни ахроматических цветов с едва уловимым «холодным» или «теплым» тоном (мрамор прохоро-баландинский, |
|  |  |  | известняк бодракский) |

Облицовочные камни месторождений СССР  
в зеркальной фактуре полировки

Мрамор изованные известняки агурский улья-нарошенский, хорвирабский, габбро слипчицкий, ропручейскнй, лабрадорит головинский, каменнобродскнй, горбу- левскнй

Таблица 2.6 7-ступенчатая шкала

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сту­  пени  свет­  лоты | Цвет  ступеней | Светлота каиня В„,  % с |
| 1 | Черный | 3,5—5,7 |
| 2 | Черно-серый | 5,7—9,0 |
| 3 | Темно-серый | 9,0—14,0 |
| 4 | Средне-серый | 14,0—22,0 |
| 5 | Светло-серый | 22,0—35,0 |
| 6 | Бело-серый | 35,0—56,0 |
| 7 | Белый | 56,0—89,0 |

светлоты камня (по данным ВНИПИИстромсырья)

Лабрадорит турчинский, исаковский, фе­доровский, мрамор нзованный известняк садахлинский

Граниты кудашевский, жежелевский, старо-бабановский, танский Гранит янцевский, коростышевский, мра­мор уфалейский, козиевский Гранит крошняиский, мрамор лопотский тазганский

Гранит севасайский, мрамор слйдянский Мраморы коелгинский, прохоробаландин- ский, известняк бодракскнй типа БФ-2 в процентах к светлоте эталона и используется

нми г\*7РДт,ТерИС™ КгШн\* ^соматического ряда в соответст­вии с 7-ступенчатои шкалой {табл, 2.6).

СВЄТЛ0ІГЬІ томных трнов улавливается зрительным анализатором легче, чем светлых. I и 7-я ступени отвечают по-

раеттиэтютг“/пя \*белый> камень’ серые и цветные камни ха- £ Ризуются пятью промежуточными ступенями с диапазо­ном светлоты 5,7-56,0 %. Наиболее декоративными камнями ахроматического ряда считаются белые и черные. камнями

Таблица 2.7

**от'деко',ати""0<:т"** ««и»" ахроматического ряда а зависимости

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ' Кате­гория свет­лоты | Сту­  пени  свет­  лоты | Светлота  камня  \*с> % | Цвет . ступеней | Примечание |
| I | 1  6 | 3,5—5,7 35 56 | Черный | Декоративность подчеркивает белый |
|  | 7 | 56—89 | Бело-серый  Белый | рисунок на черном фоне и черный на белом |
| п | 5 | 22—35 | Светло-серый | Декоративность подчеркивает наличие |
| III | 4 | 14—22 | Средне-серый | рисунка |
|  | 3 | 9—14 | Темно-серый | , |
| 1 | 2 | 5,7—9,0 | Черно-серый | — |

ВНИПИИстромсырьем составлена классификация природ­ных облицовочных камней ахроматического ряда, учитывающая различную степень декоративности в зависимости от светлоты (табл. 27).

Чем больше светлота камня, тем сильнее воздействие цвето­вого тона на зрительный анализатор. Аналогично воздействует и контрастность рисунка.

Белые и серые камни почти всегда имеют цветовые оттенки с малой насыщенностью, определяемые термином «теплые» (желтые, кремовые); или «холодные» (голубоватые). «Холод­ные» тона как правило, повышают декоративность белв!х и се­рых камней, «теплые» тона снижают декоративность, камней серых оттенков.

При оценке декоративности камня дополнительно учитыва­ется ряд других важных признаков: цветовое предпочтение (уникальность), игра основного цвета, сочетание цветов.

Цветовое предпочтение характеризует степень редкости и

Т а б л и ц а 2.8

Классификация камней по цветовому предпочтению (по данным ВНИПИИстромсырья)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Камни | Категория  цветового  предпочте­  ния | Доминирующий цвет |
| Лабрадорнты, габбро | I | Предельно-черный с большим количе­ством ирризирующих включений (свы­ше 10 % общей поверхности) |
|  | - II | Черно-серый, черный и серый с ра­дужными включениями (до 10 % общей поверхности) |
|  | III | Черный, черно-серый и серый без |
| Граниты и аналогичные | I | ирризирующих радужных включений Нежно-голубой, зеленовато-голубой, |
| изверженные породы |  | бирюзовый, оранжево-желтый и крас­ный |
|  | II | Насыщенно-красный, голубовато-се- |
|  |  | рый, бело-серый |
|  | III | Светло-серый, средне-серый, темно- |
| Мраморы, известняки, |  | серый, розовато-серый |
| I | Голубой, синий, зеленый, прозрачный |
| травертины |  | с различными оттенками |
|  | II | Насыщенно-красный, желтый, черный |
|  | III | Белый, серый |
| Туфы | I | Голубой, зеленый, голубовато-зеленый |
|  | II | Желтый, рисунчатый, кирпично-крас- |
|  | III . | ный, фиолетово-розовый, черный |
|  | Розовый, коричневый с включениями |
|  |  | неправильной формы |

оригинальности расцветок данного образца по сравнению с дру­гими природными “камнями.

По цветовому предпочтению камни подразделяются «а три категории: I — уникальные, редко встречающиеся в природе, II — сравнительно редко встречающиеся в природе, Ш — рядо­вые (табл. 2.8).

Однородность цвета характеризует степень однородности расцветки у одноцветных камней и степень однородности ос­новного цвета у многоцветных камней. По этому признаку облицовочные камни разделяются на однородные и неодно­родные.

Признаки сочетания цветов учитывает степень соответствий окраски камня основным положениям колористки по цветовым контрастам и цветовой гармонии. По сочетанию цветов камни подразделяются на три категории:

полихромные — с благоприятным сочетанием цветов в пре­делах нюансных гармоний;

монохромные — с гармоничными отклонениями от домини­рующего тона;

полихромные — с неблагоприятным сочетанием цветов.

Одним из главных параметров, характеризующих декоратив­ность облицовочного камня, является текстура, под которой следует понимать проявление на поверхности изделия строения

**Табл ица 2.9**

Классификации камня по декоративности рисунка (по данным ВНИПИИстромсырья)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Камни | Категория  рисунка | Характеристика породы |
| Граниты и аналогичные | I | Слоистый облачный, с гармонично |
| изверженные породы |  | расположенными прожилками, позво- |
|  |  | ляющими создавать в облицовке об- |
|  |  | щий рисунок на смежных плитах |
|  | II | Без рисунка |
|  | III | С рисунком в виде секущих прожилок, лишенных гармонического сочетания |
| Мраморы, известняки, до- |  | с фоном |
| I | Пейзажный, древовидный, брекчевид- |
| ломвты, туфы, песчаники, |  | ный, составленный из нескольких две- |
| кварциты, травертины |  | тов |
|  | II | Полосатый, с прожилками, трещи- |
|  |  | нами типа черепных швов, запол-. ненных цементирующим веществом: |
|  | III | сильно пористые разновидности из­вестняков с закономерно расположен­ными порами |
|  | Неправильный в виде включений, кон­трастирующих с общим фоном |

Классификация камня по категориям структур (по данным ВНИПИИстромсырья)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Категория | Характеристика |
| Камин | структуры | структуры |

Граниты цветные и бело-серые, л ав­рале риты черные и серые, габбро- нориты, анортозиты Кварциты, граниты серые, сиениты, диориты, гранодиориты, песчаники, мраморы, известняки и т. п.

|  |  |
| --- | --- |
| I | Крупно- и гигантозерни­ |
|  | стые |
| II | Средне- и мелкозернистые |
| I | Средне- и крупнозерни­ |
|  | стые |
| II | Мел козер н истые |

камня, дающего информацию о его происхождении. Текстура камня характеризуется степенью развития рисунка, степенью проявления структуры, просвечиваемостью.

Рисунок обусловливает декоративность природного камня, а его красота зависит от характера сочетания цветов, ориги­нальности, выразительности рисунка на смежных изделиях, а также четкости его выявления при различных фактурах об­работки, что и обусловливает классификацию камня по этому признаку (табл. 2.9).

-Структура дополняет рисунок поверхности камня и форми­рует его. По этому признаку облицовочные камни подразделя­ются на две категории: I — с декоративными структурами; II — с недекоративными структурами (табл. 2.10).

Просвечиваемость характеризует способность верхнего слоя камня частично пропускать свет, выявляя при этом внутренние рисунок и структуру. Наилучшей просвечиваемостью обладают ониксы, гипсовые камни, кальцифиры, белые мраморы. Это свойство зависит от чистоты камня, т. е. отсутствия включений

Таблица 2.11

Классификация камней по просвечиваемости (по данным ВНИПИИстромсырья)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категория  просвечива­  емости | Глубина просвечивае­мости образцов, мм | Аналог |
| I | 10—20 | Оникс агамзалинский, вулканическое стекло (обсидиан), аргонит |
| II | 10—20 | Мраморы газганский и прохоро-балан- динский |
| III | Не просвечиваются | Граниты, габбро, лабрадориты и дру- |
|  |  | гие породы |

Обработан\* ная ультра­звуком Пиленая Бі

Таблица 2.12

Фактуры обработки природных облицовочных камней

**Фактура**

**Способ получения  
фактуры**

**' Характеристика  
фактуры**

«Скала»

Точечная

Термообра-

ботанная

Пиленая Б Пиленая А

Шлифован­

ная

Лощеная

Полирован­

ная

Скалывание по периметру ли­цевой поверхности с помощью закольника, либо раскалыва­ние заготовки на кол очном станке

Обработка крестовой бучардой

Воздействие на лицевую по-. верхность высокотемператур­ной газовой струи

Воздействие на лицевую по­верхность ультразвуковыми ко­лебаниями в водной среде Пескоструйная обработка, либо химическая очистка

Распиловка рамными и канат­ными пилами со свободным абразивом

Распиловка алмазными пггрип- совыми и дисковыми пилами

Обработка шлифовальным ин­струментом (средне и грубозер­нистым)

Обработка доводочным шлифо­вальным инструментом без на- носки глянца

Накатка глянца полироваль­ным инструментом

Отколотая поверхность с неров­ностями рельефа до 200 мм без следов инструмента

Равномерно шероховатая по­верхность с неровностями скола рельефа высотой до 2 мм Шероховатая поверхность со следами шелушения и неров­ностями рельефа высотой до 10 мм

Матовая поверхность с выяв­ленным цветом, рисунком и структурой камня Неравномерно шероховатая по­верхность с резкими штрихами от зерен крупного абразива (высота рельефа/1—3 мм), очи­щенная от оксидов, подтеков и шлама

Такая же, как и у пиленой Бх, но не очищенная от оксидов, подтеков и шлама Гладкая поверхность с мало­заметными следами от работы инструмента, с отдельными не­ровностями рельефа до 3 мм Равномерно шероховатая по­верхность со следами обработки, (высота мн кр орел ьефа 0,2— 0,5 мм) 1

Гладкая матовая повер хн ость без следов обработки, полное выявление рисунка камня Зеркальный блеск на поверх­ности плиты, четкое отражение предметов

**и ориентации в нем оптических осей кальцита. Камни извер­женных породі как правило,, просвечиваемостью не обладают.**

**По просвечиваемости камни классифицируются на три ка­тегории (табл. 2.11).**

**Наряду с цветом и текстурой фактура лицевой поверхности камня играет важную роль при оценке его декоративности. Фактура представляет собой параметр, определяющийся харак­тером и высотой рельефа поверхности, полученной после соот-**

ветствующей обработки. Действующие ГОСТы на продукцию из облицовочного камня предусматривают фактуры обработки, приведенные в табл, 2,12.

Необходимо учитывать, что фактура облицовочных мате­риалов даже из камня одной и той же разновидности может значительно изменять характер облицовки. Фактура обра­ботки резко меняет как светлоту, так и насыщенность камня, рисунок. Цвет камня особенно выявляется при полированной фактуре и несколько снижается при лощеной. Фактура ска­лывания понижает насыщенность цветового тона в еще боль­шей степени. В подавляющем большинстве декоративность камня оценивается по образцам полированной фактуры, наи­более полно выявляющий цвет и текстуру породы (неполи- рующиеся разновидности оцениваются по лощеной фактуре).

1. Методы оценки декоративности

Декоративность камня оценивается в следующей последо­вательности: подготовка образцов, предварительная оценка

признаков декоративности, учет корректирующих признаков, установление класса декоративности камня и составление экспертного заключения о декоративности.

Согласно методике ВНИПИИстромсырья образцы для оценки декоративности камня должны быть представлены прямоугольными плитками размерами 400X250X10-^20 мм, вырезанными на алмазно-дисковом станке. Образец должен быть изготовлен в полированной или лощенной фактуре. Для предварительной оццдки декоративности допускается изготов­ление образцов, вырезанных из керна в виде полуцилиндров (минимальные размеры по диаметру 90—100 мм, по длине 200 мм) и дисков (диаметр 90—110 мм, толщина 10 мм). Об­разцы вырезают из пробы в трех взаимно перпендикулярных направлениях, по два образца по каждому направлению, что обеспечивает наиболее полную характеристику камня. Мини­мальное число образцов, по которым оценивается декоратив­ность, должно быть шесть. Для получения глянца наивысшего класса образцы полируют, войлочными кругами с использо­ванием свободных полирующих веществ — оксид алюминия или оксид олова. Оксид хрома и другие цветные порошки допускаются только для полировки образцов плотных из­верженных пород, а также <черно-серых разновидностей камня.

В соответствии с ранее изложенными основными поня­тиями для осуществления предварительной оценки признаков декоративности устанавливается категория по каждому из основных признаков декоративности данного образца: цветно­сти, насыщенности, светлоте, цветовому предпочтению, одно-

Предварительная оценка декоративности камня

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Положнтель- | К  К « |  | А |  |
| §-§Й | ные. прнзна- | аа | Характеристика, |  | Примечание |
| Э \* о.я | ки декора- | и X | признака | ± А |
|  | ТНВНОСТИ |  |  |  |
| 12 га и о О с t\*X |  | « Си | - | о\*2 |  |
| Цвет | Цветность | I | Хроматические | 5 |  |
|  | Насыщен- | II | Ахроматические | 2 |  |
|  | I | Интенсивно- насыщен- | 6 | Данный при­знак использу- |
|  | ■ ность |  | ный (РИ ~ 0,8-5-1,0) |  |
|  |  |  | Средненасыщенный |  | ется только для |
|  |  | II | 4 | хроматическо- |
|  |  | ill | (0,4—0,8)  Слабо насыщенный | 3 | го ряда рас­цветок в COOT- |
|  |  | IV | (0,1-0,4) |  | ветствии с |
|  |  | Ненасыщенный | 1 | табл. 2.4 и 2.5 |
|  | Светлота | I | Черные, бело-серые, | 4 | Данный при- |
|  |  | II | белые  Светло-серые, средне- | 2 | знак использу­ется для ахро- |
|  |  | III | серые ‘ |  | матических |
|  |  | Темно-серые, черно-се- | 1 | цветов в COOT- |
|  |  |  | рые |  | ветствии с |
|  |  |  |  |  | табл. 2.6 и 2.7 |
|  | Цветовое | I | Уникальные, исключи\* | 6 | Следует ПОЛЬ- |
|  | предпо- |  | тельно редко встреча- |  | зоваться |
|  | чтение | II | ющиеся в природе Сравнительно редко | 4 | табл. 2,8 |
|  |  | III | встречающиеся  Рядовые | 2 |  |
|  | Однород- | I | Однородный тон | 2 (4) | В скобках дана |
|  | ность | II | Неоднородный тон | 4(2) | оценка для |
|  |  |  |  |  | структурных разновидно­стей камня |
|  | Сочетание | I | Полихромные с благо- | 5 | Данный при- |
|  | цветов |  | приятным сочетанием |  | знак исполь- |
|  |  |  | цветов в пределах ню- |  | зуется ДЛЯ Хро- |
|  |  |  | ансных гармоний; при |  | матических |
|  |  |  | наличии рисунка допу­скается цветовой кон- |  | цветов |
|  |  | II | Монохромные с гармо- | 3 |  |
|  |  |  | ническимн отклонения­ми от доминирующего тона |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| «О.\*  Цй-  О «о,Р  5 Й,вв X О С е£Я | Положитель­ные призна­ли декора­тивности | Категория  признака | Характеристика  признака | Оценка в баллах | Примечание |
|  | Сочетание  цветов | III | Полнхромные с небла­гоприятным сочетани­ем цветов, не создаю­щих общего рисунка | 1 |  |
| Текстура | Граниты и | | аналогичные изверженные породы | | |
|  | Рисунок | 1 | Слоистый, облачный с гармонично располо­женными прожилками, позволяющими • создать в облицовке общий ри­сунок на смежных пли­тах | 6 | Следует поль­зоваться табл. 2,9  Ї |
|  |  | И | Без рисунка , | 3 | ■ — |
|  |  | III | С рисунком р виде се­кущих провдрюк, ли­шенных гармоническое го сочетания с фоном | 2 |  |

Мраморы, мрамориэованные известняки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I | Пейзажный, древовид­ный, брекчевидный, со­ставленный иэ несколь­ | 6 |
|  | ких цветов |  |
| II | Полосчатый, с прожил­ками и трещинами типа черепных швов, запол­ненных цементирую­щим веществом, силь­нопористые разновид­ности известняков с за­кономерно расположен­ными порами | 3 |
| III | Неправильный, в виде включений, контрасти­ | 2 |
|  | рующих по отношению к общему фону |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | г |  |
| щ\* \* и ™ Р- я | Положитель- | 0!  X « |  | Л |  |
| № О л | ные призна- | Си X | Характеристика |  | Примечание |
| О м  »2.25 | ки декора­тивности | й я £ 2 | признака | 2 к  • \* СО  х и |
|  |  | я а. «в |  | 3 ч Л я О« |  |
| Текстура | Структура | I | Крупно и гигантозер­нистые цветные грани­ты , л абр адориты, габ- бронориты, анортози- | 4 | См. табл. 2.10 |
|  |  |  | ты, мелкозернистые се­рые граниты, сиениты, диориты, гранодиори- ты, кварциты, песча- |  |  |
|  |  | II | ники, мраморы, мрамо- ризованные известняки Средне- и мелкозерни- |  |  |
|  |  |  | стые цветные граниты, лабрадориты и габбро, |  |  |
|  | ;■ |  | средне- и крупнозерни­стые серые граниты, сиениты, диориты, гра- нодиориты, кварциты, песчаники, мраморы и известняки |  |  |
|  | Полйруе- | I | 170 единиц шкалы бле- | 5 ' |  |
|  | мость | II | скомера  130—160 | 3 |  |
|  |  | III | 70—130 | 2 |  |
|  |  | IV | 70  ' | 1 |  |

родности, сочетанию цветов, рисунку, структуре, просвечивае­мости, полируемости. Категория по каждому из указанных при­знаков декоративности устанавливается либо органолептиче­ским, либо инструментальным методами анализа.

Далее производят предварительную оценку декоративно­сти камня по балльной системе с раздельной оценкой в бал­лах каждого параметра декоративности в зависимости от ка­тегории, оценивая, экспертным анализом положительные при­знаки, как это показано в табл. 2.13.

Результат предварительной оценки по каждому, параметру декоративности (цвету, текстуре, фактуре) уточняется путем ввода соответствующих корректирующих коэффициентов, учи­тывающих влияние отрицательных признаков. Для этого суммарная балльная оценка по каждому параметру декоратив­ности умножается на соответствующие этому параметру коэф­фициенты корректировки, значение которых по отрицатель­ным признакам приведено в табл. 2.14.

Корректирующие коэффициенты отрицательных признаков (по данным ВНИПИИстромсырья)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пара­  метры  декора­  тивности | Вид природного камня | Отрицательные  признаки | Коррек­  тирующий  коэффи­  циент |
| Цвет | Граниты красные | Желтые оттенки, бурые и темные-пят­на, подтеки  Локальные скопления темно-цветных минералов | 0,8—0,9 0,9 |
|  | Граниты серые | Желтые и бурые оттенки, неравно­мерность расцветки | 0,7—0,9 |
|  | Лабрадорита  черные | Бурые пятна и подтеки желтоватые, осветленные участки, малая ириза- ция, отсутствие иризации Отсутствие иризации, белесоватые участки | 0,7—0,8 |
|  | Лабрадорита  серые | 0,7 |
|  | Габбро | Серые оттенки, неравномерность рас­цветки | 0,7—0,8 |
|  | Мрамор белый | Неравномерность расцветки; холод­ный тон; наличие прожилок | 0,7—0,8 |
|  | Мрамор белый облицовочный | Неравномерность расцветки | 0,8—0,9 |
|  | Мрамор серый | Желтые и бурые оттенки, прямоли­нейный характер рисунка | 0,6—0,7 |
|  | Мрамор черный | Желтоватые и белесоватые участки | 0,7—0,8 |
|  | Мрамор цветной | Слабая насыщенность основного тона с наличием ахроматических участков | 0,8—0,9 |
|  | Известняки, ядо­ломиты | Неравномерность окраски; наличие пор, располагаемых незакономерно; наличие включений; серые и бурые оттенки | 0;7—0,8 |
| Текстура | Граниты | Рисунок, в виде резких крупных пятен, хорошо заметных с большого расстояния (8—10 м); рисунок в виде резких прямолинейных полос | 0,8—0,9 |
|  | Лабрадорита | Неравномернозернистая структура, мелкозернистая структура | 0,9 |
|  | Габбро | Неравномерная структура | 0,9 |
|  | Мрамор белый | Рисунок в виде мелких пятен, круп­нозернистая структура | 0,8 |
|  | Мрамор цветной, серый, черный | Мелкомасштабный рисунок, крупно­зернистая структура | 0,8—0,9 0,7—0,8 |
|  | Известняки, до- | Рисунок в виде мелких и крупных |
|  | ломиты | пятен, крупнозернистая структура |  |
| Фактура | Граниты, лабра- | «Шагреневая» поверхность после по- | 0,8-0,9 |
| дориты, габбро | лировки; невысокая полируемость Наличие неполирующихся участков | 0,8 |
|  | Мраморы |

Уровень декоративности камня (в баллах) с учетом кор­ректирующих коэффициентов определяется по формуле

(221)

где ЪЦ — суммарная оценка декоративности по признакам цвета; Ацп— корректирующие коэффициенты признаков цвета от 1 до:/г; 2Г — суммарная оценка декоративности по призна­кам текстуры; Ат” — корректирующие коэффициенты призна­ков текстуры от 1 до я; Ф —оценка декоративности по при­знакам фактуры; Аф”— корректирующие коэффициенты при­знака фактуры от 1 до я.

Дробный итоговый результат округляется до целого числа.

Декоративность оценивается для каждого образца от­дельно, после чего определяется среднее арифметическое в це­лом для данного камня.

Класс декоративности породы устанавливается путем со­поставления итоговой среднеарифметической оценки декора­тивности с классификацией декоративности облицовочных материалов, разработанной ВНИПИИстромсырьем, и приве­денной ниже.

Класс декоративности I ' П щ 1у

Итоговая оценка декоративности в баллах. . . >32 23—32 15—23 <15

К I классу декоративности относятся высокодекоративные облицовочные материалы, ко II — декоративные, к III — ма­лодекоративные, а к IV — недекоратнвные материалы.

1. Мётодика составления заключения о декоративности пород

Экспертное заключение о декоративности камня составля­ется после установления класса декоративности.

В заключении обязательно приводится характеристика ос­новных; признаков декоративности, отмечаются уровень влия-' ния отрицательных факторов, уменьшающих декоративную ценность породы, дается сопоставление с имеющимися анало­гами. В качестве примера рассмотрим заключение о декора­тивности лабрадорита Головинского месторождения.

Оценка декоративности лабрадорита Головинского место­рождения проводилась на плитах прямоугольной формы раз­мерами 500X300 мм толщиной 30 мм с полированной факту­рой обработки лицевой поверхности.

Лабрадорит Головинского месторождения представлен одной разновидностью, характеризующейся сравнительно од­нородным строением черного цвета с голубой иризацией. На некоторых плитах встречались каолиновые включения, выра­жающиеся вкраплениями диаметром 1—3 мм, которые ухуд­шают декоративность камня.

Лабрадорит Головинского месторождения может быть от­несен к 4-й категории цветности, насыщенность 0,1 с едва уловимым «холодным» тоном. Структура кристаллическая, крупнозернистая, порфи'ровидная. Из-за крупнозернистого пор­фировидного строения головинский лабрадорит принимает по­лировку хорошего качества (предельный блеск по шкале бле- скомера 200 единиц, что соответствует I категории полируемо- сти).

Декоративность лабрадорита , Головинского месторожде­ния оценивалась квал и метрическим методом в соответствии с Методическими указаниями, разработанными ВНИПИИ- стромсырьем.

Для головинского лабрадорита итоговая оценка декора­тивности составила Лд= (2+6+1 +5+2+3) + (3+4+1) +5=

= 32. • : .

В соответствии с классификацией облицовочного камня по декоративности лабрадорит Головинского месторождения мо­жет быть отнесен к I классу, т. е. признан высокодекоратив­ным. Рекомендуемая область применения: плиты ^пиленные, шлифованные и полированные для полов, наружной и внут­ренней облицовки стен зданий и сооружений, ступени для внешних и внутренних лестниц, цоколи, бортовые камни, обли­цовка набережных.

■ I ;

1. Декоративность камня и конъюнктура внешнего рынка |

Декоративность породы, ее физико-механические свойства и монолитность являются главнейшими критериями при ^реше­нии вопросов экспортных поставок облицовочных камней.

Многие отечественные облицовочные камни, такие, как емельяновский, корнинский, капустинский граниты, жетыбай- ский известняк, слипчицкое габбро, коелгинский мрамор и другие получили признание за рубежом.

Значительное количество природных облицовочных пород отечественных месторождений нуждаются в проведении тща­тельного анализа на предмет возможности доставок камня в зарубежные страны как сейчас, так и на далекую перспек­тиву. „

Из разведанных й разрабатываемых месторождении обли­цовочного камня СССР многие виды камня по своей декора­тивности не уступают, а многие и превосходят лучшие зару­бежные образцы. :

Конъюнктура внешнего рынка на “камень ^очень изменчива, она зависит от архитектурной моды, требований ;к декоративным

Таблица 2.15 >

Характеристика камней конъюнктуры внешнего рынка различных стран мира

Краткая

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Камни | Коммерческое  название | Страна |
| Мрамор белый | Пентеликон | Греция |
| Мрамор белый Мрамор белый | Рушнице'  Статуарно | Румыния  Италия |
| Мрамор белый | Бианкохиаро. | » |
| Мрамор белый | Бардильо | » |
| Мрамор белый | Салданский | НРБ |
| Мрамор белый | Теполовград | НРБ |
| Мрамор белый | Стеин-хет | Франция |
| Мрамор цветной Мрамор цветной | Вер-антик Ґриотте Италья | Франция  » |
| Мрамор цветной | Комбланшин | » |
| Мрамор цветной | Брекчия-Аврор а | Италия |
| Мрамор цветной | Россо ди Верона | \* |
| Мрамор | Россо антихо | » |
| Мрамор цветной | Брекчия Медисса |  |
| Мрамор цветной | Рожо Аликанте | Испания |
| Мрамор цветной | Жен сафра | Алжир. |
| Мрамор цветной | Колумбийский | 'США |
| Мрамор цветной | Велинград | НРБ |
| Мрамор цветной | Берковица | » |
| Мрамор цветной | Челюстница | » |

характеристика

Белый, мелкозернистый с желтоватым оттенком

Белый, мелкозернистый Белый, статуарный, мел­козернистый

Белый до светло-серого, мелкозернистый

Белый и светло-серый, с нежно голубым и зе­леноватым оттенком Белый, среднезернистый с голубоватым оттенком Белый среднезернистый с голубоватым оттенком Белый, статуарный, мел­ко-зернистый с серо-жел­тыми пятнами Брекчевидный, зеленый Коричнево-красный с бе­лыми прожилками Светло-желтый со следами органогенных включений Брекчевидный, розовый с разноцветными прожил­ками

Красно-коричневый, брекчевидный Красно-коричневый, тем­ного Цвета, мелкозерни­стый с белыми прожил­ками кальцита Зеленовато-красный, брекчевидный Красный, мелко н средне­зернистый с белыми про­жилками кальцита Желто-коричневый, мел­козернистый, с ветвистым рисунком

Серо-голубой, мелкозер­нистый

Серо-голубой, крупно­зернистый

Нежно-розовый, мелко­зернистый

Пестроо крашенный кон­гломерат, с преобладаю­щим коричнево-красным цветом включений

Краткая , характеристик«

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Камни | Коммерческое ! название | Страна |
| Мрамор черный | Глошены | ' НРБ |
| Мрамор черный | Негро-манасо | Румыния |
| Мрамор черный , | Порторо | Италия |
| Габбро  Лабрадорит | Импала  Ветрен | ЮАР  НРБ |
| Лабрадорит | В итош а | НРБ |
| Гранит  Гранит  Гранит | Барро  Голубой альбер- тон  Бон-аккорд | США  СЩА  ; Швеция |
| Гранит | Вонэвик | » |
| Г ранит | Г раверсфорс | » |
| Гранит  Гранит'  Гранит | Мальме (Елизе- коль)  Сент-аме  Суоми | Швеция  Франция  Финляндия |
| Гранит | Бавена | Италия |
| Гранит | Альдо | » |
| Гранит | Петер лак | Финляндия |
| Гранит  Гранит | Хип-оф-фарс  Дельбитт | Велико­британия То же |
| Гранит  Гранит | Петерход  Нордмаркит | »  Норвегия > |
| Гранит | ЛаузитскиЙ | ГДР |

Черный, мелкозернистый с желтыми и бельши вро- жилками

Черный, мелкозернистый с желтыми и белыми про­жилками

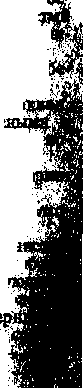
Черный, мелкозернистый с желтыми и белыми про­жилками

Черный, среднезеринстый Черный крупнозернистый с зеленоватым оттенком Черный, крупнотерни­стый ,

Серый, среднезернистый Голубовато-серый, сред­незернистый

Ярко-красный, крупно­зернистый, с рубиновым или малиновым оттенком Красный, крупнозерни­стый ■'/-V."

Розовый, крупнозерни­стый с включениями ГО- -



лубого и пурпурного кварца ; г

Серебристо-серый, мел хек; зернистый

Серый мелкозернйиЙр Светло-серый (почти\*\*^ лый), мелкозеринс Красный, крупиозерз стый

Светло-серый (почта ; 1 лый) мелкозернистый Ярко-красный, рапа с крупными крас оранжевыми зернами : левых шпатов Красный крупноте стый

Серебристо-серый, же зернистый Серый, мелкоэер\* Светло-серый, . ГОЛ5 тый, с иризирз кристаллами пс шпата, крупнозе Светло-розовый зернистый

свойствам камня, идущего на экспорт, а также экономи­ческих показателей его добычи и реализации зарубежным странам. -

Для большинства стран Европы предпочтение в цветовой гамме камня следующие: белый, серый, черный, красный мра­мор; граниты и другие изверженные породы — черные и крас­ные. Ценятся камни, не имеющие четко выраженного рисунка, и однородные по цветовому тону.

Исключается наличие в камнях секущих жильных вклю­чений, ярко выраженных на общем фоне светлых и темных пятен. Пористые камни, такие, как ракушечники, травертины, должны быть представлены по возможности плотными разно­видностями. Допускается наличие незначительных по разме­рам пор и каверн, имеющих ярко выраженную ориентировку. Из зарубежных облицовочных каМнёй известность на мировом рынке получили камни, охарактеризованные в табл. 2.15.

1. ГЕОМЕТРИЗАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
2. Сущность и задачи геометризации месторождений облицовочного камня

Геометризация месторождений представляет собой комп­лекс работ по изучению, систематизации, горно-геометриче­ской обработке, оценке и графическому изображению на гео­лого-маркшейдерских планах, диаграммах, разрезах и других материалах геологоразведочной <и маркшейдерской информа­ции, накопленной в процессе разведки, изучения и эксплуа­тации месторождений.

Главной задачей геометризации месторождений является всесторонняя геометрическая характеристика разведуемого или разрабатываемогр месторождения в удобной для практи­ческих целей и наглядной форме, позволяющей L не, только от­ражать структуру месторождения и качественные особенности минерального сырья, но и получать новые вывбды и - резуль­таты. ;

Геометризация форм месторождений блочных пород'по ха­рактеру ее производства почти ;не отличается от геометриза­ции форм других полезных ископаемых.

ч Геометризация свойств блочных пород и первоочередно пространственных изменений rix качественных показателей имеет весьма большое практическое значение, так как позво­ляет судить в каждый данный момент о правильности веде­ния геологоразведочных и горных работ. Последнее возможно сделать только в результате рассмотрения взаимоотношений проведенных или проводимых выработок с формой и услови-

ями залегания месторождения. Наблюдения за изменениями условий залегания и качества блочной продукции и своевре­менное изображение их в виде соответствующих графиков дает возможность более обоснованно планировать предстоя­щие горные и геологоразведочные работы.

Геометризация месторождений природных камней с методо­логической точки зрения включает в себя три составные части: эмпирическая, содержащая фактические исходные геолого-марк­шейдерские сведения, полученные в результате натурных наблю­дений и экспериментов, включая их первичную систематизацию; теоретическая, развивающая теоретические концепции, позво­ляющие объединять, синтезировать и объяснять с единых гео­лого-геометрических позиций основные закономерности разви­тия исходной геолого-маркшейдерской информации исследуемых массивов; математическая, дающая методы первичной обра­ботки исходной геолого-маркшейдерской информации и позво­ляющая соединить эмпирическую часть с теоретической, сопо? ставить модель массива с натурой.

За основу геометризацйи месторождений блочных гранитов принимается метод изолиний проф. П. К. Соболевского. Следует отметить, что геометризация структурных показателей, таких, как глубина залегания, мощность и других общеизвестна, а со­ставление структурных горно-геометрических графиков (гипсо­метрический план, план изоглубин) не отличается от подобных планов для месторождений других полезных ископаемых.

1. Геометркзация месторождений по трещиноватости

За основу составления плана трещиноватости массива при­нимается метод геологического картирования трещин на круп­номасштабный маркшейдерский план масштаба ' 1 : 200, 1:500. Выбор крупного масштаба обусловлен двумя причинами: высо­кой густотой трещин отдельности, не позволяющей отражать их на плановых материалах мелкого масштаба; повышенной точ­ностью, предъявляемой к планам трещиноватости в целях ре­шения по ним различных горно-геометрических и технологиче­ских задач графическим способом.

План трещиноватости составляется на основе теодолитной съемки трещин, для чего необходимо иметь достаточно густую сеть съемочных маркшейдерских точек. Полевые измерения вы­полняются комплексно маркшейдером и геологом. Азимут про­стирания и угол падения измеряются компасом. Маркшейдер фиксирует две точки \*на трещине, расстояния от которых до съемочной точки измеряются рулеткой. План трещиноватости отражает густоту и направленность трещин на месторождении или его единичном участке. В пределах карьерного поля трещи­новатость различна, поэтому районирование карьерного поля по

97

4 Заказ № 379

трещиноватости и блочности является неотъемлемой частью его геометризации. При районировании карьерное поле разделяется в плане и по вертикали на участки, внутри которых порода от­носится к одной категории трещиноватости и блочности. За ос­новной показатель количественной оценки трещиноватости при­нимается удельная площадная трещиноватость, вычисленная по данным измерений на открытых участках карьера. Для закры­тых участков этот показатель определяется расчетом.

Первично-пластовые трещины также влияют на блочность и подлежат геометризации. Геологические разрезы по скважи­нам и зарисовки вертикальных стенок карьеров с районирова­нием пластовой трещиноватости на глубине, графики изменения расстояний между пологими трещинами с глубиной, стратигра­фические колонки с нанесением зон напластования отражает густоту и направленность трещин, характер изменения их с глу­биной. Стратиграфические колонки должны отражать зоны на­пластования с числовым значением потери блочности.

1. Геометризация месторождений по блочности

План изоблочности для карьеров является одним из основ­ных качественно-структурных горно-геометрических графиков, отражающих блочность участка в изолиниях. Линией изоблоч­ности называется кривая, соединяющая точки равных числовых значений ожидаемого выхода блочной продукции из общего объ­ема полезного ископаемого на данном участке и горизонте.

Методические основы составления планов изоблочности со­стоят в следующем.

1. Геометризируемое месторождение условно разделяют по площади на примерно равные участки желательно правильной формы.
2. На основе информации о трещиноватости и пользуясь од­ним из методов (чаще всего горно-геометрическим) оценки блочности вычисляют теоретическую блочность, значение кото­рой относят к центру оцениваемой фигуры.
3. По значениям блочности центров фигур путем интерполи­рования цифровых значений блочности и проведения линий ее равных значений (линий изоблочности) составляется план изо­блочности месторождения. План изоблочности составляется некрупном масштабе 1:200 или 1:500, эквивалентном мас­штабу плана трещиноватости.

2.5А Геометризация месторождений по декоративности

; Для (планирования горных работ с учетом добычи камня тре­буемых декоративных качеств возникает настоятельная необ­ходимость. составления в изолиниях плана декоративности

камня, который, как и план изоблочности, составляется для оп­ределенного горизонта.

Для составления плана декоративности необходимо по кер­новому материалу, взятому на разных глубинах, произвести рас­пилы и приполировки образцов. На полученных образцах про­изводится оценка декоративности по каждому из основных при­знаков; цветности, насыщенности тона, светлоте, цветовому предпочтению, однородности, сочетанию цветов, рисунку, струк­туре, просвечиваемости, полируемости. Оценка декоративности производится по методике ВНИПЙИстромсырья, описанной выше.

При геометризации декоративных свойств камня установле­ние класса декоративности обязательно. На плане месторожде­ние разделяется на участки по классам декоративности цутем интерполирования цифровых значений балльной^ оценки деко­ративных свойств и проведения линий равных значении декора­тивности, которые . предлагается именовать изодекораты, отве­чающих числовой итоговой оценке декоративности соответ­ствующего класса.

Изложенное методы геометризации качественно-структурных характеристик месторождений блочных пород позволяют при планировании горных работ определять рациональный фронт их развития и изыскивать новые более экономичные способы под­готовки камня к выемке, обеспечивающие добычу блоков тре­буемых размеров и необходимых декоративных качеств.

1. ВСКРЫТИЕ, ПОДГОТОВКА К ВЫЕМКЕ И СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ
   1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАРЬЕРОВ ПО ДОБЫЧЕ БЛОКОВ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

В практике горного производства добычи природных облицо­вочных пород широко используют закономерности изменения свойств пород как в зависимости от их состава и строения, так и в зависимости от воздействия внешних полей. Первоочередно эти закономерности используются при обосновании способов подготовки камня к выемке.

Требования, предъявляемые к облицовочному камню в ча­сти сохранения физико-механических свойств и декоративности, получения блоков определенных размеров и формы, обуславли­вают специфические цели и особенности вскрышных, горнопод­готовительных и добычных работ.

Выемка и перемещение вскрышных пород должны произво­диться так, чтобы наряду со вскрытием залежи обеспечивалось полное сохранение монолитности и декоративных свойств камня в подготавливаемом массиве.

Работы в карьерах по добыче блоков по производственным процессам, структурам комплексной механизации существенным образом отличаются от работ на карьерах по добыче других по­лезных ископаемых. Это в свою очередь обуславливает иной по­рядок и последовательность выполнения открытых горных работ в пределах карьерного поля, т, е. свою специфичную систему разработки.

При разработке месторождений облицовочного камня раз­личные физико-механические свойства пород, требования, предъ­являемые к сырью, условия залегания месторождений опреде­ляют рациональные варианты вскрытия и системы разработки, способы подготовки пород к выемке, комплекты оборудования для производства вскрышных, горноподготовительных и добыч­ных работ, средства выемки, погрузки, транспортирования и пе­реработки полезного ископаемого. Характерной особенностью освоения месторождения из природного камня является созда­ние опытного карьера, используемого для добычи первоначаль­ного объема полезного ископаемого, необходимого для оценки блочности, декоративности и физико-механических свойств камня. После установления соответствия облицовочного камня определенным качественным и количественным показателям приступают к проектированию карьера. Выдается задание на проектирование.

* + 1. Режим работы карьеров

Режим работы карьеров по добыче блоков и камнеобрабаты­вающих заводов следует принимать круглогодовой при 5-днев­ной рабочей неделе с двумя совмещенными выходными днями. Например, годовой фонд рабочего времени при 5-дневной рабо­чей неделе с двумя совмещёнными выходными днями принима­ется в соответствии/ с нормами технологического проектиро­вания. ;

Годовой фонд рабочего времени

Продолжительность смены, ч 8/8

Число/ рабочих смен в сутках **......** 3/1—3 \*

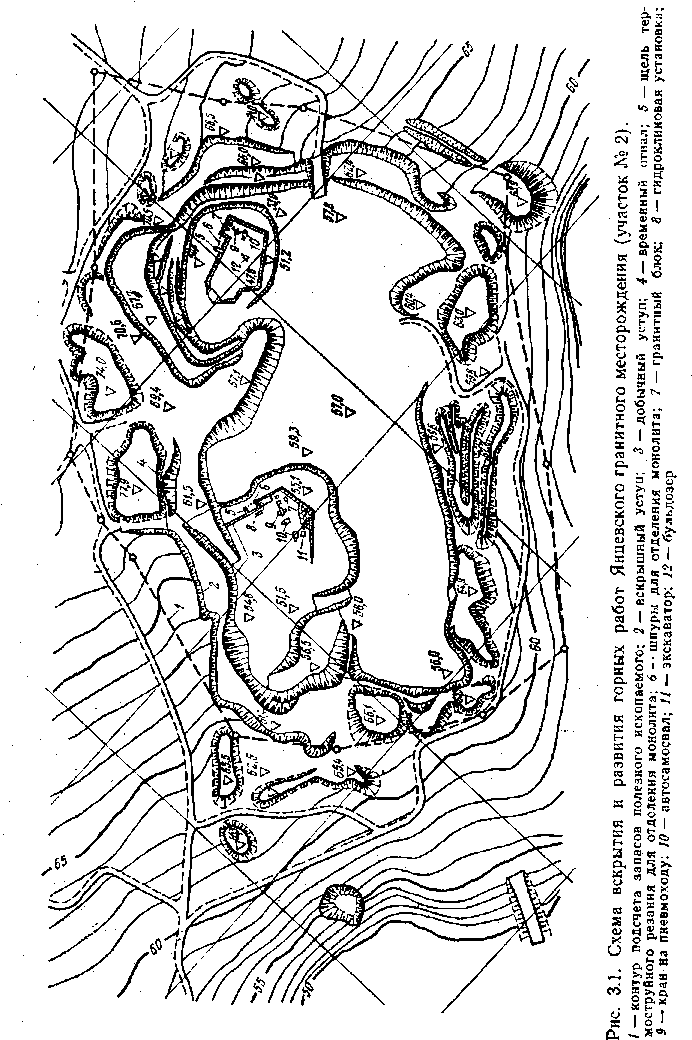
\* В числителе для заводов, в знаменателе для карьеров.

При сезонном режиме работы предприятий число рабочих дней в году устанавливается по климатическим зонам, исходя из непрерывной рабочей недели. Годовой фонд времени опреде­ляется за вычетом времени, необходимого для проведения пла­ново-предупредительных ремонтов (без учета средних и капи­тальных). Число дней для предприятий, расположенных вне зоны (температурная зона по ЕНВ 1971 г.) доставляет 260. В зависимости от климатических условий число рабочих дней в году для карьеров уточняется.

Суточный режим работы карьеров может быть одно-, двух- и трехсменный. Односменный режим следует принимать для карьеров по добыче блоков из прочных пород исходя из условий производства буровзрывных и буроклиновых работ в светлое время суток. При комплексной механизации добычи блоков для крупных карьеров следует принимать трехсменный режим ра­боты, для карьеров небольшой производительности — двухсмен­ный. .Минимальным сроком существования кймнедобывающего предприятия следует считать 25 лет.

* + 1. Состав горно-капитальных работ и основные параметры вскрытия

При выборе способа вскрытия учитывают горно-геологиче­ские условия разрабатываемых месторождений и наличие пбдъ- емно-транспортных средств. Наиболее благоприятными усло­виями обладают месторождения с минимальными объемами вскрышных пород, что имеет- место для большинства гранитных месторождений Украинской ССР (рис. 3.1). В условиях гори-



стой местности сильно пересеченной долинами рек и ущельями для организации разработки месторождения зачастую не тре­буется специальных затрат на вскрытие.

Существующая практика добычи блочного камня показы­вает, что при расположении месторождения ниже уровня зем­ной поверхности вскрытие производится преимущественно об­щими наклонными траншеями с подъемом не более 0,06—0,1 (табл. 3.1).

Возможно вскрытие месторождения природного камня кру­тыми траншеями с применением наклонных подъемников. Объем горно-капитальных работ при этом резко сокращается.

При расположении полезного ископаемого в непосредствен­ной близости от земной поверхности возможно вскрытие без проведения капитальных траншей — бестраншейное вскрытие. В качестве подъемно-транспортного оборудования применяются кабель- и деррик-краны, самоходные клети.

Наиболее экономичным является бестраншейное вскрытие с применением кабель- или деррик-кранов. При таком вскрытии месторождения разработку можно начинать после установле­ния крана.

Конфигурация месторождения, наличие систем трещин и ори­ентировка направления облегченного раскола камня учитыва­ется при расположении траншей или кранов для данного вари­анта вскрытия. При вытянутой конфигурации месторождения крутые траншеи располагают посредине длинного борта карь­ера, что создает возможность работать на два крыла и обеспе­чивает равномерную добычу полезного ископаемого.

Выбор рационального способа вскрытия должен быть про­изведен на основе технико-экономического сравнения вариан­тов и принимается тот из них, который наиболее полно удов­летворяет основным техническим и экономическим требова­ниям.

Наиболее экономичным является бестраншейное вскрытие, при котором в качестве подъемно-транспортногр оборудования могут применяться кабель-краны и деррик-краны. При этом раз­работку месторождения можно .начинать сразу же после мон­тажа оборудования, т. к. никаких затрат на горно-капитальные работы не требуется.

В некоторых случаях целесообразно применять комбиниро­ванное вскрытие— крутыми траншеями, оборудованными подъ­емниками в сочетании с кранами, установленными на бортах карьера, как и при бестраншейном вскрытии, или наклонными траншеями в сочетании с автотранспортом и кранами, располо­женными на борту карьера (рис. 3.2). При этом ширина выезд­ных траншей и полутраншей в зависимости от типа применяе­мых автосамосвалов принимается по данным, приведенным ниже.

Применяется на практике при наличии есте­ственных обнажений, позволяет быстро раз­работать карьер без значительных капи­тальных затрат

Наиболее экономичный и производительный способ вскрытия месторождений штучного камня при соответствующих природных усло­виях, особенно при расположении место­рождения выше поверхности земли

Применяется преимущественно для карьеров малой производственной мощности; пропуск­ная способность подъемника ограничивает нормальную разработку карьера; необходи­мость внутрикарьерной откатки по рельсо­вым путям, усложняет и удорожает разра­ботку

Применяется редко, так как затрудняет интенсивную разработку месторождения

Распространенный способ вскрытия, позво­ляющий применять в карьере экскаваторы, допускает выдачу из карьера блоков значи­тельного веса. Наиболее экономичен при расположении месторождения выше нормаль­ного уровня земной поверхности 4

Таблица 3.1

Способы вскрытия месторождений блочного камня

Способ

**вскрытия**

Г орно-геологические  
условия

Применяемые

подъемно-транспортные

средства

Краткая характеристика  
способа вскрытия

Без проведения вскрывающих вы­работок : есте­

ственное

бестраншейное

Открытыми выра­ботками: крутыми траншеями

наклонными тран­шеями {простыми, тупиковыми, пет­левыми и спираль­ными)

Комбинированный

Месторождение имеет есте­ственное обнажение, по­зволяющее вести разработ­ку без дополнительных работ по вскрытию Месторождение располо­жено ниже уровня земной поверхности; месторожде­ние расположено выше нормального уровня зем­ной поверхности Месторождение расположе­но ниже уровня земной поверхности. Месторожде­ние расположено выше уровня земной поверхности

Месторождение расположе­но выше уровня земной поверхности

М есторождения, располо­женные выше и ниже уровня земной поверхно­сти и имеющие значитель­ную протяженность

Стреловые самоходные краны в сочетании с авто­транспортом или с откат­кой по рельсовым путям

Кабельные краны стацио­нарные или с подвижными башнями, деррик-краны

Наклонные подъемники, откатка с бесконечным ка­натом, одно-двух-конце­

вым канатом

Бремсберги, наклонные подъемники для спуска клетей С грузом Автотракторный транс­порт, откатка по рельсо­вым путям с канатной или локомотивной тягой электровозами, мотовозами

Комбинации первых двух видов вскрытия

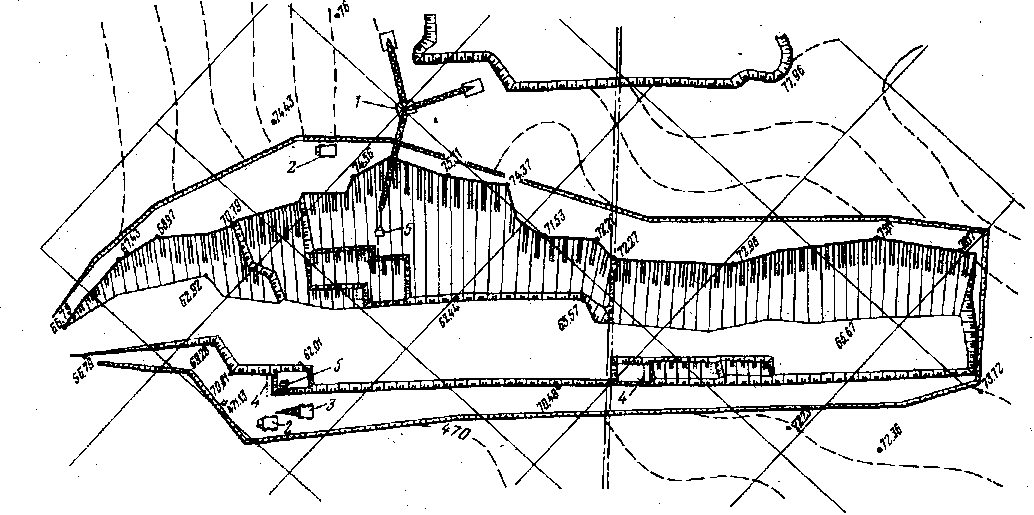


Рис. 3,2, Схема вскрытия и развития горных работ на Газганском мраморном месторождении (карьер № 4);

/ — деррвк-хран;. 2 — автосамосвал; 3 — кран на пневмоходу; 4—шпуры для отделения монолита; 5 — товарный блок

Ширина (м) основания выездных траншей (в числителе)  
и полутраншей (в знаменателе) с учетом устройства канав  
и ограждающего вала

Т1сфода

Рыхлая Скальная и мягкая

|  |  |
| --- | --- |
| 16,5 | 14,0 |
| 16,6 | 15,5 |
| 18,0 | 15,5 |
| 18,0 | 16,5 |
| 19,5 | 17,5 |
| 19,5 | 18,5 |
| 18,5 | 16,0 |
| 18,5 | 17,5 |
| 21,0 | 18,5 |
| 21,0 | 19,5 |
| 22,5 | 20,5 |
| 22,5 | 21,5 |

Однополосное движение при транспорте: МАЗ-503Б, КрАЗ-256Б

БелАЗ-540

БелАЗ-548

Двухполосное движение при транспорте: МАЗ-503Б, КрАЗ-256Б ......

БелАЗ-540

БелАЗ-548 . . . . . , . . .

Минимальная ширина траншеи по низу зависит от парамет­ров выемочно-транспортного оборудования, горнотехнических параметров и колеблется в интервале 12—16 м.

Ширина рабочей площадки

*Шр. п = Лп-\-П1 + П[> + Пп + По + Лв-\-П2,* (3-1)

где Ап — ширина отделяемого монолита, м; Я] = 10 м — ширина полосы безопасности между нижней бровкой уступа и площад­кой для раскалывания монолита; Яр= 10 м — ширина площадки для раскалывания монолитов и обкалывания блоков; Пи — ши­рина проезжей части (при двухполосном движении для БелАЗа- 540— Пп= 10 м, для КрАЗа-256 и МАЗа-503Б — 8 м); Яс—ши- , рина обочин (при двухполосном движении Я0=1,5 м); Яв —

= 6—7 м — ширина полосы для расположения вспомогательного , оборудования; Я2 = 3 м ширина полосы безопасности до верхней бровки нижнего уступа.

1. Основные параметры карьеров по добыче блоков из массива

Основные параметры карьеров (высота уступа, угол его от­коса, Шйрийа рабочей площадки) .зависят от гор но-геологиче­ских условий разрабатываемого месторождения, от применяе­мой системы разработки и соответствующей ей структуры ком­плексной механизации.

Высота уступа на-гранитном карьере по правилам безопас­ности не должна превышать 20 м. В общем высота слоя при правильном ведении горных работ определяется расстоянием между горизонтальными трещинами отдельности. По условиям работы для отделения блоков от массива параметры карьеров для группы гранита и мрамора приведены ниже.

**Высота добычного уступа при различных способах добычн блоков, м**

Порода ;

Буроклиновой способ

Буровзрывной способ:

шпуровой метод

скважинный метод

Камнерезными машинами с кольцевой фрезой . Комбинированный {буроклиновой и буровзрывной) способ

Гранит Мрамор

<6 <6

<6 Не допу­скается <40 То же .— 1,09

<1,05

Минимальная ширина рабочей площадки, м

Порода Гранит . Мрамор

Подступ при бульдозерной уборке окала 6—8 —

Транспортный горизонт . . . , ■ 50—60 15—20

Ширина рабочей площадки определяется в зависимости от схемы механизации по формуле (3.1).

Длина фронта работ слагается из участков; уборки окола, погрузки блоков, раскалывание монолитов и пассировка блоков, оттягивание монолитов от массива, бурение шпуров, резервный участок. Длина каждого участка должна соответствовать не менее суточной производительности карьера по блокам.

Минимальная длина добычного блока (Ь„) устанавливается в зависимости от организации труда в карьере с выделением для бригад участков производства отдельных видов работ (см. подразд. 3.2.4)

£ П = М + и П “Ь "Ь Ьр, (3\*2)

где £л. „= 10Я=1б.ф + Ьб.т + 1б.р — длина участка подготовки монолитов, м; 10 — протяженность фронта рйбот на одного ра­бочего, м; N — численность рабочих в бригаде; Ы. ф — длина участка подготовки фронтальных плоскостей обнажения, м; 16 т — длина участка подготовки торцевой поверхности обнаже­ния, м; Iб. р — длина участка раскалывания монолита, м; Ьъ. п— длина участка выемки и погрузки, м; £ш — длина участка шта­белирования и уборки окола, м; £р — длина резервного уча­стка, м.

При отделении блоков с применением канатных пил высоту монолита рекомендуют принимать 4—8 м, длину 6—15 м, Сле­дует учесть, что при длине монолита более 15—20 м резко сни­жается производительность канатных пил.

Разработка месторождений по добыче блоков природного камня в отличие от разработки рудных, угольных и неметалли­ческих полезных ископаемых характеризуется рядом специфи­ческих особенностей, которые позволяют выделить карьеры по добыче блоков в особую группу предприятий горнодобывающей промышленности. Как правило, эти месторождения имеют бла­гоприятные горно-геологические условия, определяющие откры­тый способ добычи. Кроме того, разработка месторождений блочного камня должна обеспечивать сохранение физических, технологических и декоративных свойств, позволяющих его ис­пользовать в строительстве. К таким специфическим особенно­стям добычи блоков относятся;

открытый способ добычи при небольших размерах карьера в плане;

незначительный объем мягких вскрышных пород и зоны сильнотрещиноватой выветрелой скальной вскрыши, не пригод­ной для получения блочной продукции;

наличие определенной закономерности в строении массива, проявляющейся в существовании систем вертикальных и поло­гих трещин отдельностей и анизотропии прочностных свойств горных пород, что обусловливает расположение фронта работ и отметок уступов применительно к направлениям облегченного раскола камня и залегания систем трещин отдельностей в мас­сиве;

малые величины допустимых отклонений от стандартных раз­меров блоков, регламентирующихся ГОСТ 9479—84, что требует строгого соблюдения направленной выемки в пространстве;

проведение операций с неделимыми тяжеловесными грузами с применением уникального специфического выемочно-погрузоч­ного оборудования при выемке блоков больших размеров; при­менение, различных погрузочных и транспортных средств для обеспечения комплексного использования сырья, что обуслав­ливается выходом блоков из массива от 5—10 % до 55—65 % и попутной горной массы в виде окола, бута и штыба соответ­ственно от 95—90 % до 45—35 % ;

необходимость содержания значительного подготовленного резервного фронта горных работ, обеспечивающего добычу бло­ков, с учетом требуемых декоративных свойств и необходимых в конкретных случаях размеров этих блоков;

сохранение природной монолитности камня в процессе от­деления блоков от массива на основе ограничения разрушаю- щих породу напряжений и получения раскола только в требуе­мом н^иф явлении, обеспечивающих получение качественных бло­ков и уменьшение потерь блочного сырья при добыче. Любое допущенное иэлийшее дробление породы или снижение ее проч-

ностных свойств не устраняется последующей обработкой и при­водит к повышенным потерям при переработке блоков на про­дукцию.

Перечисленные особенности, а также требование сохранения физико-механических свойств и декоративных качеств добывае­мого полезного ископаемого, получения камня заданных разме­ров и формы определяют применение специальных способов от­деления блока от массива.

1. Технологические процессы горных работ на карьерах блочного камня и способы подготовки камня к выемке

Технологические процессы на карьерах по добыче из природ­ного камня осуществляются в определенной последовательности и включают подготовку камня к выемке, отделение монолита и его разделку, погрузку, транспортирование и обработку. В связи с большим объемом попутно получаемой горной массы для ее погрузки применяются одноковшовые экскаваторы, погрузчики, автосамосвалы, работающие по общеизвестным схемам, приме­няемым на открытых горных разработках. В дальнейшем основ­ное внимание будет уделено рассмотрению процессов подго­товки к выемке, погрузке, транспортированию и обработке бло­ков облицовочного камня.

Основным технологическим процессом, изменяющим агрегат­ное состояние и местоположение гранита является подготовка камня к выемке, для осуществления которой применяются мно­гие способы направленного разрушения горных пород и их ком­бинации, обеспечивающие концентрацию критических напряже­ний строго в требуемых плоскостях раскола или реза камня.

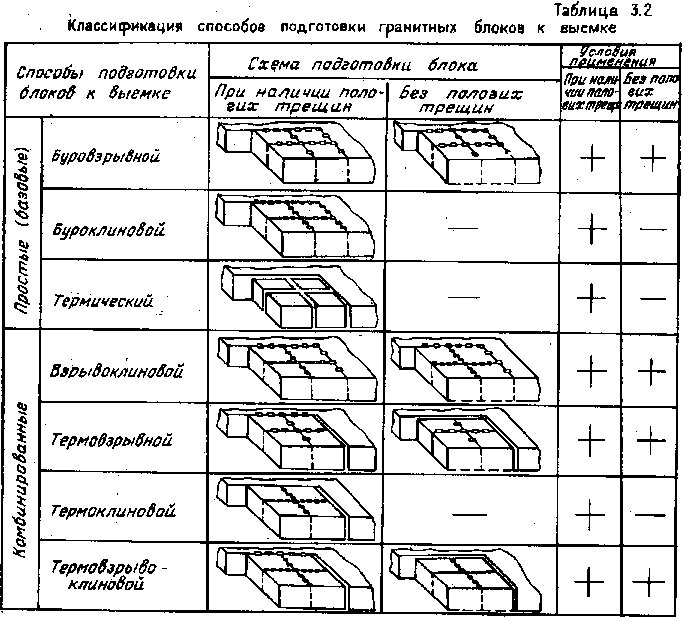
Классификация способов разрушения блочного камня для подготовки его к выемке приведена в табл. 3.2.

Добыча блоков на карьерах блочного камня может произ­водиться по одно- и двухстадийной технологическим схемам.

При одностадийной схеме подготовки, отделенные от мас­сива товарные блоки вынимаются, грузятся и транспортируются для дальнейшей переработки. При двух стадий ной технологиче­ской схеме предварительно отделенный монолит объемом 10— 600 м3 и более подвергается последующей разделке на более мелкие товарные блоки в пределах рабочей зоны карьера.

Способы подготовки блоков к выемке весьма разнообразны и их выбор в значительной степени зависит от физико-механиче­ских свойств и трещиноватости массива. Они должны ''обеспе­чить в первую очередь сохранность физико-механических свойств и декоративных качеств добываемых блоков.

Механические способы подготовки камня к выемке обеспе­чивают наибольшее сохранение физико-механических свойств и



декоративности породы, а также достижение определенных раз­меров и формы блока. Эти способы целесообразно применять на карьерах по добыче мраморов, гранитов, габбро, лабрадори- тов и других высокопрочных и сходных с ними пород, обладаю­щих широким диапазоном физико-механических и технологиче­ских характеристик и наличием больших природных отдельно­стей.

Взрывная технология подготовки камня к вЫемке рекомен­дуется для условий месторождений с хорошо развитой трещино­ватостью, особенно при четко выраженных раскрытых или за­полненных гизингеритами, глинистыми, цементирующими соста­вами в трещинах для мелко и среднеблочных пород с макси­мальными отдельностями структурных блоков до 4 М3. '

Мелкозернистые и среднезернистые изверженные породы высокой твердости, содержащие , в максимально возможных количествах кварц и многоцветные минералы целесообраз­нее всего подготавливать к выемке комбинированными спо­собами.

ПО

Процесс подготовки блочного камня к выемке в породах с прочностью до 20 МПа осуществляется с помощью камнерез­ных машин с кольцевыми фрезами и баровых машин.

В породах средней прочности при подготовке блоков к вы­емке применяются камнерезные машины с кольцевой фрезой, канатные пилы и ударно-врубовые машины (см. разд. V).

При подготовке блоков к выемке в прочных породах, где не­возможно использование камнерезных машин и канатных пил, а ударно-врубовые машины имеют низкую производительность, используются буро- и гидроклиновые, комбинированные спо­собы. Особенно широко при добыче блоков в прочных породах применяют комбинированные способы, включающие: взрыво­клиновой, буро взрывоклиновой, термовзрывоклиновой, термо­клиновой, ударно-врубноклиновой, врубовзрывоклиновой и ударно-врубовзрывоклиновой, канатно-взрывоклиновой. Кроме того к другим перспективным способам подготовки горной массы к выемке относятся.: электротермический, гидравличе­ский, электрогидравлический, высокочастотный, ультразвуковой, отрыв камня винтовыми подъемными установками, применение невзрывных разрушающих составов (НРС).

Рассмотренные способы разрушения горных пород позво­ляют применить большое число их комбинаций при подготовке блоков к выемке.

Условия залегания облицовочного камня, его физико-техни­ческие свойства и минералогический состав, а также требова­ния к получаемой продукции, предопределяют схемы производ­ства работ в карьерах.

Минералогический состав, структура и прочность камня при прочих равных условиях оказывают существенное влияние на производительность камнерезных машин, газоструйных, буро­вых, канатных, гидроклиновых и других установок.

Присущая месторождениям гранита, мрамора и других по­род развитая система крутых и пологих трещин отдельности предопределяет линейные размеры добываемых блоков обли­цовочного камня, их объемы и возможный выход из добывае­мого полезного ископаемого, а наличие микроориентировки ми­нералов облегчает раскалывание камня в определенном направ­лении.

Добываемые на карьерах блоки облицовочного камня яв­ляются исходным сырьем для производства облицовочной про­дукции. В дальнейшем блоки распиливаются преимущественно на камнеобрабатывающих станках рамного дискового типа вне рабочей зоны карьера. Степень загрузки приемного простран­ства станков, а следовательно, и их производительность зави­сит от линейных размеров блоков. Поэтому линейные размеры добываемых блоков облицовочного камня должны быть близ­кими к параметрам станков или кратные им по длине и ширине.

Нормативами предусмотрены следующие максимальные линей­ные размеры блоков: длина 2,8, ширина и высота по 2 м.

Направление микроориентировки минералов в блоке камня по отношению к плоскости его распиливания при производстве облицовочных изделий влияет на возможный выход готовой продукции в процессе технологической переработки блоков. Следовательно для эффективного использования сырья при про­изводстве облицовочных изделий требуется уже при добыче блоков их грани ориентировать по направлению микроориенти­ровки минералов.

Таким образом, выбор способов подготовки блоков к вы­емке и технологических схем представляет сложную задачу. По­этому для обоснования способа подготовки блоков к выемке, расчета производительности применяемого при этом комплекса оборудования и параметров технологических схем добычи бло­ков возникает необходимость в применении соответствующих обобщающих показателей, учитывающих свойства пород.

Акад. В. В. Ржевским рекомендуется при выборе техниче­ских средств для производства отдельных процессов техноло­гии разработки использовать показатели трудности их вы­полнения, определяемые с учетом свойств разрабатываемых пород.

Для выбора способа подготовки блоков к выемке при раз­работке месторождений мрамора используется показатель труд­ности разработки Ят массива мрамора. Величина этого показа­теля рассчитывается по эмпирической формуле:

Ят- — 1,33 + (860асж+8,8осж) Ю\_5 + (2,6йп+ 3,б4) 10“1, (3.3)

где <Тсж — предел прочности мрамора при сжатии, МПа; £п — показатель (коэффициент) трещиноватости, м2/м3.

Коэффициент корреляции выражения (3.3) составляет Р~ =0,95. . ■

В соответствии с показателем Пт массивы разрабатываемых в нашей стране мраморных месторождений разделены на пять классов (табл. 3.3) и для каждого из них установлен способ подготовки блоков к выемке, обеспечивающий эффективную раз­работку месторождения.

Основными типизационными признаками, отвечающими ус­ловиям поставленной задачи для гранита являются физико- технические характеристики породы и структура массива. По физико-техническим характеристикам представляется возмож­ным разделить граниты на две группы: Т и М. Для группы Т предпочтительно применение термического, и М механических способов разрушений. При разделении гранитов на группы ос­новным показателем (главным признаком) является содержа-

Таблица 3.3

Классификация массивов мрамора по степени трудности разработки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Степень  трудности  разработки | Показатель  трудности  разработки | Способ подготовки блоков к выемке | Типичное месторож де ние |
| Легко разрабаты­ваемый | <1 | Камнерезные машины с твердосплавными рез­цами | Коелгинское, Кибик- Кордонское |
| Средней трудно­сти разработки | 1—2 | Камнерезные машины с твердосплавными рез­цами в комбинации со взрывным отделением | Уфалейское, Ново-Ива­новское, Кибик-Кордон- ское |
| Трудноразраба- | 2-3 | Камнерезные машины с | Ороктойское, Цушту- |
| тываемый |  | алмазными резцами в комбинации со взрыв­ным отделением | лимское, Кибик-Кор- донское |
| Весьма трудно- разрабатываемый | . 3—4 | Канатные пилы (кварце­вый песок) в комбина­ции со взрывным отде­лением | Г азганское, Кибик- Кордонское |
| Исключительно 1 труднор азрабаты - ваемые | 4—4  >5 | Канатные пилы (карби­докремниевый абразив) со взрывным отделением Буровзрывные работы | Старо-Шрошинское, Ново-Шрошинское, Кн- бик-Кордонское Кварненское, Нижне- Тагильское, Кибик-Кор­донское |

ние темноцветных минералов (биотита и роговой обманки). К группе Т отнесены граниты с содержанием темноцветных ми­нералов до 9%, зерен минералов размерами более 5 мм до 25% и пределом прочности при сжатии—более 150 МПа. К группе М отнесены граниты с содержанием темноцветных минералов более 9%, зерен минералов размерами более 5 м — свыше 25 % и пределом прочности при сжатии — менее 150 МПа. Переходные между этими группами граниты, которым присущи признаки обеих групп, но с преобладанием основного показа­теля, подразделяются на группы ТМ и МТ. Так граниты раз­рабатываемых месторождений Украинской ССР по указанным группам распределяются следующим образом: Т—54,7 %,,М- 6,8%, ТМ —30,7%, МТ —7,8%.

С учетом размеров блоков, определяемых параметрами кам- ■ необрабатывающего оборудования, подъемно-транспортных средств и трещиноватостью массива, на гранитных месторожде­ниях Украинской ССР представляется возможным выделить девять типов массивов по расстояниям между пологими и кру­тыми трещинами.

\*\*\*.Й\*\*нн\*

О) СЧ ^ ЬО)№Ф^ Ь№-«ФС)--И

О\* — СЧ СЧ - ■ - N - П « -\* СО (О

з&«§-аЛ

\* £- О.^ с; V Охи ш г я : йа\*% о щ : а ю

о \*

о." Ь о ж ££\*&\*\*\*= о а\*

ик чэ '

и 3

и Я 5

а&<

X >1 \* >=С

*%Х*

Н я

Ж Й,

>1 3

О. о

е у

Я о в.

х ж о \* о. с

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| А | О | н | л | н | А | ВЭ | ю | си | о | А | А | А | а 1 | 10 | о |
| СО | см |  | см |  | см | СО |  | см | СМ |  | СМ | 00 | см | СО | Й |
| \* | \* |  | и |  |  | т |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |
| А | о | \*о | а | чэ | а | ю | о | А | >о | А | А | а | А | ю |  |
| <М |  | см | -4 | СЧ | ^ ■ | сч | сч | \*—1 | см | СМ | 00 | см |  | сч | ?5 |

ж

Н

н^н

ОО . О Ю 13 ^

СПСОЮГ-иО^-СОсОЮ-Ф

Г- 05 Ф СО СОСОЮСО'ФСО^СЧГ'- — -фЦ> СЧ ■—I

О) О со 05 ®, \* " Ч ®» О, М 1А в О «С

ос СО ОО ’ Сч’ (О N I» Й сч" О (О О N « «3\*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ?5 | о | 961 |  | СО | см | 1Л | 00 | о | 05 | г-~- |  | ф | сч | ао | 50 | ь- |
| С н | со | э | сч | ю | •ф | СО | С-. | ф | СО | СМ  1 | N | ю | Ф |  |
| |яс | 7 | 1 | 1 | т | 7 | 1" | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | " | 7 | 1 | 7 |
| 5"£  а йг с А | о  05 | 100- | 1  ю  сч | 1  ф  о | 1  со. | 1  о  о | 128- | 130- | 133- | 120- | 1  8 | 146- | о  о | 128- | 100- | 120- |

ж о \* г ^

Типы Гранитных месторождений Украинской ССР

£

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| -20 | 1 | СО | ОО  7 | О! | ю  1 | СО  ! |
| сч | 1 | 1  ю | 1  1"- | О  СО | 1  ю | 1  о  сч |
| СО  1 | со  1 | л  1 . | ю  7 | ТО  Т | 1"-  1 | о'  см  г |
| 1 | 1 | 1  со  \ | 1  <£> | I  сч | 1  иэ | ■ 1 о |

Ю 'Ю 1Я О Ю Ю О

О О О Ю Ю О о

а яг

£ к

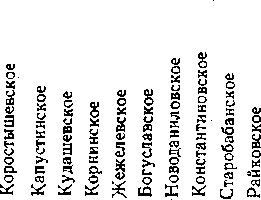
и к

о

и

*о*

н



3

ь

СО

о.

££

к

а,

н



Расстояние (м) между трещинами  
для различных типов массивов

Тип массива , . là 16 1в 2а 26 2в За 36 Зв

Трещины:

пологие ... 1,5 1,5 1,5 1,5—4,5 Т,5—4,5 1,5—4,5 4,5 4,5 4,5

крутые , . , 3 3—6 6 3 3—6 6 3 3—6 6

Распределение основных гранитных месторождений Украин­ской ССР по вышеуказанным признакам приводится в табл. 3.4.

1. Оптимальное разделение монолита на кондиционные блоки

Подготовка блоков к выемке из низкопрочных пород (из­вестняки, доломиты, туфы, травертин) в большинстве случаев осуществляется с помощью камнерезных машин с дисковыми пилами, кольцевыми фрезами и баровыми машинами. Предел прочности камня и'технология ведения горных работ опреде­ляют выбор типа камнерезной машины.

Подготовка блоков к выемке из пород средней прочности может осуществляться с применением камнерезных машин, ка­натных пил, буроклинового способа ударно-врубовых машин, буровзрывного способа, комбинированного способа — отделение блоков буклиновым или буровзрывном способом с предвари­тельной порезкой уступа камнерезными машинами.

Наиболее распространенной камнерезной машиной является машина Столярова СМ-177А с кольцевой фрезой, а также ма­шины СМР-028 и СМР-029.

На мраморных месторождениях применяются канатные пилы (рис. 3.3), позволяющие отделять от массива монолиты объемом 600 м3 и более.

В мировой практике добычи камня этот вид оборудования имеет более чем вековую историю, он постоянно совершенство­вался и изменялся. В настоящее время в Италии начали экс­плуатироваться алмазные канатные пилы, которые успешно применяются как для выпиливания монолита из массива, тай и для последующей разделки его на блоки. Фирма «Бенетти» (Италия) выпускает алмазные канатйые пилы «Электроник Кутрок 860» и «НСМ 015». Последняя имеет гидравлический привод, работает в полуавтоматическом режиме и может ис­пользовать как алмазный канат, так и стальной канат спи­ральной свивки.

Алмазная канатная пила представляет собой мобильную приводную установку с диаметром рабочего шкива 800 мм и более, приводящим в движение рабочий контур каната, арми­рованного алмазными втулками. Канатные пилы с алмазным канатом типа АЛПА-840 и «Кутрок 850» позволяют произво­дить вертикальные, горизонтальные и наклонные пропилы.

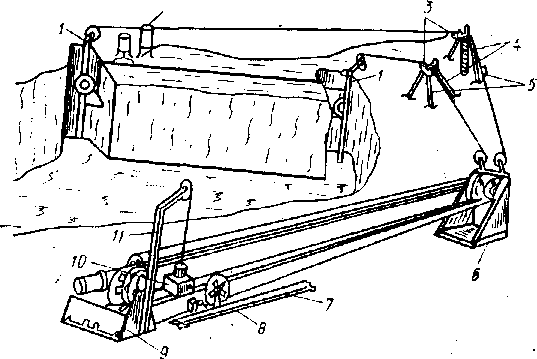


Рис. 3.3, Технологическая схема отпшшвания монолита мрамора канатной пилой типа «Телекомп»;

1. — рабочие стойки; 2 — емкость. с абразивной пульпой; 3 — направляющие стойки.; 4 закрепленные тяги; 5 — трубчатые стойки; 6 — натяжная станция; 7 — направляю­щие салазки; 8 — тележка; 9—приводная станция;. 10 — регулирующий противовес;
2. — несущая стойка

Машина передвигается по рельсовому пути длиной 6 м, обеспе­чивая при этом постоянное натяжение каната. Мощность при­вода 29,4—36,8 кВт, линейная скорость каната 36 м/с. При разработке мрамора средней крепости алмазной канатной пи­лой, использующей алмазный канат «Бендиам», производитель­ность пилы достигает 7—11 м2/ч.

В связи со специфическими требованиями к добываемым блокам на карьерах основное внимание уделяется организации, работ на добычных уступах и в первую очередь подготовке блоков к выемке.

В зависимости от конкретных условий производства добыч­ных работ преимущества комбинированных способов подготовки блоков к выемке проявляются в неравной стейени. Поэтому для определения целесообразности применения тех или иных спо­собов подготовки блоков к выемке произведена классификация ИХ технологических схем.

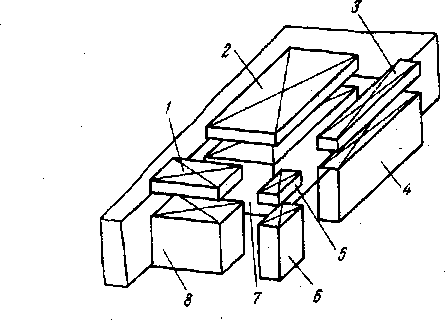
В основу классификации технологических схем подготовки блоков к выемке положены последовательность отделения бло­ков от массива и направление подвигания забоев.

Для обозначения отделяемых от массива блоков примем следующие обозначения согласно рис. 3.4: блок, пологая фрон­тальной и торцовая заходка, крутая фронтальная и торцовая заходкау пологая панель, крутая фронтальная и торцовая па­нель, монолит. В соответствии с этим возможно выделить два

класса схем подготовки блоков к выемке (табл. 3.5): слоевые (когда отделяемый от массива монолит гранита всегда имеет один размер, равный размеру добываемого блока) и сплошные (когда отделяемый монолит по трем размерам кратный разме­рам добываемого блока). В классе схем «слоевая» в зависимо­сти от первоначального способа отделения полезного ископа­емого от массива выделяется три группы схем: «блоками»; «заходками», «панелями». Рассматриваемые схемы, за исключе­нием группы «блоками», являются двухста'дийными. С учетом направления подвигания забоя технологические схемы подго­товки блоков к выемке разделяются на соответствующие под­классы.

Рис. 3.4. Схема разделе­ния монолита на блоки: / — торцевая пологая за- ходка; 2 — пологая панель; $ \_ фронтальная пологая заходка; 4 — фронтальная крутая панель; 5—блок;

б — фронтальная пологая заходка; 7 — монолит вдоль фронта уступа; 8 — торце­вая крутая панель



Классификацией ояределяется 11 технологических схем, для которых характерна соответствующая организация подготовки блоков к выемке и параметры схем. Классификация позволяет выбрать схему подготовки блоков к выемке с учетом типа мас­сива и способа подготовки блоков к выемке.

Подготовка блоков к выемке сводится к образованию в гор­ной породе искусственных плоскостей обнажения, служащих гранями блоков. Площадь искусственных плоскостей обнаже­ния определяется линейными размерами отделяемого от мас­сива монолита или блока камня. Один и тот >$е монолит мо­жно разделить на большое число блоков. Чем меньше линей­ные размеры блока ка\*мня, тем большее число искусственных плоскостей обнажения необходимо образовать в монолите при разделении его на блоки.

Искусственные плоскости обнажения комплексрм оборудо­вания можно образовать только за определенное время, зави­сящее от производительности каждой единицы оборудования, входящей в комплекс.

Зная общую 50 и удельную 5У площади обнажения и об­щее время \*0, затрачиваемое на образование искусственных

Таблица 3,5

Классификация технологически/ схем подготовки гранитных блоков к выемке

блоками Способ  
Одностадийный, разработки

Подклассы

технологических

схем

Пологими

(горизонтальными)

СЛОЯМИ

Крутыми

(вертикальными)

слоями

Фронтальными

заходками

Подкласс

Слоевая

блочно-

пологая

Слоевая блочно- крутая .

3

и со X/ о/

33

**С к е**

**м**

а

1а



>х

л

х

х



ПОЛОГИМИ

(горизонтальными)

слоями

Фронтальными заходками крутыми (вертикальными) слоями

Торцевыми

заходками

пологими

(горизонтальными)

слоями

Слоевая

фронталь­

но

пологая

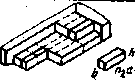
Слоевая

фронталь­

но

Крутая

Ха



Лб

*1Г9*



Торцевыми заходками крутыми (вертикальными) слоями

Пологими

(горизонтальными)

панелями

Фронтальными

крутыми

(вертикальными)

панелями

Торцевыми

крутыми

(вертикальными)

панелями

Монолитами вдоль фронта

Слоевая торцево- пологая

Слоевая торцево- крутая

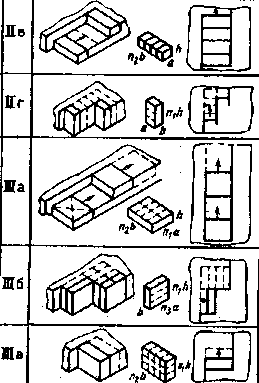
Слоевая

панельно-

пологая

Слоевая панельно - фронталь­ная

Слоевая панельно- торцевая



*і*

о

с;

с

уступа

Монолитами вдоль торца уступа

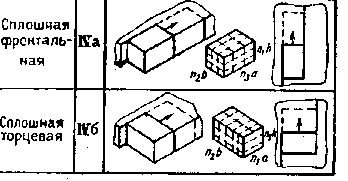
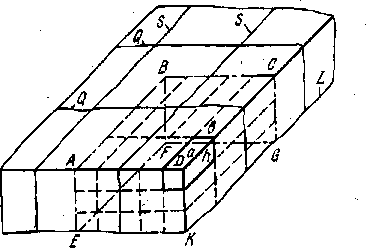


Рис. 3.5. Схема к опреде­лению удельной площади обнажении гранитного блока



плоскостей обнажения, производительность комплекса обору­дования по подготовке блоков к выемке аналитически может, быть определена по формуле

<2 = 5о\*ас.о/(ЗД, (3-4)

где 50 — общая площадь искусственных плоскостей обнажения для отделения блоков камня, м2; 5У — удельная площадь ис­кусственных плоскостей обнажения м2/м3; /0 — общее время работы комплекса оборудования, затрачиваемое на образование искусственных плоскостей обнажения, смен; /еи — коэффициент извлечения блоков из добываемого полезного ископаемого; ^с. о — коэффициент совмещения операций по бурению шпуров, резанию щели в массиве, раскалыванию монолита на блоки.

Для определения общей и удельной площади обнажения выберем участок массива (рис. 3.5), от которого отделяется монолит АВСОЕРОК, дальнейшем разделяемый на блоки заданных размеров. Примем предположение, что монолит раз­деляется на блоки одинаковых размеров. Тогда объем моно­лита

= *аЬкпхП^щ,* (3.5)

где а, Ь, Л — соответственно длина, ширина и высота блока камня, м; п\, п2у пг — кратность соответственно высоты, ширины и длины монолита высоте, ширине и длине блока камня.

Общая площадь искусственных плоскостей обнажения при отделении монолита от массива и его раскалывания на блоки (если естественные трещины отдельности рТсутствуют) составит

50 = *акпгпгпь* + *ЪЫхп2пл* + *аЬпхп2щ,* (3.6)

Удельная площадь обнажения блока в общем случае при­мет вид

5У

*а-\-Ь*

*аЬ*

\_1\_

А

(3.7)

Практически массив рассекается системой крутых (5, ф) и пологих (£) трещин отдельности, являющихся естественными

плоскостями обнажения, в результате чего число искусствен­ных плоскостей обнажения уменьшается. В этом случае удель­ная площадь обнажения будет.

для массивов типа 1а, 16, 1 в

\*^у = “г^ (&з+ £<?); (3.8)

для массивов типа 2а, 26, 2в

(3.9)

Для массивов типа За, 36, Зв ' '

5у= а^£>6 \_^ +Аг) +“■\* (3-10)

где £д, — коэффициенты удельной линейной трещинова­

тости по крутым 5, ф (продольным 5, поперечным (?) и поло­гим Ь трещинам.

При подготовке блоков к выемке применяется несколько ти­пов установок, каждой из которых в определенной последова­тельности выполняется соответствующая операция, направлен­ная на образование искусственных плоскостей обнажения.

На рис. 3.6 показана схема к определению удельных плос­костей обнажения, которые необходимо образовать в массиве типа Зв. Порядок образования искусственных плоскостей об­нажения следующий;

установкой газоструйного резания или терморезаком с руч­ным управлением прорезают торцевую и тыльную фронтальные плоскости уступа щелей 5Г;

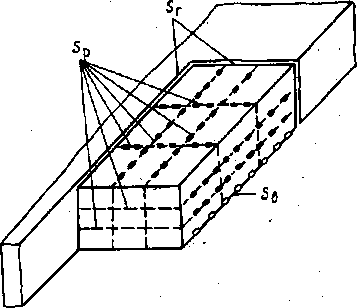
установкой строчечного бурения бурят шпуры у подошвы уступа и затем взрывными работами монолит отделяют от мас­сива по плоскости 5В;

установками строчечного бурения в монолите в плоскостях предполагаемого раскола 5Р бурят ряды шпуров на расстоя­ниях равных размерам блока камня по длине, ширине и вы­соте, а затем гидроклиновыми установками по указанным плос­костям раскалывают монолит на блоки. 3

В зависимости от типа массива, применяемых, способов и схем подготовки блоков к выемке удельные площади обнаже­ния, образованные разными установками и другие показатели подготовки блоков к выемке в каждом случае будут иметь свои конкретные выражения. Поэтому ниже рассматриваются все показатели блоков к выемке при следующих условиях: тип разрабатываемого массива — 2 в; способ подготовки блоков к выемке — термовзрывоклиновой; технологическая схема под­готовки блоков к выемке — сплошная монолитами вдоль фронта уступа.

Рис, 3.6. Схема к опре­делению удельных пло­щадей обнажения при термовзрывокл иное ом

Для этих условий удельные площади обнажения могут быть определены следующие образом:



способе подготовки бло­ков к выемке

удельная площадь обнажения при термическом резании

(ЗЛ1)



удельная площадь обнажения при взрывном отделении

(3.12)



удельная площадь обнажения раскалыванием

+ (3.13)

ans bn*2* hny

Сумма удельных площадей обнажения, определенных по формулам (3.11), (3.12), (3.13), равняется удельной площади обнажения, определенной по формуле (ЗЛО).

При подготовке блоков к выемке для образования плоско­стей обнажения в плоскостях взрывного отделения и плоско­стях раскалывания установками строчечного бурения бурят шпуры. Расстояние между шпурами и их глубина обычно при­нимается на основании эксплуатационных данных карьеров в зависимости от подверженности гранитов раскалыванию. Сле­довательно, в плоскостях обнажения взрывным отделением бу­дет пробурено Ыв штук шпуров общей длины LB, а в плоско­стях обнажения раскалыванием ;— Nv штук шпуров общей дли­ной Х,р.

При подготовке блоков к выемке общее' время, затрачивае­мое на образование искусственных плоскостей обнажения, равно:

t О = Л" ^б. в $6- р ~Ь ^Р>

(3.14)

где 1Г==8Г/(2Г время резания щелей газоструйной установкой\* смен; \* . ь = Ьв1($в — время бурения шпуров в плоскостях обна- жения взрывным отделением монолита от массива, смен; £в = = Л^В/0ГВ — время заряжаньл и взрывания шпуров в плоскостях обнажения взрывным отделением монолита от массива, смен; /б.р = £р/Рб время бурения шпуров в плоскостях обнажения раскалыванием монолита на блоки, смен; /р = $р^р — время раскалывания гидроклиновыми установками монолита на блоки, смен, 5Г, 5Р —искусственные плоскости обнажения, образован­ные при термическом резании щелей в массиве и раскалыва­нии монолита на блоки камня, м2; и £р — общая длина шпу­ров, пробуренных в плоскостях обнажения соответственно взрывным отделением монолита от массива и раскалыванием монолита на блоки, м; А/р — число шпуров, пробуренных в плос­кости обнажения взрывным отделением монолита от массива; фг производительность газоструйной установки по резанию щелей в массиве, м2/смену; — производительность буровой установки по бурению шпуров, м/смену; фр — производитель­ность гидроклиновой установки по раскалыванию монолита на блоки, м2/смену; <2В — производительность заряжания и взры­вания шпуров, шпуров/смену.

Произведя преобразования получим следующее выражение производительности комплекса оборудования по подготовке блоков к выемке при термовзрывоклиновом способе;

Л= Мс. д п

-Ду- г \_1\_ 1У- в + 1У- р ! \*у. В I 5у. р

\*3г Яб Яъ яр

Производительность комплекса оборудования по подготовке блоков к выемке при других способах рассчитывается анало­гично выше приведенной методике.

Значение коэффициента извлечения блоков из добываемого полезного ископаемого

К^кг ко &з, в, (ЗЛ6)

где кт— геологический (теоретический) коэффициент выхода блоков из массива полезного ископаемого, зависящий от сте­пени трещиноватости массива и угловых показателей трещин. Значение £г с достаточной для практики точностью определя­ется горно-геометрическими методами; к0-— коэффициент, учи­тывающий технологические разрушения гранита в искусствен­ных плоскостях обнажения при подготовке блоков к выемке;

в — коэффициент, учитывающий снижение выхода блоков при опрокидывании монолитов и блоков. Значение к3, в зависит от высоты падения монолитов и блоков, а также наличия в них микро^макротрещин. Для гранитных карьеров Аз, в—0,005.0,03.

В результате анализа рассчитанных по формуле (ЗЛ6) зна­чений коэффициента извлечения блоков из добываемого полез­ного ископаемого установлено:

с увеличением объема добываемого блока с 1,2 до 6,5 м коэффициент А„ увеличивается на 5—12 % (в зависимости от способа и схемы подготовки блоков к выемке):

монолитные массивы типа 26, 2в, '36, Зв целесообразнее разрабатывать с применением сплошных схем подготовки бло­ков к выемке, так как коэффициент Аи на 3—8 % выше слое­вых схем;

при применении термоклинового и термовзрывоклинового способов подготовки блоков к выемке коэффициент Аи увеличи­вается на 10—15 % в сравнении с другими способами^

Показатель одновременности выполнения операций (буре­ния шпуров, резания щели, раскалывания монолита на блоки) принят в качестве коэффициента, учитывающего совмещение операций при подготовке блоков к выемке, который может быть определен по формуле

ftw=l+W<«. (3-17)

где \*1 и t2 — удельное время совмещаемых операций по подго­товке плоскостей обнажения термическим резанием щелей в массиве, бурением шпуров для взрывного отделения моно­лита от массива, бурением шпуров для раскалывания моно­лита на блоки и раскалывание гидроклиновыми установками монолита на блоки, ч/м3.

Совмещение операций производится при условии %.

Для буровзрывного и термовзрывного способов подготовки блоков к выемке Ас.о—1\* Для других Ас.о— 1,4ч-1,8.

Таким образом, расчет производительности комплекса обо­рудования По подготовке блоков к выемке основывается на учете удельных значений показателей операций подготовки ис­кусственных площадей обнажения, выполняемых каждым меха­низмом, входящим в комплекс. ;

Методика расчета производительности комплекса оборудо­вания по подготовке блоков к выемке заключается в следую­щем:

1. По результатам геологоразведочных работ на гранитном месторождении в соответствии с минералогическим составом, структурой и прочностью горной породы и структурой массива определяется тип массива.
2. С учетом типа массива выбираются способ и технологи­ческая схема подготовки блоков к выемке и назначаются линей­ные размеры добываемых блоков.
3. По соответствующим методикам или на основании пока­зателей работы гранитных карьеров принимается производи­тельность установок газоструйного резания <3Г, строчечного бу­рения Фб, гидроклиновых установок (?Р, заряжания и взрыва­ния Шпуров
4. С учетом удельных площадей обнажения 5У. г, 5У. Р, удель­ной длины шдуров Ьу. в, р, производительности газоструйной Фг\* буровой Qб, гидроклиновой <2Р установок и коэффициента извлечения блоков &и определяются:

удельное время подготовки обнажения термическим реза­нием — tг, бурения шпуров в плоскостях обнажения — , рас­калывания монолита на блоки —^р;

коэффициент совмещения операций — йс. о\*

1. В соответствии с установленными исходными показате­лями определяется производительность комплекса 9борудова- ния для подготовки блоков к выемке.

Производительность комплекса оборудования по подготовке блоков к выемке увеличивается с увеличением объема; добы­ваемого блока при всех типах массива, способах и схемах под­готовки блоков к выемке. Это объясняется тем, что с увеличе­нием объема блока снижается удельная площадь искусствен-

сс

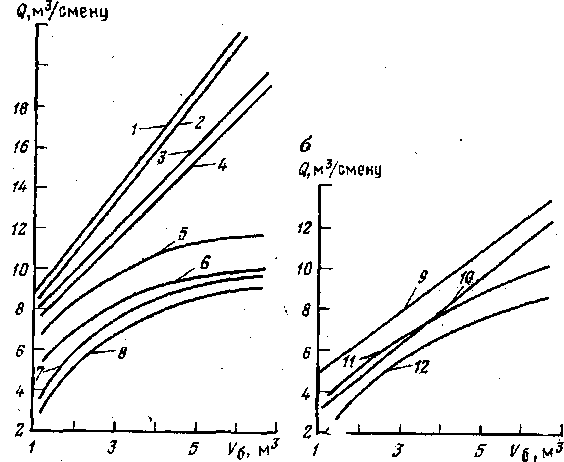


Рис. 3.7, Зависимость производительности комплекса оборудования Ц при подготовке блоков к выемке от объема добываемого блока Ув:

а и б “ соответственно «слоевая панельно-пологая» и «сплошная фронтальная» техно­логические схемы

Номер кривой . . . . 1 2 3 4 5 6 7 8 9 4,0 11 72

Тип массиве ..... 16 (б 1в 1в 2в Зв 26 36 2в 26 36 Звных плоскостей обнажения блока, образование которых произ­водится при помощи установок, входящих в комплекс. На рис. 3.7, а представлен характер изменения прризводительности при слоевой панельно-пологой схеме, термоклиновом и- термо­взрывоклиновом способах; на рис. 3.7, .6 — при сплошной фрон­тальной схеме и термовзрывоклиновом способе. При подго­товке к выемке всей мощности естественного слоя (до пологой трещины отдельности у основания) производительность комп­лекса увеличивается прямо пропорционально объему добывае­мого блока; при разделении мощности естественного слоя на искусственные слои производительность комплекса снижается и изменение ее в зависимости от объема добываемого блока происходит по гиперболической кривой, что объясняется увели­чением удельных искусственных площадей обнажения блока. По этой причине производительность комплекса по подготовке блоков к выемке на массивах с мощностью естественного слоя равной высоте добываемого блока выше чем на массивах с мощностью слоя превышающей высоту блока камня.

Представляет интерес характер изменения производительно­сти комплекса оборудования по подготовке блоков -к выемке на монолитных массивах типа 36, Зв от высоты уступа. Про­изводительность комплекса интенсивно увеличивается с увели­чением высоты уступа до 4—6 м, а затем темп ее роста замед­ляется и составляет около 1 % на 1 м увеличения высоты ус­тупа (рис. 3.8, а).

Указанный характер изменения производительности комп­лекса, естественно, объясняется рядом факторов. Однако, ос­новным фактором является изменение с увеличением высоты

-I [ [

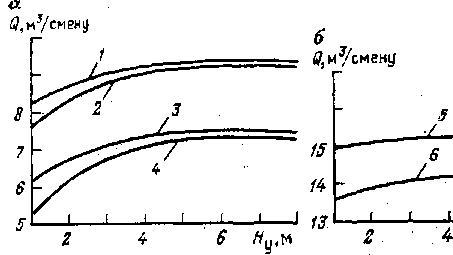


Рис. 3.8. Зависимость производительности комплекса оборудования при подготовке блоков к выемКе от высоты уступа Иг при «слоевой панельно­пологой» технологической схеме и высоте добываемого блока 1 м:

а и б — термовэрывоклиновой л термоклиновой способы подготовки;

Номер Кривой \* 2

Тип массива \*\*в 1,0

6 Ну, м

*3*

36

*4 $*

36 16

6

1 в

Рис. ЗЛО. Зависимость производи­тельности комплекса оборудования V при подготовке блоков к выемке от коэффициента извлечения блоков Ди для массивов типа 36 (7) и Зв (2)

Рис. 3.9. Зависимость производитель­ности комплекса оборудования ф при подготовке блоков к выемке От ши­рины панели при «сплошной

фронтальной» технологической схе­ме, термовзрывоклиновом способе подготовки типа массива 2в и объ­емах добываемых блоков:

/ —1.2 м3, 2 — 2,54 м3, 3 — 4,62 м3

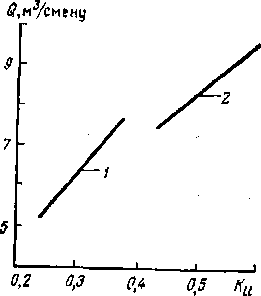
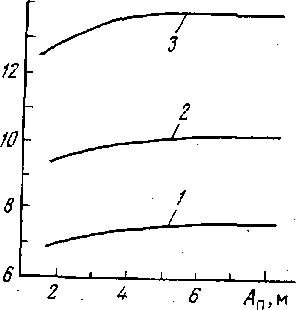
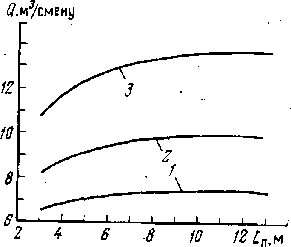


Рис. 3.11. Зависимость производительности ком­плекса оборудования <5 при подготовке блоков к выемке от длины ра­бочего блока панели уступа Лп для массива типа 2в и различных объемах добываемых блоков;

^ — 1.2 м3,. .2 — 2,34 м5, 3 — 4,62 м3

уступа площадей обнажения блока, которые образуются раз­ными механизмами, входящими в комплекс оборудования.

При подготовке блоков к выемке из массива, уступ кото­рого состоит из горизонтальных слоев мощностью равной вы­соте добываемого блока (массив типа 16 и 1в) производи­тельность комплекса оборудования от высоты уступа почти не зависит (см. рис. 3.8, б) . Это также объясняется тем, что с из­менением высоты уступа значения удельных площадей обнаже­ния, образуемых разными механизмами, входящими в комп­лекс и удельных длин шпуров для подготовки обнажения для указанных типов массивов практически остаются постоянными. 126

При комбинированных способах подготовки блоков к вы­емке производительность комплекса оборудования несколько увеличивается с увеличением ширины панели до 5—6 м; при дальнейшем увеличении ширины панели производительность комплекса почти не изменяется (рис. 3.9). В основном это объ­ясняется:

во-первых, достижением газоструйной установкой при длине щели 5—6 м своей эффективной производительности;

во-вторых, характером изменения удельных площадей об­нажения и связанных с ними удельных длин шпуров для под­готовки обнажения, который аналогичен рассмотренным изме­нениям этих показателей от высоты уступа.

Производительность комплекса по подготовке блоков к вы­емке увеличивается прямо пропорционально увеличению коэф­фициента извлечения блоков из добываемого полезного иско­паемого при «сплошной фронтальной» технологической схеме и термовзрывоклиновом способе подготовки (рис. ЗЛО).

На рис. 3.11 показана зависимость производительности комп­лекса оборудования по подготовке блоков к выемке при ком­бинированных способах от длины отделяемого монолита (рабо­чего блока). Производительность комплекса при «сплошной фронтальной» технологической схеме и термовзрывоклиновом способе подготовки увеличивается с увеличением длины отде­ляемого монолита до 8—10 м. Основное объяснение указанного изменения производительности является характер изменения удельных площадей обнажения блока и связанных с ними удельных длин шпуров для подготовки обнажения, который аналогичен рассмотренным изменениям этих показателей от высоты уступа. Таким образом, из рис. 3.9 и 3.11 следует, что при ширине панели 5—6 м и длине отделяемого монолита (длина рабочего блока) 8—10 м производительность комплекса по подготовке блоков к выемке достигает своего рационального значения,

1. Выбор рациональной технологической схемы добычи блочного камня

При исследовании экономической эффективности способов подготовки блоков к выемке и технологических схем добычи гранитных блоков в качестве критерия эффективности в соот­ветствии с Методикой определения экономической эффективно­сти использования в народном хозяйстве новой техники, изо­бретений и рационализаторских предложений приняты приве­денные затраты

3-С ; Г.»К, . (3.18) где С — себестоимость единицы продукции, руб.; К — удельные капитальные вложения, руб.; Ен — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений {для строительных ма­териалов £н=0,15).

Определение затрат производится при следующей структуре предприятия: карьер по добыче блоков; камнеобрабатывающий цех с отделением по переработке мелких блоков; подразделе­ние по переработке отходов, получаемых при добыче блоков, на щебень и бутовый камень; обслуживающие и вспомогатель­ные цеха.

Приведенные затраты рассчитываются с учетом общих капи­тальных затрат по карьеру, камнеобрабатывающему и вспомо­гательным цехам (/() и эксплуатационных расходов (С)

К = (Кк + /Ск.ц + Кв.ц)фк, (ЗЛ9)

где Кк—капитальные вложения на строительство карьера; /Ск.ц — капитальные вложения на строительство камнеобраба­тывающего цеха (здания, оборудование, шламоотстойник, от­деление для изготовления известкового молока, склад гипса, за­рядная); /Св.ц—капитальные вложения по вспомогательным и обслуживающим цехам; фк= 1,127 — коэффициент, учитываю­щий величину прочих затрат.

Эксплуатационные расходы

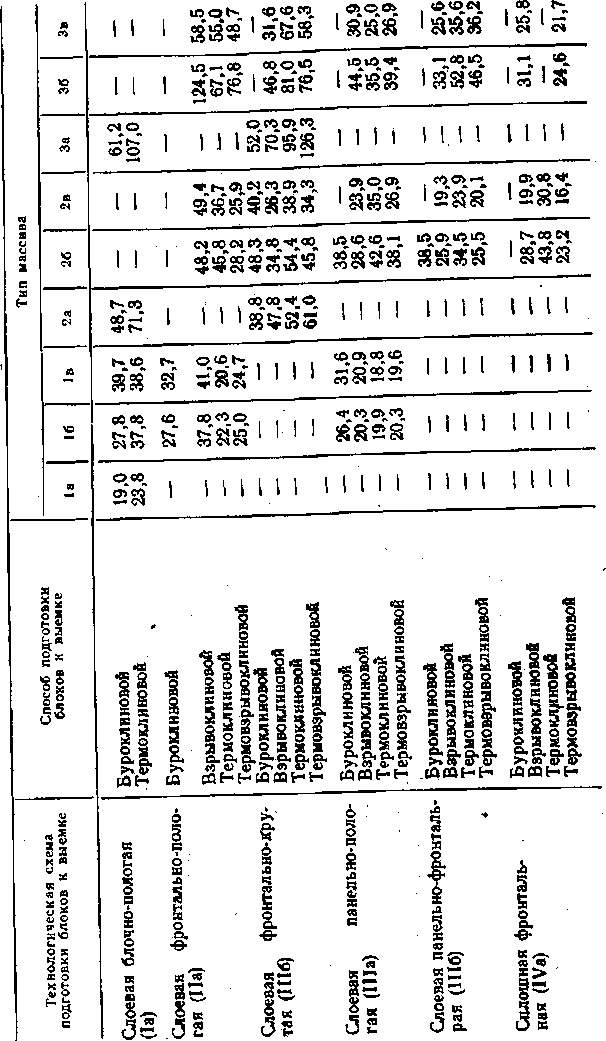
С = (СкСк, у+Ск, в) фэ, (3.20)

где Ск, С«. т, Св.у — эксплуатационные расходы соответственно по карьеру, камнеобрабатывйющему, вспомогательным и обслу­живающим цехам; ф0— 1,05 — коэффициент на неучтенные экс­плуатационные расходы.

Расчет приведенных затрат для рассматриваемых техноло­гических схем подготовки блоков к выемке для 96 вариантов технологических схем и с учетом типов массивов приведен в табл. 3.6. Сравнение приведенных затрат на подготовку бло­ков к выемке даст возможность установить область эффектив­ного применения комбинированных способов и технологических схем подготовки блоков к выемке.

Для массивов типа 1а следует применять буроклиновой спо­соб подготовки блоков к выемке при слоевой блочно-пологой (1а) технологической схеме, а для массивов типа 2а, За — буро­клиновой способ при «слоевой фронтально-крутой» (Пб) тех­нологической схеме. Для массивов 16, 1в наиболее эффективно применение термоклинового способа при слоевой панелъно-по- логой (Ша) технологической схеме, для массивов типов 26, 2в, 36, "3® — термовзрывоклинового способа при сплошной фрон­тальной(IVа) технологической схеме.

Слоевая блочно-крутая (16) схема применяется при разра­ботке массивов типа 1а, если уступ по высоте состоит из не-



г^п«Гл^ЄСТВЄН11“Х слое| мощностью до 1,5 м. Способ под-

готовки блоков к выемке —буроклиновой

ФР^^но-пологую. (Па)-и слоевую торцо-поло- Мв ^емы ^сообР^но применять при термоклиновом типя їй °дготовки блоков к выемке при разработке Массивов ного назначения\* Д°бЫЧИ блоков КРУПНЫХ- размеров специаль-

Условия применения слоевой торцово-крутой технологиче­ской^ схемы аналогичны слоевой фронтально-крутой (Пб)

танкмпГтійТ Техноло.гических схс" сл°евой панельно-'фрон- тдльяой (Шб) и слоевой панельно-торцевой (Шв) рационально

ДЛЯ разработки гранитных массивов .типа 26, 2в при термически

массивов3 П0р0Дах- ПРИ разработке гранитных

Їяу ЛІГ 36, 3в и теРмически трудно-разрушаемых поро- ^пп\*«?айИ0НаЛЬН0 пРименеНйе взрывоклинового способа подго­товки блоков к выемке при сплошной фронтальной (1Уа) и

сплошной ррцевой (ІУ6) технологический схемах. >

1. Система разработки и структуры комплексной

механизации добычи блочного камнй

„ 0ткрытые горные работы- характеризуются определенным

кпКяК(5М выемки И пеРемеШеНия полезного ископаемого, по­крывающих и вмещающих пород.

~ “Под системой открытой разработки месторождений понима­ется установленный порядок и последовательность выполнения вскрышных, добычных и горноподготовительных работ в преде

Лахд КЖ?рН0Г0 П2ЛЯ или его участка. Система разработки дол­жна обеспечить безопасную, экономичную и комплексную вы- емку^кондиционных запасов всех видов полезного ископаемого 1І°'ЛЮДением мер по охране недр и окружающей среды и

принятого ртжима горных работ. Высокие технико-экоцомиче“

скре показатели работы горного предприятия обеспечиваются правильным выбором системы разработки. -

^п^ЛСТ0ЯТе ВРЄМЯ сУщеСтвУЮт классификации систем от-

однйко их^п^ипКИ’ п^ДЛ0Женные различными исследованиями, однако их можно свести к двум основным группам-

пыи^ассификации’ I К0Т0РЫХ системы открытой разработки раз­личаются по способу производства вскрышных работ и техно-

Н?ГФ ШешкоЄТп Рг°Р0Д в отвалу (Н. В. Мельников, п\_л ‘ °> Г- П. Егурнов и др.) и в зависимости от по-

вып0лнения подготовительных, вскрышных и добычных .р®»правлен5я подвигания забоя и способа вскрытйя ^4^СКИЙ’ н> 35>лотаРев и др.). Основным недостат- ?епИ^ т^аДИИ ПерВ0Й Гру1?ПЫ является то, что они харак- процесс перемещения вскрышных пород в вы- раб°Т|$вре пространство или: внешний отвал. В то же время зачастуЬ, на. карьерах по добыче блочного камня вследствие

130

незначительных объемов вскрышных пород на первое место по трудоемкости и сложности организации во многих случаях вы-

ДВИГГорДо^г;ГпеР-°едует выделить, классификацию акад.

В В Ржевского, основными признаками которой являются яд

правление выемки в плане и профиле карьерного поля, ^/также место расположения отвалов. При этом на эффективность ^си­стемы разработки будут оказывать влияние следующие основ­ные факторы: положение залежи в пространстве; направление выемки слоев полезного ископаемого; расположение захбдки от-

Н0^&в= ?^ь„ые или Ьологие залежи, то в период эксплуатации параметры рабочего; борта остаются практически неизмененными, возможны изменения длины фронта работ или высоты отдельных уступов. Эти группы систем раз­работки с постоянной рабочей зоной могут быть названы сплошными. В связи с тем, что большинство месторождений нерудных полезных ископаемых характеризуется горизонталь­ными или пологими залежами (для прочных пород типа Р нитТ-в пределах контура по глубине), эта группа сиртем .по­лучила наибольшее распространение на нерудных каРь^Рах\

В случае разработки Наклонных или крутых залежей мо ут применяться системы разработки с переменной рабоче зон , которые называются у г л у б о ч в ы м и. . '

Сложные по топографическим и горно-геологическим усло­виям месторождения (например, нагорного одн°'

временно разрабатываться с использованием элементов как сплошной. Ртак и углубочной систем. Они относятся к числу

°М Для\* рационального использования комплексов оборудова-

ния и планомерной отработки карьерного поля залежь полез­ного ископаемого разделяют на отдельные выемочные^слои, при добыче блочного камня в большинстве случаев горизон­тальные. При этом мощность отрабатываемого слоя, как пра­вило, равна или кратная размерам отделяемого, от мас<;ааа полита или блока. Возможное число слоев зависит от глубины н размеров карьера в плане.

Расположение систем трещин в массиве, в первую очеред , горизонтальных определяет высоту и ВИД .применяемого обору­дования При разработке блочного камня высоту уступа ста­раются принимать кратной расстоянию между горизонтальными

трещинами. -

Пои отработке месторождения горизонтальными слоями

уменьшается угол откоса борта карьера, что увеличивает До­полнительные объемы горных работ и вызывает необходимость устройства значительного числа транспортных горизонто (табл. 3.7).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ||| | :  | Залеяанш 1 слоев залежи | Типы эаходок | | | | | | |
| Продольные | | | Попаренные | | | Диагональные |
|  |  | ^1 Г\*  1 И  V—1-1-1—^ | |  | га | |  | () |
| I  §  ?  I  !  I | Горизон­  тальнее | и | | | //'УЛ ггз N | | | (%£ж |
| Наклон­  ное | /<Я?ч2г Л  Г т | | |  | | | б-§р>} |
| Крутое |  | Л  С0И \у | |  | А; |  | {|§ |
| Наклонными  слоями | Наклон­  ное |  | | |  | | | |§§ |
| Крутыми  слоями | Крутое | \ Л  \щ\ \ } \ ч / | | | 1 Чжлч 4 ^ | | Ч \ ч\ |  |

Таблица 3.7

Схемы разработки месторождений блочного камня

Примечание: 1-Ш-панели; 14-блоки, панели или заходки; О) и о-в-скорость перемещения соответственно заходим или «рронта

При пологом или наклонном залегании полезного ископае­мого или направлении главной системы трещин в массиве воз­можна разработка наклонными слоями по напластованию пород.

За рубежом при добыче блоков природного камня приме­няются разработка месторождений камня крутыми слоями» ко­торая эффективна на месторождениях с гористым рельефом местности и имеющих ййшолитную структуру полезного иско­паемого.

Заходки относительно фронта работ могут быть продольные, поперечные и диагональные.

При выемке камнерезными машинами горных пород про­дольные заходки обеспечивают наивысшую производительность машин, так как рациональная длина выемочного блока состав­ляет 200—250 м.

Поперечные заходки применяют при ограниченных размерах карьерного поля, что позволяет увеличить угол откоса борта карьера и уменьшить объем горно-капитальных работ.

Эксплуатация месторождений блочного камня характеризу­ется специфическими особенностями. Требование сохранения прочностных и декоративных качеств добываемого камня во многом определяется применением специальных способов под­готовки камня к выемке, а также специального оборудования для выполнения производственных процессов. Для выемки бло­ков используют естественные трещины, а также направления облегченного раскола. В связи с этим определяется и направ­ление подвигания фронта работ.

По направлению подвИгания фронта работ в плане разли­чают как сплошные, так и углубочные продольные, попереч­ные, веерные и кольцевые системы разработки с различным направлением выемки в профиле.

При продольном и поперечном перемещении фронта горных работ возможны одно- и двухбортовая системы разработки (табл. 3.8),

В табл. 3.8 приняты следующие обозначения: систем разра­ботки месторождений блочного камня: СДО и СДД — сплош­ная продольная соответственно одно- и двухбортовая; СПО и СПД — сплошная поперечная соответственно одно- и двухбор­товая; УДО и УДД — углубочная соответственно одно и двух­бортовая; УКП и УКЦ — углубочная кольцевая соответственно периферийная и центральная.

Для крупных карьеров характерно продольное направление перемещения фронта работ, для средних и малых карьеров, в основном, поперечное. Хотя, как указывалось выше, целесо­образные направления перемещения фронта работ и отделения монолита от массива зависит от системы трещин, а также от конфигурации карьерного поля. Очень важно, чтобы направ-

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| IМощность залежи, м 1 | Залегание  залежи | Направления  выемкй | Форма залежи в плане | | | |
| Округлая | Удлиненная | Вытянутая | |
| о  V | Пологое  или  наклЬнное | Горизонталь - ными слоями | жи | ч-—Т—ЕДД | ——I \* до | |
| Наклонное | Наклонными  слоями | Шш | РЩЩ-  V-\* .-Адо |  | |
| о  1Л  )  о | Пологое  'или  горизонталь­  ное | Горизонталь­  ными  слоями |  |  |  | |
| СЛД | с.'—\*—1ц | ШШШЗ  гпп | |
| Наклонное | Наклонными  слоями |  |  |  | ив  СЛП |
|  |  | |
| Крутое- | Крутыми  слоямм |  |  | | |
|  | Пологое  или  горизонталь­  ное | Горизонталь­  ными  слоями |  |  | У |  |
| о  Ю  л | Наклонное | Наклонными  слоями |  |  |  | 4В  удо |
| С~Т~1чцп | с т—V | |
| Крутое | | Крутыми  слоями |  |  | 3 | а. |

ление подвигания фронта работ было параллельным или пер­пендикулярным линии наилучшего раскола камня,

При разработке месторождений прочных и средней прочно­сти пород и при необходимости интенсификации горных работ в дубину массива возможно кольцевое направление подвига- фронта работ, при этом работы могут вестись от услов­ного центра в четыре стороны (см. табл. 3.8).

Важной особенностью при производстве горных работ на карьерах блочного камня является наличие отвалообразования и временное складирование попутной горной массы. Так как лочный >кямень, как правило, добывается в меньших объёмах по сравнению с попутной добычей, то на таких карьерах необ­ходимо иметь дробильно-сортировочные установки для получе­ния щебня. При большом объеме добычи блочного камня 134

в большинстве случаев применяется только внешнее отвало- образование. При разработке месторождений крутыми слоями, а также месторождений с равнинным рельефом местности и малой мощностью полезного ископаемого возможно использо­вание внутренних площадей карьерного поля под отвалы и вре­менные склады. ■ -

Технологические схемы производства горных работ при до­быче блочного камня весьма разнообразны. Выбор комплексов оборудования, определяющих технологические схемы, зависит от физико-механических свойств и минералогического состава разрабатываемого массива, проектной мощности предприятия, условий залегания полезного ископаемого.

Основными процессами в технологических схемах добычи блочного камня средней прочности и прочного являются: под­готовка камня к выемке, разделка монолита на товарные блоки, погрузка и транспортирование блоков, штабелирование (окучивание) и погрузка окола.

На примере технологических схем добычи блочного камня средней прочности и прочного рассмотрим взаимосвязь обору­дования при работе на добычном уступе.

Слоевая фронтально-пологая технологическая схема приме­няется при разработке массивов типа 16, 1в (рис. 3!12). Подго­товка к выемке блоков камня осуществляется фронтальными выемочными пологими (горизонтальными) слоями. Ширина и высота заходки равна ширине и высоте блока камня, длина — нескольким длинам блока камня. Схема подготовки — двухста­дийная, способ подготовки — термоклиновой. Уступ разраба­тывается панелями. В зависимости от высоты уступа панель может состоять из оДного или двух-трех горизонтальных (по­логих) слоев. Панель уступа разделяется на следующие рабо­чие блоки: резервный (Lp); подготовки торцевой плоскости об­нажения Щ,т) установкой газоструйного резания УГР-3 на всю высоту уступа равной ширине панели уступа Ап; подго­товки фронтальных плоскостей обнажения установкой строчеч­ного бурения ТБ-41 длиной через рассеяние равное ши­рине заходки; выемки и погрузки ( LB.n), в котором с помощью гидроклиновых установок производится отделение монолитов гранита, раскалываемых затем на товарные блоки заданных размеров и последние стреловыми кранами типа КС-4362, КС-5363 грузятся в автосамосвалы КрАЗ-256, БелАЗ-540; шта­белирования и уборки окола, в котором бкол камня штабели­руется (£ш) бульдозерами и отгружается в автосамосвалы МАЗ-503, КрАЗ-256 экскаваторами ЭО-3322А, Э-1252Б. Слое­вая панельно-пологая технологическая схема применяется при разработке массивов 16, 1в (рис. 3.13). Подготовка к выемке блоков камня осуществляется выемочными пологими (горизон­тальными) панелями (см. табл. 3.5, индекс Ша). Схема

{ бак для горючего; 2 — установка термического резания; 3 — пневмомагис-гпялк-

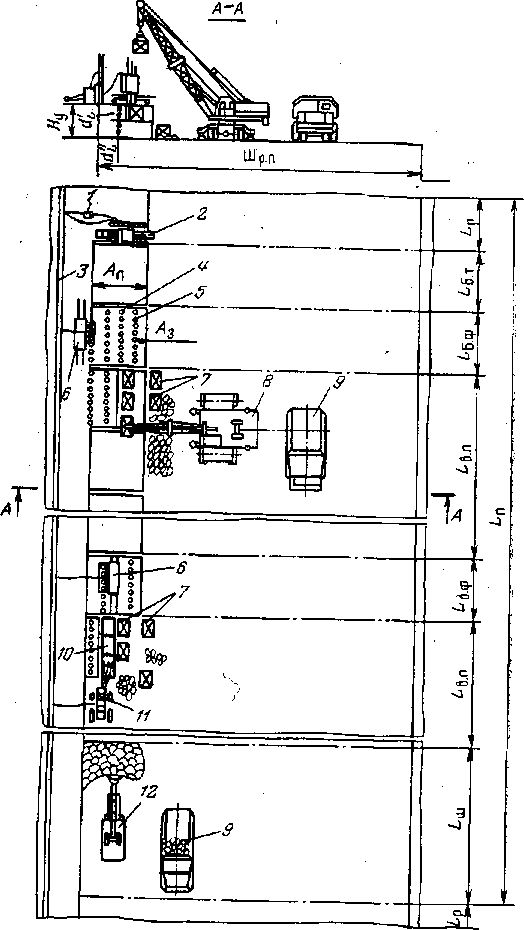
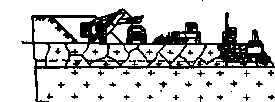


Рис. 3.12. Слоевая фронтально-пологая технологическая схема добыли гра­нитных блоков при термоклиновом способе подготовки их к выемке и раз­работке массивов типа 16, 1в:

монсогнта’- установка теД“кческим Резанием; 5 — шпуры для отделения и разделки

®УР\*йия: 7 - товарные блоки; 8 — кран грузо- нудъемностью не, менее 25 т; 5 — автосамосвал; 20—монолит, отделенный от массива- П - гндроклиновая установка; 12 - экскаватор для уборки окола массива.

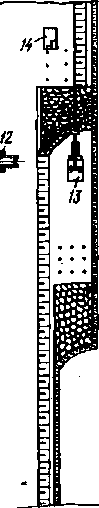
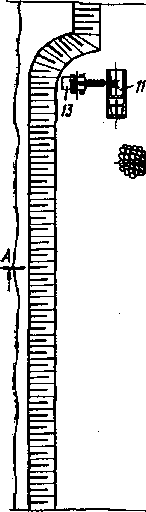
Рис. 3.13. Слоевая панельно-пологая технологическая схема добычи гранит­ных блоков при термовзрывоклиновом способе подготовки их к выемке и разработке массивов типа 16, 1в:



™и\_

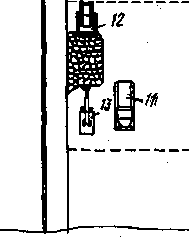
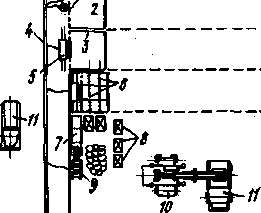


У + + + 4- +



4..

*Л*



-3

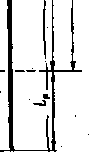
-+■

**5.**

т

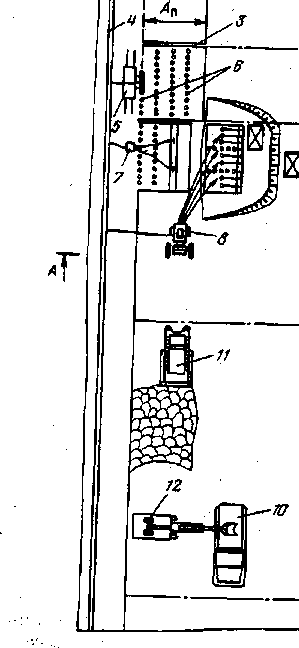
А

Ч



1 — бак для горючего; 2 — установка термического резания; 3 — щель, образованная термическим резанием; 4 — пневмомагистраль; 5 — установка строчечного бурения; ■6 — шпуры для отделения я разделки монолита; 7 — монолит, отделенный от массива; 8 — товарные блоки; 9 — гидроклиновая установка; 10 — кран грузоподъемностью не менее 25 т: // — автосамосвал; 12 — бульдозер; 13 — экскаватор для уборки окола: 14 — буровой станок подготовки—двухстадийная, способ подготовки для массива типа 16 — термоклиновой, массива типа 1в—-термовзрывоклиновой. Панель разделяется на следующие блоки: резервный (£р); под­готовки торцевой ПЛОСКОСТИ (Іб.т), выемки и погрузки **(Ьь.** п), штабелирования и уборки окола **(Іт),** в которых выполняются те же технологические операции, что и в технологической схеме «слоевая фронтально-пологая»; подготовки фронтальной плос-

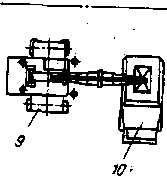
а-



1Ь

'О

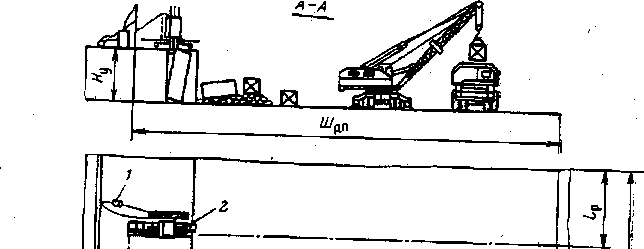
■■



-о

7

!



■■3

-J

панелЬ!Ш'Фр°нтальная технологическая схема добычи гп способе "«\* »\*?

7Н"ГЖ' Sil ваи

КЗД« г\*\*вяёгяГв'!!М -ss —-

кости обнажения (Гб. ф) и вертикальных плоскостей обнажения раскалыванием (Гб. Р) на блоки, которые выполняются установ­кой ТБ-41 с отделением монолита от массива гидроклиновой установкой (массив типа 16) или пороховыми зарядами (мас­сив типа 1в).

Слоевая панельно-фронтальная технологическая схема мо­жет применяться при разработке массивов типа 26, 2в (рис.

1. . Подготовка и выемка блоков осуществляется выемоч­ными фронтальными крутыми (вертикальными) панелями (см. табл. 3.5, индекс Шб). Схема подготовки — двухстадийная, способ подготовки блоков к выемке — термоклиновой или тер­мовзрывоклиновой.

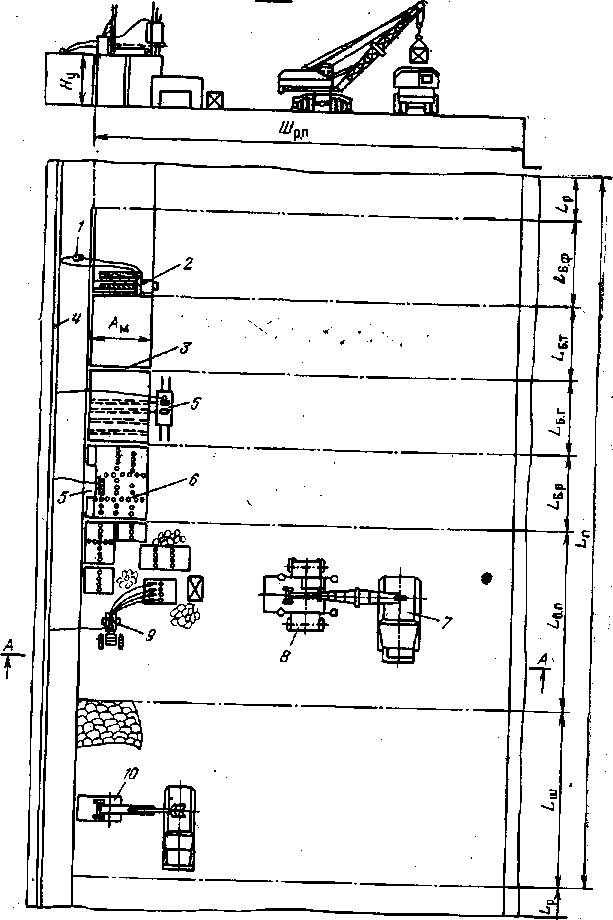
Панель уступа разделяется на следующие рабочие блоки: резервный (Гр); подготовки торцевой плоскости обнажения (Гб, т) и штабелирования и уборки окола (Гш) аналогичны схеме «слоевой панельно-пологой»; подготовки фронтальных плоскостей обнажения (Гб. ф), в котором установкой строчеч­ного бурения ТБ-41 параллельно фронту , бурят .ряды верти­кальных шпуров; выемки и погрузки (Гв. п), в которой гидро- клиновой установкой или пороховыми зарядами монолит отде­ляется от массива, гидродомкратами грузоподъемностью до 700 т или лебедками с тяговым усилием 100—150 кН монолит опрокидывается на насыпь окола, обуривается вертикальными шпурами и гидроклиновой установкой раскалывается на товар­ные блоки.

Сплошная фронтальная технологическая схема применяется при разработке гранитных массивов типа 26, 2в, 36, Зв (рис.

1. . Подготовка монолита осуществляется вдоль фронта ус­тупа, выемка сплошная.

При разработке массивов типов 36, Зв панель уступа раз­деляется на следующие блоки: резервный (Гр); подготовки фронтальной (£б,ф) и торцевой плоскостей обнажения (Гб.т) термическим резанием установкой газоструйного резания УГР-3; подготовки горизонтальной плоскости обнажения (Гб. т) установкой строчечного бурения ТБ-42, а затем пороховыми зарядами, расположенными в горизонтальных шпурах, отделя­ется монолит от подошвы; подготовки вертикальных плоскостей обнажения для раскалывания (Гб.р) установкой строчечного бурения ТБ-41; выемки и погрузки .(Lb.ii)' где товарные блоки из расколотого с помощью гидроклиновых установок монолита грузятся краном на автосамосвалы; штабелирования и уборки окола (Гш), в котором выполняются те же операции, что и в предыдущих схемах.

При разработке массивов типа 2а, 2в рабочие блоки по фронтальной плоскости обнажают термическим резанием либо бурят вертикальные шпуры; и отделяют монолит от массива пороховыми зарядами. Горизонтальная плоскость обнажения



Технологическая схема добычи гранитных блоков «сплошная т^х^ттовЦ ^Рмо83Рывоклиноа^ способе подготовки их к выемке и

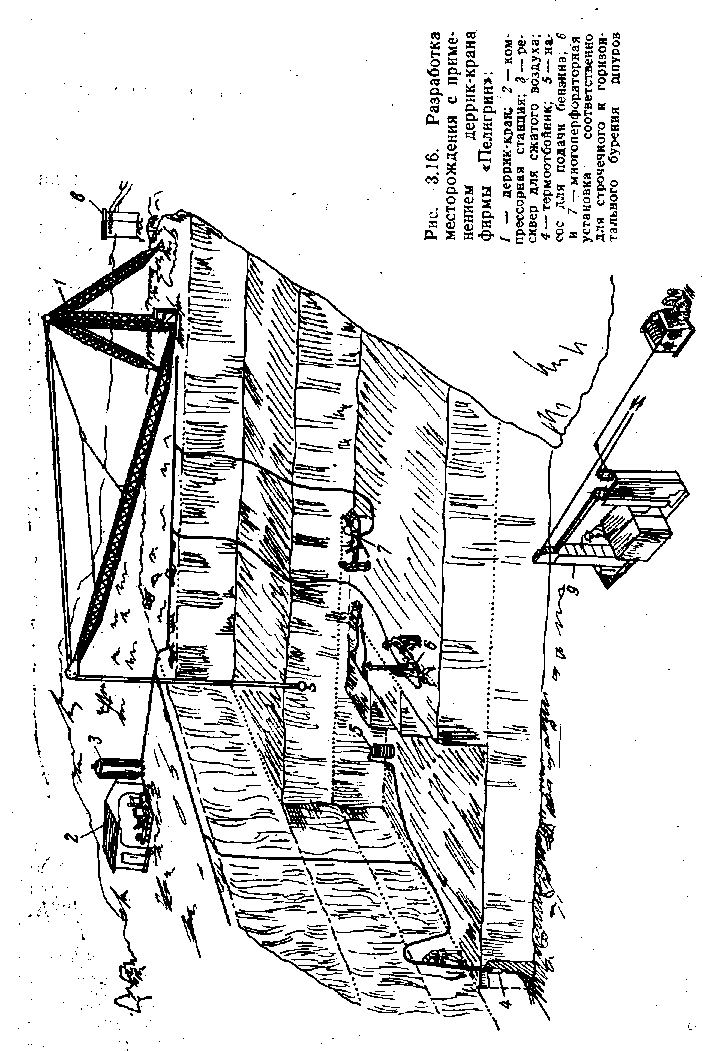
4\*^13 невм ома ги стра л ь;

взрывным отделением отсутствует. Рабочие процессы по всем остальным рабочим блокам те же, что и при разработке мас­сивов типа 36, Зв.

На месторождениях с породами прочностью выше 120— 130 МПа часто применяется буроклиновой способ подготовки блоков к выемке. Работы могут вестись по одно- и двухстадий­ной технологическим схемам. Подготовка монолита к выемке состоит из двух операций: бурения шпуров и клинового откола от массива. Диаметр шпура 20—50 мм. Глубина шпуров и расстояние между ними зависит от прочности камня и направ­ления линии предполагаемого раскола. К преимуществам буро­клинового способа относятся: возможность сохранения проч­ностных свойств товарных блоков, простота, мобильность, мак­симальное использование трещиноватости массива, возможность отделения блоков любого размера. Недостатки — высокая себе­стоимость блоков (около 80 % приходится на буровые работы), использование ручного труда, низкая производительность труда. Хотя объем ручного труда уменьшается при использовании гидроклиньев.

При добыче монолитов на мраморных месторождениях при­меняют канатные пилы. Высота уступа может достигать 10 м, а длина блока 20 м н более. Для отделения монолита от мас­сива на расстоянии около 3 м от верхней бровки уступа бурят скважину или проходят небольшие выработки, где устанавли­вают вертикальный проникающий шкив укрепленный на рабо­чей стойке. Резание осуществляется стальным не'развнваю- щимся канатом длиной до 1500 м, состоящим из двух или трех сплетенных жил. Под канат из емкости непрерывно подается абразив (кварцевый песок). Движение канату сообщается че­рез шкив приводной станции. Одним из основных преимуществ канатных пил является возможность создания высоких скоро­стей резания. Из недостатков следует отметить невозможность создания больших давлений при резании и невозможность ра­ботать в холодное время года. Увеличений производительности канатных пил должно идти по пути использования резцов из твердого сплава или армированных алмазами, либо применение канатной пилы с пульсирующим канатом.

При разработке месторождений блочного камня в качестве погрузочного оборудования применяют стреловые краны раз­личной грузоподъемности, а в качестве транспортных средств автосамосвалы, либо полуприцеп с тягачом типа 4МЗАП-5523А. На зарубежных и некоторых отечественных карьерах успешно применяются на выемочно-погрузочных и транспортных работах деррик-краны (рис. 3.16), которые при небольших размерах карьерного поля устанавливаются на борту карьера. Грузо­подъемность зависит от вылета стрелы и составляет 1— '300 т, вылет стрелы 35—50 м. Деррик-краны просты в изго-



(вертикальных); 8 — транс­форматорная подстанция или разъединитель; 9 — ка­натная установка для раз-

товлении и обслуживании, имеют невысокую стоимость, однако малый радиус действия и необходимость в частой перестановке сдерживает использование на карьерах.

1. **Определение производственной мощности карьеров**

Производственную мощность предприятий по добыче и об­работке облицовочных материалов из природного камня при­нимают исходя из потребности в готовой продукции и обеспе­ченности запасами намечаемого к разработке месторождения. Если карьер по добыче блоков работает в комплексе с камне­обрабатывающим заводом, то производственная мощность карьера должна быть взаимоувязана с производительностью завода. Для проектируемых камнеобрабатывающих заводов' нормами технологического проектирования рекомендуется сле­дующий ряд мощностей:

для заводов по производству плит из прочных горных по­род 25, 50, 100, 200 тыс. м2/год; ;

для заводов по производству плит из пород-средней проч­ности— 50, 100, 200, 300, 500 тыс. м3/год.

Производительность карьеров менее 3 тыс, м3/год и камне­обрабатывающих заводов менее 50 тыс. м2/Сод допускается - при соответствующем технико-экономическом обосновании.1

Годовая производительность карьера по блокам

(3.21)

где V — общий годовой объем добычи полезного ископаемого, учитывающий выход 'Щтыба и окола, м3; ки — расчетный коэф­фициент извлечения блоков на Данном месторождении из до­бываемого сырья.

Общий годовой объем добычи полезного ископаемого зави­сит от производительности. комплекса оборудования по подго­товке блоков к выемке (ем. подразд. 3.2.4).

Коэффициент извлечения блоков ИЗ добываемого сырья может быть определен по формуле 3.16, а геологический (теоре­тический) коэффициент выхода блоков из массива полезного ис­копаемого— кг — по методике, предложенной Н. Т. Баккой,

1. **ПРИМЕНЕНИЕ ВЗРЫВА ПРИ ВСКРЫТИИ И ПОДГОТОВКЕ к ВЫЕМКЕ ПРИРОДНОГО КАМНЯ**

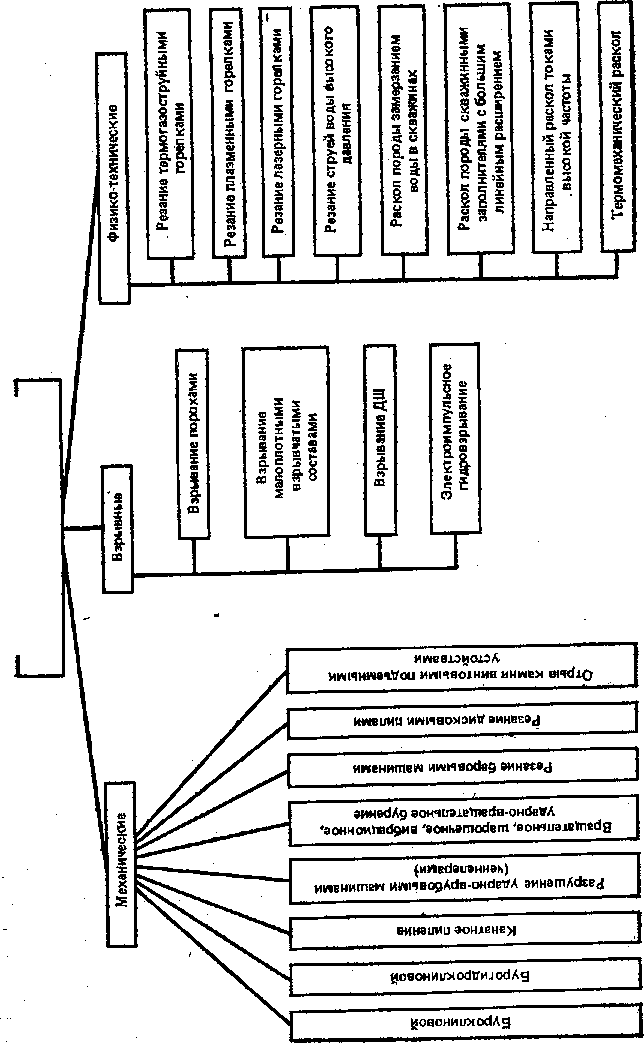
I

На карьерах по добыче природного камня при его подго­товке к выемке в настоящее время применяется три основных способа: механические, взрывные и'физико-технические. Кроме того, эти три основные способа применяются в различных соче­таниях. В таком случае они носят название комбинированных. На рис. 4.1 приведена классификация сдособов разрушения об­лицовочных горных пород при подготовке их к выемке. Следует отметить, что не все указанные способы равноценны с точки зрёния объемов их применения на горнодобывающих пред­приятиях. Наибольшее распространение в настоящее время по­лучили механические и взрывные способы. Физико-технические способы, как самостоятельные, применяются в небольших объе­мах. Исключение составляет резание термогазоструйными горелками, которое применяется как самостоятельно, так и в сочетании со взрывными и механическими способами. Опреде­ленное распространение получил метод раскола камня скважин­ными заполнителями с большим линейным расширением, од­нако он пока еще имеет весьма существенное ограничение по области применения в связи с определенными требованиями к температуре окружающей среды. Подробное описание меха­нических, физико-технических и комбинированных способов раз­рушения пород при подготовке блочного камня к выемке дано в разд. 5.

* 1. ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ МАССИВА ИД ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЗРЫВНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ПОРОД
     1. **Крепкие горные породы**

I,

Информация о свойствах камня и ее использование на прак­тике существенным образом способствует повышению качества, блоков, снижению потерь и отходов камня, уменьшению Трудо-



Способы разрушения пород при подготовке блочного камня к выемке

Рис, 4.1. Классификация способов разрушения горных пород при подготовке камня к выемке

затрат. В определении направлений наилу.чШей делимости камня решающую роль играет анализ ориентированной текстуры, ко­торая для каждого месторождения обусловлена закономерным расположением минералов. Разрушение породообразующих ми­нералов происходит только по определенным кристаллографи­ческим плоскостям . в зависимости от их положения относи­тельно направления действия нагрузки, а для гранитов такое разрушение обусловливается также еще и ориентировкой крис­таллических решеток кварца. При этом основным фактором раз­рушения являются растягивающие напряжения по определен­ному направлению.

Наиболее эффективный раскол достигается в том случае, когда плоскость раскалывания по направлению близка или сов­падает с плоскостью анизотропии, которая определяется на­правлением самой слабой спайности минералов, по которому и происходит наиболее легкий .раскол камня, обеспечивающий era монолитность, и минимальные неровности скола лицевых по­верхностей блока.

Наиболее слабая спайность минералов проявляется для лаб- радоритов и габбро-норитов между зернами плагиоклаза и пи­роксена; для- гранитов лезниковского типа —между зернами плагиоклаза и вытянутыми массами альбита; для кордиерито- вых гранитов типа жежелевских — между кристаллами плагио­клаза и кордиерита; для гранитов типа коростышевских, богу- славских, корнинских, янцевских— между зернами плагио­клаза и кварца, особенно в местах, где имеются включения биотита, ит, п.

Кварцсодержащие породы в большинстве случаев вклю­чают кварц не в виде отдельных разрозненных зерен, а в форме агрегатных соединений кристаллов кварца (сверхиндивидов), которым характерна пространственная ориентировка. По этой причине гранитам присущи две плоскости наилучшего раскола, одна из которых параллельна плоскости сланцеватости и на­правлению линейности агрегатов зерен кварца, а вторая распо­ложена вертикально микротрещиноватости зерен кварца и сов­падает с направлением продольных трещин отдельности мас­сива.

Направления наилучшей делимости камня целесообразна определять петрографическим анализом по отобранным ориен­тированным образцам, либо методом химического травления непосредственно на массиве. Наилучший раскол камня для всех гранитных месторождений и сходных с ним пород проис­ходив по направлениям развития вертикальных продольных и горизонтальных пластовых трещин отдельности.

Таким образом, текстура пород имеет большое значение при выборе 'направлений раскола камня при его отделении от мае- с сива. Существует несколько типов текстур:

однородная — минеральный состав и структура одинаковы во всех направлениях;

трахитоидная — субпараллельное расположение таблитча­тых кристаллов полевых шпатов;

такситовая — неодинаковый минеральный состав или струк­тура в пределах различных участков породы;

„, гнейсовидная — субпараллельное расположение элементов строения породы, причем чаще всего рассматривается ориен­тировка темно-цветных минералов;

линейная —субпараллельное расположение призматических или столбчатых минералов;

директивно-полосатая — субпараллельные слои в породе, имеющие различную мощность и минеральный состав.

Результаты исследований с применением метода химиче­ского травления показали, что в гранитах кварц содержится в виде удлиненных неправильной формы агрегатов зерен, име­ющих пространственно-линейную ориентировкуПолученные данные, свидетельствуют о том, что именно линейная текстура, в отличие от однородной и гнейсовидной, является наиболее характерной для гранитов и обусловлена субпараллельным рас­положением сверхиндивидов :кварца. Обнаруженная закономер­ность в расположении агрегатов кварца позволяет привести убедительные доказательства в пользу того, что граниты сле­дует относить к существенно анизотропным породам, Степень удлиненности и ориентированности агрегатов кварца определяет степень анизотропии механических и физических свойств гра­нитов. Естественно, что в .плоскостях, перпендикулярных и па­раллельных направлению линейности сверхиндивидов, имеется значительная разница в поверхностной плоскости распределения кварцевых зерен. Следовательно, всегда будут соблюдаться различия в сопротивляемости гранитов резанию или раскалы­ванию в направлениях перпендикулярном и параллельном ли­нейности сверхиндивидов кварца. Правильное представление о структуре гранитов имеет большое значение при изучении механизма их разрушения в случае приложения механических или взрывных квазистатических нагрузок. Особенно важными являются структурные особенности гранитов, обусловленные взаимоотношением минеральных зерен в объеме породы. Рас­сматривая пространственное взаимоотношение зерен минера­лов, следует отметить, что наиболее характерной для гранитов принято считать гипидиоморфнозернистую структуру, отличи­тельной чертой которой является частичное проявление хорошо выраженных кристаллографических' очертаний у темно-цветных минералов и полевых шпатов,' Среди других, менее широко распространенных в гранитах типов структур, нет ни одной, которая бы базировалась на признаке.группового распределе­ния зерен кварца в составе данной .породы. С целью учета группового распределения зерен кварца в объеме породы необ­ходимо ввести в число характерных для гранитов гломеробла- стовую структуру, отличительной чертой которой является распо­ложение минералов в виде отдельных групп. Известно, что гло- меробластовая структура характерна для метаморфических горных пород. Тем не менее, обнаруженный факт группового распределения кварца в составе гранитов обязывает считать характерной для них гломеробластовую структуру.

Выполненные в ДГИ микроструктурные исследования Ян- невских, Кудашевских, Корнинских и Капустинских гранитов, показали, что направление преимущественной ориентировки оптических осей кварцевых зерен не согласуется с направле­нием линейности сверхиндивидов кварца, и не может влиять на его прочностные свойства, анизотропию свойств и механизм разрушения гранитов и других подобных пород.

Поэтому наибольший практический интерес имеют про­странственные распределения и степень раскрытости естествен­ных микротрещин в горных породах.

Естественная микротрещиноватость в гранитах может быть открытой, т. е. микротрещины не заполнены никаким минераль­ным веществом. Открытая микротрещиноватость появилась в гранитах на более поздних этапах формирования интрузив­ного массива. Микротрещины, которые образовались в ранней стадии развития массива, залечивались постмагматическими растворами. Под светооптическим микроскопом их можно уви­деть при увеличениях в 50—200 раз как плоскости,, содержа­щие газово-жидкие включения,— например, так называемые пузырьковые микротрещины в зернах кварца. В том случае, когда залечивание микротрещин прошло без газово-жидких включений, увидёть их под светооптическим микроскопом не­возможно, Необходимо отметить, что плоскость залегания мик­ротрещины является ослабленным местом в данном минераль­ном зерне, так как она характеризуется очень высокой плот­ностью концентрации краевых дислокаций кристаллической решетки. Залеченные микротрещины, не содержащие включе­ний, могут быть исследованы специальными методами электрон­ной микроскопии. Открытую естественную микротрещинова­тость в гранитах наиболее целесообразно изучать при помощи петрографических свето-оптических микроскопов или посред­ством применения способа фотолюминесцентной дефекто­скопии,

Исследованиями, выполненными в ДГИ, установлено, что\* пузырьковые микротрещины распределены в кварцевых зернах в составе гранитов закономерно и ориентированы субпарал­лельно плоскости /?, которая имеет строго определенную и ста­бильную ориентировку в пространстве в пределах изучаемого участка карьерного поля.

Проведенные экспериментальные и теоретические исследо­вания механизма разрушения гранитов с учетом их структур­ных и текстурных особенностей позволили установить, что\* в случае приложения взрывных квазистатических нагрузок на­правление наилучшего раскола в монолитном массиве совпа­дает с направлением преимущественной ориентировки пузырь­ковых микротрещин в зернах кварца, е. с плоскостью /?. При\* воздействии на массив взрывных динамических нагрузок на­правление минимальной энергоемкости дробления совпадает1 с направлением преимущественной ориентировки сверхиндиви­дов кварца.

Анализ данных об анизотропии прочностных свойств грани­тов показывает, что прочность гранитных образцов при одно­осном сжатии в направлении линейности сверхиндивидо® кварца на 30—80 % больше, чем в направлении, перпендику­лярном линейности. Такой большой разброс разницы значений прочности зависит прежде всего от степени удлиненности -И ориентированности сверхиндивидов. Известно, что в зависимо­сти от прочностных свойств устанавливается категорийность данной горной породы, поэтому для гранитов следует опреде­лять их сопротивляемость одноосному сжатию в соответствии с ориентировкой сверхиндивидов кварца. Если при определении в лабораторных условиях прочности разрабатываемых данным предприятием гранитов образцы были раздавлены на прессе в направлении, перпендикулярном (близкому к нему) линей­ности сверх индивидов кварца, то в этом случае будут установ­лены явно заниженные нормы времени на выполнение единич­ного объема работ. Естественно, что возможны совершенно про­тивоположные по своим последствиям случаи неправильного определения прочностных свойств гранитов разрабатываемого месторождения. Например, для гранитов Янцевского место­рождения поверхностная плотность распределения кварца в значительной мере зависит от ориентировки поверхности по отношению к направлению линейности сверхиндивидов. В част­ности, для данного месторождения в плоскости, перпендикуляр­ной линейности, содержится 23 % кварца, а в плоскости, па­раллельной линейности и сланцеватости —21 %; в плоскости,, параллельной линейности, но перпендикулярной сланцеватости— 26%. Как правило, плоскость, параллельная линейности и слан­цеватости, расположена параллельно поверхности кровли от­деляемого от массива блока. Если принять для гранитов Янцев­ского месторождения содержание кварца в плоскости кровли блока за 100 %, то в вертикальных плоскостях, перпендикуляр­ных линейности сверхиндивидов, содержится на 9,5 больше кварца, а в вертикальных плоскостях, параллельных линейности, кварца больше на 23,8%. Столь значительная разница распределения кварцевых зерен в поверхностной пло­скости оказывает большое влияние на эффективность взрывной отбойки.

Основываясь на приведенных данных, можно сделать вы­вод, что поверхностная плотность распределения кварцевых зе­рен играет очень важную роль. Поэтому проходка врубовых щелей на карьерах штучного камня в направлении, перпендику­лярном линейности сверхиндивидов кварца, обеспечивает сни­жение энергозатрат и повышение производительности работ. При этом, если врубовые щели будут пройдены перпендику­лярно линейности агрегатов кварцевых зерен, направление линии расположения шпуровых зарядов окажется ориентирован­ным параллельно линейности сверхиндивидов, т. е. вдоль на­правления минимальной энергоемкости дробления при взрыв­ном нагружении.

Следовательно, предприятие, ведущее добычу гранитных монолитных блоков может значительно повысить эффективность работ без изменения технологии добычи и величины капиталь­ных затрат только путем правильного выбора направлений про­ходки врубовых щелей и ориентировки линии шпуровых заря­дов при взрывном способе отделения монолитов от массива.

* + 1. Породы средней крепости

При добыче блоков из песчаников, относящихся по своим текстурным свойствам к пористым легкоувлажняемым горным породам, использование традиционных методов взрывной от­бойки не всегда приводит к ожидаемым результатам в управле­нии процессом направленного трещинообразования.

В песчаниках, состоящих из кварцевого кристаллического материала, из-за малых размеров кварцевых зерен и частичной их ориентировки отсутствует направление наилучшего раскола, природная трещиноватость песчаников неравномерна, что вызы­вает усложнение добычи и незапланированные изменения на­правления ведения горных работ.

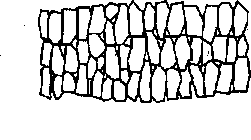
Характер разрушения песчаников при взрывной отбойке бло­ков в значительной степени определяется их физико-механиче­скими свойствами, которые могут существенно изменяться под действием таких факторов, как всестороннее сжатие, газонасы- щение, увлажнение. В условиях открытой разработки месторож­дений первые два фактора проявляются в малой степени, по­стоянное воздействие имеет фактор увлажнения.

Существенно снижается эффективность добычи блоков в жаркую, сухую погоду, когда влажность разрабатываемых песчаников уменьшается, и начинает воздействовать гигроско­пическая влага.

Гигроскопическое состояние влаги в поровом пространстве песчаников обусловливает возникновение сил поверхностного

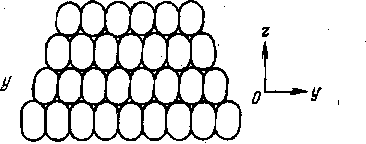
Рис. 4.2. Схемы упаковок зерен кристаллического материала песчаников: а — по естественной текстуре; 6 — по идеализированной текстуре

а



\

6



натяжения. Силы поверхностного натяжения, вызываемые ме­нисковым положением влаги в поровом пространстве песча­ника, сжимают зерна кристаллического материала, вызывая деформацию в точках контакта и сближая их на некоторую величину. Это сближение обусловливает уменьшение объема по- рового пространства и величины коэффициента пористости. При этом сближение зерен песчаника во всем объеме по направле­ниям ог и оу неравнозначно (рис. 4.2) . Всестороннее сжатие Пес­чаников, вызываемое действием сил поверхностного натяжения, приводит к изменениям физического состояния массива, которые в свою очередь в сочетании с их текстурными особенностями повышают прочностные свойства породы, изменяют акустиче­ские характеристики, увеличивают анизотропию, ухудшают раз- рушаемость.

Таблица 4.1

Прочность на растяжение разнопористых песчаников при различных значениях коэффициента пористости ка

К = 0,07

к„ = 0,073

Влажность,

%

Прочность  
на растя-  
жение, МПа

Влажность,

%

Прочность  
на растя-  
жение, МПа

Влажность,

%

0,09

Прочность  
на растя-  
жение, МПа

|  |  |
| --- | --- |
| 0,86 | 7,5 |
| 0,76 | 7,6 |
| 0,68 | 7,5 |
| 0,62 | 7,5 |
| 0,54 | 7,8 |
| 0,45 | 7,9 |
| 0,39. | 8,2 |
| 0,32 | 8,1 |
| 0,23 | 12,2 |
| 0,19 | 7,8 |
| 0 | 7,8 |

|  |  |
| --- | --- |
| 0,79 | 7,3 |
| 0,70 | 7,1 |
| 0,67 | 7,3 |
| 0,61 | 7,2 |
| 0,55 | 7,3 |
| 0,48 | 7,5 |
| 0,41 | 8,0 |
| 0,31 | 8,4 |
| 0,24 | 10,9 |
| 0,18 | 7,3 |
| 0 | 7,4 |

|  |  |
| --- | --- |
| 0,81 | 4,6 |
| 0,72 | 4,6 |
| 0,64 | 4,9 |
| 0,58 | 4,9 |
| 0,51 | 5,0 |
| 0,44 | 5,2 |
| 0,36 | 5,7 |
| 0,29 | 6,2 |
| 0,22 | 6,9 |
| 0,17 | 4,9 |
| 0 | ' 4,8 |

Характер влияния изменения физико-механических свойств песчаников на процесс трещинообразования при взрывной от­бойке блоков оценивается по величине приращения единичной трещины начальной длины (/о) в системе равноотстоящих шпу­ров (Ьтр).

**Скорость продольных волн по широтному (числитель) и меридиональному (знаменатель) направлениям в разнопорнстых песчаниках при различных значениях коэффициента пористости** ка

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ап = 0,07 | |  | = 0,073 | кп = 0,09 | |
| Влаж­  ность,  % | Скорость продольных волн, м/с | Влаж­  ность,  % | Скорость продольных волн, м/с | Влаж­  ность,  % | Скорость продольных волн, м/с |
| 0,77 | 2708/2816 | 0,82 | ' 2518/2820 | 0,73 | 2318/2491 |
| 0,71 | 2696/2800 | 0,78 | 2517/2817 | 0,64 | 2314/2492 |
| 0,65 | 2690/2795 | 0,71 | 2514/2904 | 0,56 | 2311/2503 |
| 0,57 | 2688/2788 | 0,66 | 2503/2922 | 0,50 | 2310/2546 |
| 0,51 | 2685/2807 | 0,6 | 2503/2937 | 0,44 | 2310/2568 |
| 0,43 | 2681/2820 | 0,52 | 2501/2963 | 0,39 | 2307/2597 |
| 0,38 | 2677/2835 | 0,45 | 2499/2974 | 0,34 | 2306/2634 |
| 0,29 | 2673/2916 | 0,37 | 2495/3043 | 0,29 | 2303/2690 |
| 0,22 | 2705/2783 | 0,31 | 2492/3092 | 0,25 | 2302/2718 |
| 0,17 | 2703/2778 | 0,21 | 2492/3208 | 0,15 | 2337/2448 |
| 0,12 | 2706/2784 | 0,15 | 2501/2773 | 0 | 2334/2446 |
| 0 | 2704/2781 | 0 . | 2498/2775 | — |  |

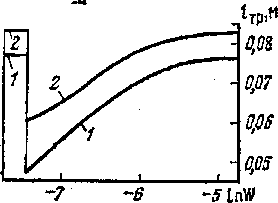
На рис. 4.3 показана зависимость изменения длины трещины /тр в песчанике текстурной модели по рис. 4.2,6 в направле­нии осей оу и ог от гигроскопической влажности (И?) при коэф­фициенте пористости &п-0,0837.

В табл. 4.1 ц 4.2 приведены данные по изменению скоростей продольных волн и прочности на растяжение для девонских песчаников Днестровско-Волынского массива, на карьерах кото­рого добывается основной объем блоков песчаников СССР. Из приведенных данных следует, что уменьшение величины их влажности с 0,67 до 0,21 %,'вызывает увеличение скорости про­дольных волн на 116—288 м/с в меридиональном направлении, совпадающем с направлением ориентировки кварцевых зерен кристаллического материала, и ее снижению на 16—31 м/с в широтном направлении. Прочность на растяжение при этом увеличивается на 2,3—4,7 МПа, анизотропия повышается на 5—17%.

Анализ рис. 4.3 показывает, что в результате снижения влажности разрушаемость песчаников' ухудшается; снижается эффективность трещинообразования в массиве, что выражается в уменьшении длины образующих трещин как в направлении оси оу, так й в направлении оси ог (см. рис. 4,2). При этом интен­сивность уменьшения длины трещин по направлению оси оу не-

.сколько выше, чем по 02. Отсюда следует, что в результате воз­действия гигроскопической влажности направление общей ори­ентировки кварцевых зерен песчаника, с точки зрения направ­ленного трещинообразования, является более выгодным, чем перпендикулярное ему направление.

Рис. 4.3. Зависимость изменения длины трещин в песчанике идеализиро\* ванной текстурной мо­дели в направлении осей оу (1) и ог (2) от гиг­роскопической влажно­сти



При влажности 0,67—0,86 физико-механические свойства и разрушаемость песчаников соответствуют условиям нормального раскола (см. табл. 4.1 и 4.2).

* 1. ВЗРЫВНЫЕ СПОСОБЫ ОТДЕЛЕНИЯ МОНОЛИТОВ О^ МАССИВА и конструкции зарядов вв

По типам применяемых ВВ все известные в настоящее время способы добычи монолитных блоков можно разделить на две группы. К первой относятся способы, базирующиеся на исполь­зовании метательных В В. Способы, относящиеся ко второй группе, основаны на применении бризантных ВВ. На карьерах по добыче природного камня в качестве метательного ВВ при­меняют дымный порох, а в качестве бризантных ВВ,—в основ­ном, детонирующий шнур.

* + 1. Способы с применением ВВ метательного действия

Взрывание на сбррс применяется в том случае, когда разра­батываемый массив имеет крупноблочное строение. Пороховые скважинные или шпуровые заряды должны обеспечить сбрасы­вание с уступа больших по объему блоков породы, которые при этом распадаются по трещинам на различные по форме и раз­мерам естественные отдельности. Основными недостатками яв­ляются низкий процент выхода кондиционных блоков и большие потери добываемой породы, необходимость дополнительных^ за­трат на придание блокам требуемой формы и размеров. К пре­имуществам следует отнести возможность резкого увеличения объема добычи.

Взрывание парносближенных зарядов применяется в усло­виях монолитного залегания разрабатываемых пород. Наилуч­шие результаты достигаются в том случае, если массив имеет горизонтальные трещины отслоения (разгрузки) и находится в естественном напряженном состоянии. Недостатки — низкий выход .товарных блоков, дополнительные затраты на придание -блокам требуемой формы и размеров. Преимущества — до­вольно высокая производительность при • небольших удельных энергозатратах.

Контурная отбойка пороховыми зарядами. Шпуровые заряды пороха размещают вдоль линии предполагаемого откола, рас­положенной между врубовыми щелями, которые проходят тер­ял огазоструйны ми резаками в тыл массива на расстояние, рав­ное ширине отделяемого блока. При этом в зависимости от структурных особенностей разрабатываемого массива примем няютдва варианта контурной отбойки шпуровыми пороховыми зарядами.

' Если массив имеет развитую системугоризонтальных тре­щин отслоения, сначала проходят разрезную траншею. Затем перпендикулярно обнаженной боковой поверхности пласта, от­деляемого от массива горизонтальной трещиной, проходят две врубовые щели, расстояние между которыми равно длине блока. После того, как врубовые щели пройдены в тыл массива на ширину блока, в промежутке между ними вдоль линии, «.па­раллельной фронтальной обнаженной поверхности блока, бурят шпуры. Подготовленный к отделению блок имеет пять свобод­ных поверхностей, а именно:, кровлю, подошву по горизонталь­ной трещине, две торцевые обнаженные поверхности, фрон­тальную обнаженную поверхность.

Если массив не имеет горизонтальных трещин, тогда кроме вертикальных шпуров, бурят один или несколько горизонталь­ных, иногда проходят три оконтуривающие врубовые щели (Емельяновский карьер), две из которых перпендикулярны и одна параллельна фронтальной обнаженной поверхности блока. В данном случае бурят только горизонтальные шпуры.

Достоинства способа — высокое качество отделяемых моно­литов, небольшой объем работ по приданию блокам требуемых размеров и формы. Недостатки — низкая производительность, большие удельные энергозатраты.

Контурная отбойка метательными ВВ с небольшой скоро­стью горения. В Советском Союзе не применяются из-за отсут­ствия данных типов ВВ. Широкое распространение способ полу­чил 9 Японии. Основан на использовании ВВ с небольшой на­сыпной плотностью и скоростью горения в пределах 100— «00 м/с;

Шбойка блоков зарядами, размещенными в шпурах эллип­тической формы, широко применяется в ГДР. Способ основан на прйм&гёнии перфоратора, который позволяет бурить шпуры, имеющие в поперечном сечении форму эллипса.

* + 1. Способы, основанные на применении бризантных В В

Контурная отбойка при помощи детонирующего шпура (ДШ). Способ отделения блоков при помощи ДШ, впервые предложенный Г; А. Беришвили и Р. В, Михельсоном, основан на взрывании одной или нескольких нитей ДЩ, помещенных в шпур, заполненный водой. В настоящее время отсутствуют данные о выборе научно обоснованных параметров контурной отбойки блоков при помощи ДШ, Хотя имеются сведения о ра­циональных параметрах взрывной разделки блоков при помощи ДШ, однако сделанные в результате экспериментальных иссле­дований выводы о выборе параметров разделки нельзя счи­тать достаточно обоснованными.

Преимущества — возможность применения способа в любых погодных условиях, более высокая степень безопасности работ. Недостатки:—не гарантированное качество блоков из-за отсут­ствия научно обоснованных рекомендаций по выбору рацио­нальных параметров взрывной отбойки в различных горно-гео­логических условиях. \

Контурная отбойка рассредоточенными зарядами бризант­ных ВВ применяется для разработки скальной вскрыши на карьерах штучного камня. Данный способ при удельном рас­ходе ВВ 0,005—0,01 кг/м3 может быть использован для добычи блоков, хотя сведения о степени нарушенности законтурного массива нельзя считать убедительными, так как они получены в результате применения косвенных методов контроля измене­ния монолитности среды после взрыва, которые не позволяют с достаточной надежностью регистрировать нарушения сплош­ности в виде одиночных плотносомкнутых трещин и микро­трещин.

Преимущества — значительное повышение производительно­сти и эффективности взрывных работ. Недостатки — отсутствие обоснованных данных о степени, нарушенности отделяемого блока и законтурного массива.

Контурная отбойка с использованием предварительного над­кола стенок шпура. Отделение блока породы от массива произ­водится в два этапа. Сначала в шпуры помещают металли­ческие гильзы, имеющие две диаметрально противоположно расположенные щели. Затем в гильзах взрывают небольшие вспомогательные заряды, которые служат для образования двух радиальных трещин, ориентированных в диаметрально противо­положных направлениях. После взрыва вспомогательных зарядов в шпуры помещают основные заряды, предназначенные для от­деления блока породы от массива. В результате взрыва основ­ных зарядов не образуются дополнительные нарушения сплош­ности среды, а происходит дальнейшее развитие ранее образо­ванных радиальных трещин. Рассмотренный 2-этапный способ «онтурной отбойки обеспечивает сохранность монолитности от­деляемого блока и законтурного массива.

Учитывая, что для гидровзрывания характерно значительное возрастание давления на фронте ударной волны, что способ­ствует увеличению зон пластических деформаций и вызывает разрушение породы в околошпуровом пространстве, применение гидровзрывания следует практиковать крайне осторожно. При этом в обязательном порядке необходимо производить оценку ■взрываемости камня на опытных блоках многократно повторяю­щимися гидровзрывными нагрузками.

В целях устранения образования закольных явлений по краям отделяемого монолита рекомендуется бурить по этим краям 1—3 экранирующих холостых шпуров, либо прорезать щель на высоту блока. Эти шпуры необходимо бурить в плоско­сти раскола на расстоянии 0,3—1,0 интервала между шпурами, в непосредственной близости от свободных плоскостей Обнаже­ния. При гидровзрывании с помощью ДШ верхнюю часть шпура яа глубину 10—15 см рекомендуется водой не заполнять в це­лях устранения закольных явлений в верхней части отделяемого монолита по плоскости раскола.

Все рассмотренные выше способы имеют один общий недо­статок, который заключается в том, что в результате их при­менения не представляется возможным управлять процессом развития радиальных трещин, возникающих при воздействии взрывного импульса на стенки зарядной полости. Известно, что заряды метательных В В, а также рассредоточенные заряды бри­зантных ВВ оказывают квазистатическое воздействие на раз­рушаемую среду. Основной объем разрушений происходит вследствие квазистатического давления продуктов детонации, приложенного к стенкам зарядной полости и к поверхностям развивающихся трещин. Доказано, что при квазистатическом взрывном нагружении число наиболее интенсивных радиальных трещин не может быть более четырех. Как правило, две из них распространяются в противоположных направлениях вдоль ли­нии расположения шпуровых или скважинных контурных заря­дов. Другие две трещины распространяются в тыл массива и в направлении линии наименьшего сопротивления. Поскольку все рассмотренные выше одноэтапные способы взрывания кон­турных зарядов не позволяют управлять направлением разви­тия радиальных трещин, практически невозможно полностью исключить появление нарушений сплошности в законтурном массиве и отделяемом блоке. Поэтому особо актуальны поиски конструкций зарядов В В, обеспечивающие направленный рас­кол природного камня.

При взрывании рассредоточенных зарядов бризантных ВВ, используемых для контурной отбойки пород, а также зарядов метательных ВВ продукты детонации оказывают квазистатИче- ское воздействие на разрушаемую среду.

Разрушение монолитного массива горных пород в случае его «ёазистатического осесимметричного нагружения происходит в направлениях, в которых наиболее ослаблены структурные связи между элементами строения породы (минеральными зер­нами, агрегатами зерен). Большое влияние на зарождение и роет трещин оказывают содержащиеся в разрушаемой среде естественные или искусственные нарушения ее сплошности; Сте­пень влияния различных нарушений сплошности среды на про­цесс ее разрушения зависит от концентрации напряжений, воз­никающих на острие (при вершине) трещин.

Коэффициент концентрации напряжений на острие трещины или искусственной щели определяют по формуле

(4.1)



где I — длина трещины или щели; г — радиус острия трещины или щели.

Если в разрушаемой среде на поверхности шпура есть тре­щина, которая ориентирована в радиальном направлении и имеет длину порядка 20 мм, то коэффициент концентрации на­пряжений на ее острие при взрыве заряда ВВ составит 20\* 10 . Если предположить, что вместо трещины имеется щель шири­ной 2 мм, аналогично ориентированная и такой же протяжен­ности, то коэффициент концентрации напряжений на острие щели будет на три порядка меньше по величине. Вполне оче­видно, что нарушения сплошности в виде трещин с радиусом острия, соизмеримым с межатомными расстояниями, оказывает наибольшее влияние на процесс разрушения твердых сред взрывом.

Таким образом, если на поверхности шпура создать две ра­диальные трещины, ориентированные в диаметрально противо­положных направлениях, то при взрывном квазистатическом нагружении разрушаемой среды можно обеспечить преимуще­ственно развитие этих двух трещин без появления других про­тяженных радиальных трещин. Следовательно, управлять про­цессом развития трещин при контурном взрывании можно методом предварительного введения радиальных трещин в по­верхность шпура в заданном направлении. Возможность такого управления вытекает из рассмотрения физической сущности про­цесса взрыва.

Действйтельно,;при взрыве заряда ВВ н массиве имеют ме: сто динамические и квазистатические процессы, протекающие в определенной последовательности. Ударная волна; генерируе­мая Й среду и представляющая собой трансформировавшуюся в нее детонационную волну, практически сразу же отрывается от фронта разлета продуктов детонации. Иначе говоря, ударная волна во времени и; пространстве с самого начала опережает в массиве то действие, которое оказывают на него газы, обра­зующиеся в результате взрыва. Поэтому процессы, происхо­дящие в массиве горных пород под действием ударной волны или волны напряжений, принято считать динамическими, а под действием газов взрыва —квазистатическими.

Общепринято считать, что ударные волны и волны напря­жений создают в массиве горных пород так называемое «пред- разрушение» среды, т. е. образуют в ней систему микротрещин.- Газы взрыва выполняют функцию расширения этих микротре­щин или микродефектов, создавая макрообнаженные поверх­ности. 1

Таким образом, если создать возможность образования в массиве горных пород микротрещины в заданном направле­нии, то дальнейшее ?ее развитие произойдет под действием квазистатического давления газов взрыва именно в этом направ­лении. Такой эффект применительно к задачам отбойки моно­литов при добыче блочного камня достигается вследствие при­менения ДШ, располагаемого асимметрично в шпуре по стенкам и желательно в направлении наилучшего раскола камня с учетом ориентации сверхиндйвидов, если говорить о породах типа гранитов.

Еще больший эффект достигается в том случае, если в тех же точках шпура размещать по две нити ДШ. В этом случае между двумя зарядами в результате встречи фронтов удар­ных волн возникает так называемая «стоячая» волна, обеспечи­вающая кумулятивный эффект взрыва, который, в свою очередь, в еще большей степени увеличивает вероятность образования направляющей трещины в желаемом направлении. Ее дальней-^ шее расширение вплоть до смыкания с трещиной, образуемой при взрыве такой же конструкции заряда в соседнем шпуре, принимают на себя газы взрыва.

; Подтвердим сказанное аналитическим рассмотрением про­цессов, протекающих при взрыве зарядов ВВ из ДШ для слу­чай, когда шпур заполнен водой. С момента инициирования ДШ в среде возникает фронт ударных волн' (УВ), а давление в Продуктах детонации при взрыве ДШ определяется из фор­муй (при условии их квазистатического расширения):

(4-2)

где Ур —объем продуктов детонации при давлении р в шпуре длиной 1 м; Ун —начальный объем продуктов детонации; Ув.0) У8 — соответственно начальный и текущий (при давлении р) объем воды в шпуре

Ур^Ун + АУ, Ув —Ув'о—АУ, (4.3) где АУ-^ увеличение объема продуктов детонации при расши­рении, можно записать

**р** - **рн** ( **Кн** —V=4,з-108Т**Г** —У’4—11

(4.4)

^Чу„ + дуу иУв.о-ду/. 1

В результате решения получим , : Л

р да 2,3-10е Па; ДУ да 7,5\*КГ5 м8.

При нахождении Ун учитывалось, что газовые пузыри, приле­гающие к ДШ, сольются в один. Время стабилизации образо­ванного пузыря пренебрежительно мало (\*\*»2#/£)в=1 мкс, где 4— диаметр сердцевины шпура ДШ; /)в — скорость ударной волны в воде), поэтому полагалось, что 0.

Таким образом, давление в шпуре за время ^ с момента прихода детонационной волны в точках х шпура упадет

о ря =1,22-1010 Па до /> = 2,3-108 Па,

Предположив, что время установления среднего давления в сечении х шпура равно времени двукратного прохождения У В В воде В ЭТОМ же сечении, определим ti

Лх да 1 — =10 іікс, (4.5)

2Г>в 20в

где В\* — скорость отраженных УВ в воде.

Из вышесказанного следует, что заряд ДШ в воде при уело- вин расположения нитей ДШ в диаметрально противополож­ных точках вдоль стенок зарядной полости, обладает анизотроп­ным полем напряжений в разрушаемой среде. Действительно, в течение /] = 10-=-20 мкс давление в массиве горных пород в месте1 прилегания нитей ДШ к стенкам шпура будет изме­ряться десятками тысяч паскалей. Это приведет к интенсив­ному разрушению массива на линии ДШ —массив. Давление порядка 102 МПа при наличии уже образовавшихся трещин не может'вызвать значительных разрушений в других направле­ниях. Продукты детонации будут развивать уже имеющиеся трещины. Время получено без учета движения газовых пузы­рей, образовавшихся при детонации ДШ. На самом деле пуль­сирующие газовые пузыри отойдут от стенки шпура и сольются. ‘С отходом газового пузыря напряжения в массиве на линии со­прикосновения ДШ со стенками шпура резко уменьшается.

Поле напряжений будет становиться все более симметричным относительно оси шпура, однако это уже не будет искажать на­правленный раскол массива.

1. Конструкции зарядов В В направленного действия

Применяемые в настоящее время взрывные методы основаны на использовании различных типов ВВ, способов взрывания, конфигураций взрывных полостей, конструкций зарядов и вы­бора наилучших направлений образования магистральных1 трещин.

Одним из основных факторов, влияющих на эффективность образования магистральных трещин, являются параметры взрывной нагрузки, предопределяемые конструкцией зарядов.

Возможность перераспределения энергии ВВ при помощи изменения формы и объема зарядной камеры была доказана Н. В. Мельниковым и Л. Н. Марченко, предложившими рацио­нальные конструкции зарядов выброса и дробления. Причем под рациональной конструкцией заряда понимается не только форма самого заряда, но и форма зарядной камеры и, что осо­бенно важно, соотношение объемов камеры и заряда.

Г. П. Демидюк и В. Ф. Ведутин рекомендуют с практической точки зрения избегать деформации всего разрушаемого объема материала, что ведет к неминуемо завышенным потерям энер­гии. Целесообразно, например, в шпурах или скважинах выпол­нять искусственные концентраторы напряжений в виде пазов продольной формы и фасонного профиля или применять заряды ВВ, действие'которых обеспечивало бы неравномерное давление продуктов детонации по периметрам шпуров и скважин.

В настоящее время в технологических схемах добычи блоков рекомендуется ряд конструкций зарядов, отличительная особен­ность которых состоит в повышении эффекта направленного раскола (рис. 4.4).

Как отмечалось, повышенный эффект направленного рас­кола горной породы может быть достигнут созданием/ несиммет­ричной нагрузки в полости шпуров эллиптического сечения при контактном расположении в них линейного заряда. При этом достигается увеличение полезной работы взрыва на раскол в среднем в 2,5^3 раза, что связано с совпадением направления падающих и отраженных фронтов продуктов детонации в шпу­рах с направлением образования магистральной трещины. Од­нако внедрение этого метода выколки блоков на практике за­труднено отсутствием специального бурового оборудования и инструмента.

ДЛЯ повышения локализации процесса трещинообразования в плоскости отбойки блоков разработан заряд направленного действия, состоящий из пенополистирола и бризантного веще-

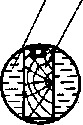
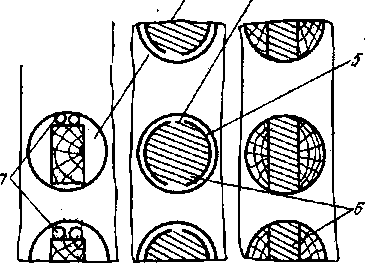


Рис. 4.4. Конструкция зарядов направленного Действия:

/ — вода; 2 — демпфирующая прокладка из древесины; 3 — воздушная среда; 4 — прореза в трубке; 5 — металлическая трубка; 6 — порох; 7 — ДЩ



ства, инициирование которого осуществляется ДШ. В качестве ВВ используется смесь аммонита 6ЖВ и аммиачной селитры. Содержание аммиачной селитры рассчитывается из условия полного разложения пенополистирольной оболочки. Введение в состав ВВ аммиачной селитры позволяет обеспечить плавное изменение параметров импульса взрыва во времени, Примене­ние таких зарядов направленного действия позволяет уменьшить объем взрывных работ путем замены парносближенных шпу­ров в-ряду одиночными н улучшает качество ^ выкалываемых блоков.

Эффективность направленного раскола наблюдается йрй раз­мещении в шпурах холоднотянутых труб с пазами, выполняю­щих роль защитного устройства. Внешний диаметр таких труб равен диаметру шпура, толщина стенок труб не менее 3\*—б мм. Качество поверхности раскола зависит от строгой ориентации паза и его размера.

Рассмотренные конструкции зарядов обладают недостатком, связанным со сложностью их изготовления и услокнением тех­нологии взрывных работ,

Широкое применение при отбойке блоков нашли пороха. Имея малую скорость детонации, пороха в большей степени\* чем бризантные ВВ, обеспечивают сохранность массива от по­явления в нем дополнительных нарушений. Однако действие взрыва при этом трудно поддается управлению. Это объясня­ется тем, что отделение монолитов от массива поршневым дей­ствием продуктов детонации из-за длительности нарастания дав­ления во времени, как правило» происходит по плоскостям есте­ственных трещин отдельности, ориентация которых в пределах месторождения широко меняется. Поэтому общим недостатком всех технологических схем и методов» основанных на прнмене-

6 Заказ гк 379

**161**

**Таблица** 4.3

Рекомендуемые параметры взрывных работ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Порода | Отношение ДЛИНЫ отрезков ДШ к длине шлура | Расстояние между шпурами (и) при диаметре шпуров, м  0.025 | 0,032 0.040 | | |
| При воздушном радиальном зазоре | | | | |
| Тешен нт мелко- | 1,0 | 0,20 | 0,17 | 0,13 |
| зернистый | 1,5 | 0,24 | 0,21 | 0,16 |
| Базальт | 1,0 | 0,18 | 0,15 | 0,11 |
|  | 2,0 | 0,25 | 0,21 | 0,16 |
| Туф | 1,0 | 0,17 | 0,14 | 0,11 |
|  | 2,0 | 0,23 | 0,19 | 0,15 |
| Андезит | 1,0 | 0,16 | 0,14 | 0,11 |
| п;Ри | водяном радиальном | | зазоре |  |
| Тешеннт мелко- | 0,3 | 0,31 | 0,25 | 0,19 |
| зернистый |  |  |  |  |
| Базальт | 0,5 | 0,28 | 0,22 | 0,18 |
| Туф | 0,5 | 0,26 | 0,21 | 0,17 |
| Андезит | 0,7 | 0,25 | 0,21 | 0,16 |

нии энергии пороха, является незначительный выход блоков из горной массы и большие затраты на их добычу.

Как отмечалось, одним из перспективных методов управле­ния взрывной нагрузкой при отбойке блоков с использованием ДШ, заключающийся в том, что по намеченной линии раскола массива на равных расстояниях друг от друга бурят шпуры, в которые помещают I—2 нитки ДШ и подсоединяют их к ма­гистральной линии ДП с детонатором. При взрывании ДШ с воздушным радиальным зазором заряд закладывается на всю глубину шпуров. Если же радиальный зазор заполнен водой, то длина отрезков ДШ в 2—4 раза меньше, чем при воздушном зазоре. Уровень зеркала воды устанавливается ниже верхней кромки шпура не менее, чем на 0,05 м.

В табл. 4.3 приведены рекомендуемые параметры взрывных работ при добыче блоков из различных горных пород с приме­нением ДШ, полученные экспериментальным путем.

Как видно из данных табл. 4.3, применение воды в качестве радиального заполнителя значительно улучшает показатели буровзрывных работ. Кроме того, большое влияние на эти пара­метры оказывает применяемый диаметр шпура, что связано сЬяффективным воздействием на раскалываемый массив квази\* сТфгического давления продуктов детонации. Однако в целом, эффективность этого метода ограничена применением шпуров ди^^ром 25 мм и хрупкими торными породами. При примене­ния же шпуров диаметром 32—42 мм, как наиболее часто встре­чающихся, расстояние между шпурами резко увеличивается, что приводит к ухудшению отколообразования.

Использование укороченных отрезков ДШ в шпурах с водя­ным радиальным зазором с одной стороны снижает расход ВВ, но с другой — приводит к уменьшению расстояния между шну­рами, в сравнении с теми же условиями, но при заряжании ДШ на всю глубину шпуров, и увеличению объема взрывных работ, доля которых во всем технологическом цикле довольно суще­ственна. Этот недостаток связан с уменьшением количества про­дуктов детонации от взрыва ДШ и, соответственно, малым ква- зистатическим давлением в шпурах. . ■ '

В ДГИ разработаны конструкции зарядов направленного действия, которые обеспечивают раскалывание горной породы в заданном направлении без появления нарушений сплошности в отделяемом монолите и законтурной части массива.

Заряд ДШ в шпуре с водой представляет собой 4-граннук> демпфирующую прокладку из древесины, к противоположным узким граням которой прикреплено по две нити детонирующего шнура типа ДШ-А (ДШ\*Б, ДШ-В). Следовательно, суммарная линейная плотность заряжания составляет 48—52 г ТЭНа на 1 м шпура. Обе йары нитей ДШ, разделенные демпфирующей прокладкой, инициируют одновременно при помощи магистраль­ного детонирующего шнура.

В первоначальный момент времени в направлении, в котором нити ДШ прижаты к стенкам шпура, высокое давление на фронте ударной волны и образование «стоячей» волны приво­дит к образованию и интенсивному росту радиальных трещин, т. е. происходит надкол поверхности шпура в заданном направ­лении. Затем в результате демпфирующего влияния инертного промежутка давление в зарядной полости резко снижается и приобретает равные значения в любой точке поперечного сече­ния шпура. В последующие моменты времени происходит пре­обладающее развитие радиальных трещин в направлении, в котором ранее осуществлен надкол стенок шпура.

В ходе промышленных испытаний данной конструкции за­ряда установлено, что заполнение полости шпура водой в от­дельных случаях связано с целым рядом неудобств, в частно­сти, при минусовой температуре. При разработке массива, имеющего интенсивно развитые трещины отдельности, очень ча­сто встречаются условия, когда некоторые шпуры бывают про­бурены до поверхности подошвы или пересекают раскрытую трещину. Естественно, что в данном случае без предварительной герметизации заполнить полость шпура водой невозможно. С целью устранения указанных недостатков разработана кон­струкция порохового комбинированного заряда,

Основные отличительные признаки данной конструкции от заряда ДШ в шпуре с водой заключаются в следующем: по­лость шпура вместо воды заполнена забойкой; в полости шпура в нижней его Части между стенками шпура и .демпфирующей

прокладкой размещен заряд дымного пороха. В связи с тем^ что буровая мелочь иди песок, применяемые в качестве инертного заполнителя полости шпура, характеризуются большей сжимае­мостью, чем вода, значительно повышается длительность изо­тропной квазистатической фазы действия взрыва. Комбиниро­ванный заряд, кроме резко выраженной направленности действия обладает повышенной метательной способностью. Не­достатком является возможность просыпания пороха в естест­венные трещины и пустоты, а также значительная сложность 'заряжания горизонтальных шпуров.

Одной из конструкций комбинированного заряда направлен­ного действия является заряд в желобообразной оболочке. В шпур помещают выполненную из гибкого упругого материала желобообразную оболочку, которая в сечении имеет форму, близкую к прямоугольной. Противоположные узкие грани обо­лочки ориентируют в направлении плоскости раскола. В жело­бах, выполненных на этих гранях, размещают бризантное взрыв­чатое вещество (ДШ), а внутри оболочки в нижней ее части — метательное В В, а затем забойку.

Взрыв бризантного ВВ, расположенного вблизи поверхности зарядной полости, создает в диаметрально противоположных точках, лежащих в плоскости раскола, локальные нарушения сплошности среды, т. е, цадкол. В результате больших затрат энергии взрыва бризантного ВВ на сжатие и нагрев забойки, резко ! уменьшается давление газообразных продуктов детона­ции до значений, исключающих появление нарушений сплош­ности среды в других направлениях. Сгорание метательного ВВ обеспечивает длительное поддержание остаточного давления га­зов в зарядной полости, вследствие воздействия которого проис­ходит раскрытие радиальных трещин, образовавшихся при взрыве бризантного ВВ. Заряд в желобообразной оболочке по­зволяет устранить недостатки, которые характерны для заряда ДШ в воде и комбинированного заряда направленного действия.

По сравнению с известными конструкциями зарядов направ­ленного действия, заряд в желобообразной оболочке позволяет: снаряжать оболочки взрывчатым веществом на территории вклада ВМ или в другом специально отведенном для этой цели месте; значительно уменьшить затраты времени на выполнение «операций заряжания шпуров и инициирования зарядов; разме­щать заряды в частично обводненных шпурах и вести взрывные работы во время дождя; повысить безопасность заряжания шпуров.

Способ взрывания зарядов направленного действия заклю­чается в следующем. В подготовленном к отделению монолите в двух взаимно перпендикулярных направлениях, бурят шпуры диаметром 40 мм на расстоянии О,3-тг0,5 м один от другого. В шпурах размещают заряды направленного действия и ориен-

тируют их вдоль линии расположения шпуров. Выведенные из шпуров концы ДШ соединяют на поверхности кровли с маги­стральным детонирующим шнуром. При этом в точке пересече­ния направлений раскола выполняют из магистрального детони­рующего шнура петлю дл и ной 130—200 см, что обеспечив аетз а- V медленйе в передаче детонации от одного направления'р'аскола-\* ' к другому длительностью 200—ЗОН мкс. ~ ~

Одним из "важных факторов“ влйяТбщих на эффективность образования магистральных трещин, является режим взаимо­действия групп зарядов, расположенных в линии раскола. Уста­новлено, что при мгновенном взрывании групп зарядов, распо­ложенных на определенном расстоянии друг от друга и парал­лельно свободной поверхности, образуется поле напряжений, которое в результате последовательного взаимодействия с об­наженной поверхностью н квазистатическим полем напряжения в линии заложения шпуров способствует отколу монолитных блоков от массива и смещению его без нарушений сплошности среды по обе стороны плоскости раскола.

Однако щнроко применяемый метод мгновенного иницииро­вания зарядов не всегда обеспечивает необходимое качество по­верхности отделяемого момента и требует осуществления боль­шого объема буровых работ.

Для формирования магистральных трещин, обспечивающих раркол массива в заданном направлении без образования нару­шений, в отделяемом монолите и законтурной части массива вдоль линии намеченного раскола закладываются парвосбли- женные щпуры, на расстоянии 3—4 диаметров шнура друг от друга, или одиночные, в которых размещаются заряды направ­ленного действия. На равных расстояниях от этих шпуров бу­рят одиночные шпуры. Взрывание зарядов в шпурах произво­дится таким образом, что парносближенные заряды или заряды направленного действия взрываются мгновенно, а одиночные с замедлением, интервал которого равен времени прихода к ним волн напряжений от парносближеиных зарядов или зарядов на­правленного действия. , ,

Образование магистральных трещин1 с применением таких методов взрывания уменьшает нарушецность выкалываемых блоков в 2,4—2,6 раза. Однако, как отмечалось выше, при взры^ вании парносближеиных зарядов возможно образование тре­щин в глубь выкалываемого блока и законтурную часть мас­сива, которые образуются между парносближенными шпурами, а заряды направленного действия усложняют технологию веде­ния взрывных работ.

Таким образом, учет всех факторов, влияющих на эффектив­ность трещинообразования направленного характера, является первостепенной задачей и требует рационального решения в практике торных работ.

Одним из важных факторов, влияющих на выход блочности при добыче монолитного камня, являются типы применяемых ВВ и способы инициирования зарядов.

При инициировании порохов с помощью ДШ, воздействие пороха на массив носит бризантный, а не метательный харак­тер, в результате чего выкалываемый блок и законтурная часть массива нарушаются интенсивно развивающимися от зарядных полостей трещинами.

При инициировании порохов электровоспламенителями, их воздействие на массив имеет метательный характер, однако при этом получается некачественная, с большими отклонениями плоскость раскола, что обусловлено слиянием произвольно ори­ентированных трещин и дефектов в магистральную трещину от воздействия продолжительного, постепенно нарастающего взрывного импульса пороховых зарядов.

Применение^в\_качеетве ВВ детонирующего шнура дает ка- чественнуюповер хность" раскол а \* отдел я ёмого' монолита’ ' Дё- Фектные трещины проникают вглубь "монолита"и" массива на расстояние не большеТГсм, но в то же время’, примёнёниё ДШ повышает себестоимость буровзрывных работ относитёльно по- роховой отбойки,

Одним из неблагоприятных факторов, влияющих на качество отделяемых блоков, является образование призматических выко­лов между боковой свободной поверхностью, и последним шпу­ром в ряду, пробуренным по линии нщяеченного раскола. Отко- лообразование между свободной поверхностью и шпуром можно исключить, если не заряжать этот шпур. При этом эффектив­ность образования магистральных трещин не уменьшается.

Анализ ? экспериментальных данных показывает, что в на­стоящее время с целью повышения технико-экономических по­казателей добычи монолитных блоков разработаны, опробованы и частично внедрены эффективные методы управления дей­ствием взрыва, к которым относятся новые конструкции заря­дов, типы ВВ, схемы и средства инициирования, карты текстур­ных особенностей разрушаемой горной породы, Вместе с тем, наиболее экономичными буровзрывными методами отделения блоков от массива"следует’считать методы с применением ~бдй- ночных шпуров в линии раскола ^’"взрыванием в них"ДШ'при водяном радиальном з¥зоре, а также в совокупности с этим\* методом применение ‘пороховых"зарядов для псрёмёщёниябло- ков по горизонтальной плоскости, ~~размеща’емых” в угловых тыльных точках оконтуренного" блока.

практика 'применения этих" "методов на карьерах блочного камня показывает их высокую эффективность, по сравнению с другими способами, однако привязка их к горно-геологиче­ским условиям карьеров необходима в каждом конкретном случае.

1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ
2. Отбойка скальной вскрыши

Технология отбойки скальной вскрыши существенно влияет на выход блоков из добытого полезного ископаемого при отра­ботке вскрытого массива. Выбор рациональных способов и опти­мальных параметров отбойки вскрыши определяется горно-гео­логическими данными структур гранитных массивов и природ­ной трещиноватостью. За основной критерий оценки трещино­ватости при производстве вскрышных работ следует принимать удельную площадную трещиноватость, характеризующую собой общую длину трещин, приходящуюся на 1 м2 обследованной площади. По технологической сложности разработки скальной вскрыши с учетом ее трещиноватости гранитные массивы целе­сообразно классифицировать согласно табл. 4.4.

Наиболее технологичным способом отделения скальной вскрыши от массива является взрывной способ, выбранный с учетом данных о трещиноватости и обеспечивающий сохране­ние монолитности камня в подготавливаемом массиве. Пара­метры буровзрывных работ при дроблении скальной вскрыши следует принимать в зависимости от мощности вскрыши, сте­пени ее удельной трещиноватости, физико-механических свойств и структурно-текстурных особенностей гранитов. Наиболее эф­фективной следует считать отбойку вскрыши шпуровыми и скважинными малого диаметра (до 100 мм) пороховыми заря­дами, инициируемыми злектровоспламенителями или огнепро­водным шнуром. Применение бризантных ВВ допускается в исключительных случаях на основании данных эксперимен­тальных исследовательских работ. Обоснование комбинирован­ных зарядов метательных и бризантных ВВ решается специаль­ным проектом. Рациональные параметры взрывного отделения скальной вскрыши от массива с учетом ее трещинно-структур­ных условий приведены в табл. 4.5.

Проходку разрезных и врубовых траншей взрывным спосо­бом рекомендуется производить на участках с наиболее вы­раженными в структурах массива вертикальными трещинами одной и той же системы, характеризующихся сужением в на­правлении проходки траншеи и подъемом или горизонтально­стью пластовой трещины по подошве забоя, но только не ее па­дением, так как это затрудняет оттяжку блоков, больших глыб некондиционного полезного ископаемого и вывозку окола. Наи­более рациональным при проходке траншеи взрывным способом следует считать отделение камня от массива клинообразными заходками (рис. 4.5).

В зависимости от геолого-структурных особенностей гранит-

Классификация скальной вскрыши по технологической сложности разработки

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Степень разработки скальной вскрыши' | Степень  трещи­  нова­  тости | Харак­терис­тика пород .по олоч- : ! ностй | Удель­ная тре- , щино- ; ватость, ■м/ма | л „ й » \* ЇЗ | я ч в  5 о « й Я.  £ ве 3 й | Характерные особен­ности горно-геологи­ческого строения скаль­ной вскрыши |
| Легко раз­рабаты­ваемая | Сильно­  трещи­  новатая | ; МЄЛ КО- бЛ ОЧНЫе | 12—9 | 0,7 | Имеются трещины ОТ\* дельности всех систем\* мощность выветрелых по­род более 1 м, разрыва горных пород трех по­рядков; Внутри кристал­лические, между кри­сталлами и эндогенно­тектонические |
| Средней  трудности  разработки | Средйе-  трещи-  новатые | Средне­  блочные | 9—6 | 1,2. | Имеются трещины от­дельности всех систему мощность ' выветрелых пород до 3 м, затрону­тых выветриванием до 1 м, разрывы горных пород трех порядков, преобладают эндогенно­тектонические |
| Трудно-  разрабаты-  ваемая | Слабо­  трещи­  новатые | Крупно­  блочные | 6—2 | 4,0 | Имеются трещины от­дельности всех систем\* мощность выветрелых пород до 1,5 м, затрону­тых выветриванием до- 0,5 м, разрывы горных пород, в основном треть­его порядка эндогенно- тектонические |
| Сложная в разработке | Мало-  трещи­  новатые | Весьма  крупно­  блочные | 2—9,5 | 10,0 | Отсутствует одна из си­стем трещин, либо рас- стойнйе между ними бо­лев 10 М, мощность вы­ветрелых пород до 1 м\* затронутых выветрива­нием до 6,5 м, разрывы СПЛОШНОСТИ пород, ках правило, эндогенного\* происхождения, рас- КрЩОСТЬ трещин ДО 5 ММ1 |
| Требующая специаль­ной тех­нологии разработки | Нетре-  щнно-  ватые | Моно­  литные | <0,5 | >10 , | Отсутствует одна или не­сколько систем трещин\* мощность выветрелых пород до 0,5 м, затрону­тых выветриванием 0,1— 0,3 м, разрывы сплош­ности пород эндогенного- происхождения, раскры- тость трещин до 5 мм, трещины заполнены по­родами малой плотности |

**««**

**go**

**£■\***

**Sw &° с к is**

**я«а**

*ш*

ÖB8

**к** ta **а,«**

**р.**

**П Д**

& О.

**х; 2**

(■ ™ і \*■

VÙUS Л u \* \*4 « И \* « С я W я Я

**£9 «M**

**a Ca;**

ffl ?\*>

**E ^**

S «

H \*

U «

**и**

**« п Х> я О ! §•8 « \* L**

a-gSg- as»-е

9"&sS ft\* «а

« О ч 'ЗИЯЙ

**Рйичл М я я со**

§l\*3Siys

“|5

I §• і к І aE'v |s«> S d о Ь g-

g\* ° \*ї \* Я g

**&іі І і fі І**

гвдМ:

§1|9ёЦ&

isiläisi

<y S 4» U R H

« » 5o 2 ° &■

**^5 x>.o**

" S I S'S #

o,p..h \*2 § a 8

G S a. S <m 5 8 s’

**Характеристики оптимальних параметров взрывной отбойки скальной вскрыши**

» « s

s 5 я з 2 ж я S"o«®3

5|â.spa

Ûao»»-|w

**\*2иЙ**

**\*£**

**àS|**

5|5

к яЯя

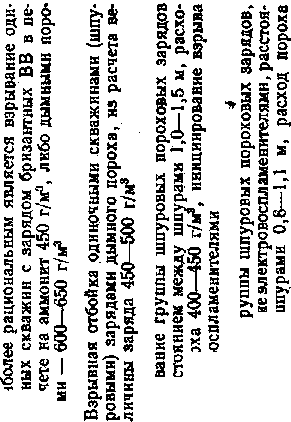
**— va**

**■gg,|**

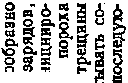
**V? в**

^ 5 Й „

£ к А X



Вк \* сЬм 5 ■ ■



і

**і**

**ся**

**w**

і

s s аз ИМ R®

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| S 3  a; la; S | te | te | te | te |
| ^-Ë^-S | ЄЧ | n | CO | lO |
| О я Op | O\* | a | O | ©“ |
| H It! g | IL | H | II | H |
| ■CO'S X | \*e | « ■ | \*\*! | •C |

Л

**§**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| O | O |  |
| і | <N  1 | Iß |
| iA | À  \*• | - V |
|  | W« |  |

**•«\***

V

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | s |  | (Q ' |
| 3  Й  'S  O.  m | 1 ' B  S\*  e-B | à  1  »  « ч | t  Ok  (Q |
| а  g\*« | ■fl | §\*3 | S  se |
| б І '  e; m | S g  ? m“ Û. Я  U o. | si  H? | Слож:  ботке |

**465**

R Я g

**“«S**

Si O

s ï

**fgS.**

**S я хл s »Q 4 w**

**S 2 u**

О.Я O

**H d 4**

ных массивов при взрывной отбойке камня в траншее рекомендуется соз­давать в плоскостях направленного раскола дополнительное ослабление породы методом бурения холостых (не подлежащих заряжанию ВВ) шпуров. Применение бризантных В В при проходке разрезных и врубовых траншей и1 других горноподготови­тельных выработок не допускается.

1. Отделение блоков от массива

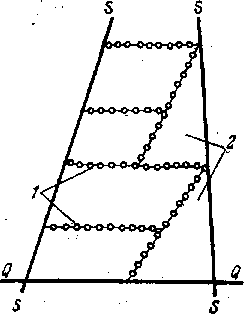


Рис. 4,5, Схема проходки разрезной траншеи взрыв­ным способом клинообраз­ными заходками ^5—5, (2—(2 — направление соот­ветственно продольных и поперечных трещин):

/ — линии раскола камня; 2 — клинообразные заходки

Эффективность отделения монолита от массива взрывным способом с мак­симальным сохранением монолитно­сти камня обеспечивается при нали­чии не менее трех вертикальных сво­бодных плоскостей и пластовой тре­щины (подошвы).

Главным условием решения задачи взрывного разрушения связей отры­ваемого монолита следует считать' максймальне возможное предохране­ние камня от поражения взрывом. Эффективность взрывной отбойки зависит от структур гранитных массивов.

Для монолитных гранитов с минимальным развитием тре­щин отдельностей, как наиболее эффективная, рекомендуется взрывная отбойка с помощью ДШ, взрываемого в воздушной или водной среде. Расчет параметров следует выполнять в соот­ветствии с Методическими указаниями по использованию энер­гии взрыва детонирующего шнура при добыче блоков природ­ного камня. Максимальный эффект достигается при условии,, когда плоскость бурения шпуров совпадает с направлением вер­тикальной плоскости анизотропного раскола камня. Оптималь­ные значения расстояний между шпурами для наиболее распро­страненного диаметра шпуров 42 мм колеблются в пределах -0Дб—0>22 м.

Для получения наиболее эффективного раскола отрезки ДШ в шпур а х дел есоо бр азно п риолижать к обр а зу ющим стенок в плоскости желаемого раскола по направлению на сторонах,. Противоположных от направлёнйя~ распространения детонации в магистральной линии, а длин а за~рядовДШ~вш'пурах должна составлять 0,4—и,7 глубины шпура'в зависимости от показателя взрываемости породы. При отделений монолитов вязких пород,. Таких как йорфировидные граниты, лабрадориты, предел проч­ности при растяжении которых достигает 50,0 МПа на 1 см\*

поверхности, допускается применение комбинированного взрыв­ного способа отбойки монолитов от массива детонирующим шнуром и дымным порохом. Рекомендуемое соотношение числа шпуров, заряженных дымным порохом, к их общему взрываем мо му числу должно соста вл'ять отТ: Збдо1: ЗбГТдубина~ шпу­ров, заряжаемых порохами совместно с ДЩГдолжна составлять 0,5Я Ш — высота отделяемого монолита). Недобур~ 6ХТГслу­жит барьером, исключающим утечкугазов Эффективный рас­ход пороха при комбинированном взрывном отделенииравен

**0,30—0,45 тУм**3. \* \* ™ " №

ГТри контурном взрывании детонирующим шнуром в воздуш­ной среде монолитность камня сохраняется благодаря неболь­шим линейным массам, заряда и наличию во взрываемом шпуре зазоров между стенками шпура и зарядом, а отрыв камня от массива происходит как вследствие давления продуктов дето­нации, так и прямых волн напряжений. При этом из-за малого диаметра заряда и большой мощности откалываемого слоя от­раженные волны существенного влияния на отбойку не оказы­вают!

При взрывании ДШ в воде монолитность камня определя­ется линейной массой заряда и физнко-механическими свой­ствами породы. Поэтому применение ДШ в воде рекомендуется для вязких пород после проведения экспериментальных взрывов. При комбинированных взрывах ДШ и пороха усиливаются бри- зантные формы действия взрыва, которые сущеетвен ныгм обра­зом снижают монолитность ка м няГ 1 Гр вменение пороховых\* за - рядов в комбинации с ДШ должно допускаться при условии полного изученияструктурных особенностей массива и полной уверенности в том, что действие взрыв а\*'не прив едет к~ су щес т - венному нарушению монолитност!Г'камня в^ околошпуровой зоне Комбинированная взрывная отбойка ДШ и порохом обес- лечивает требуемое для горной практики 'перемещение отбивае-- мого монолита, но нарушает монолитность камня до "ТО—15 диа­метров в зоне комбинироваиного зарядаПТри комбинировэнном взрывании ширина отделяемого от массива монолита обяза- тельно должна быть больше его ВЫСОТЫ.' -лг-1 I 1

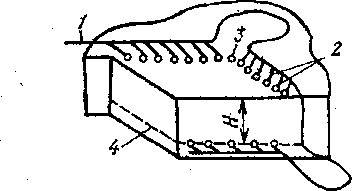
у, целью значитёл'ьноТб 'уиеньшенйй Объема подготовитель­ных работ по созданию дополнительных плоскостей обнажения допускается отделение монолитов от массива контурным взры­ванием ДШ, либо комбинированных зарядов ДШ с порохами, одновременно в двух вертикальных и даже в двух вертикальных и одной горизонтальной плоскостях по схеме, показанной на рис. 4.6 и соблюдением последовательности выполнения основ­ных технологических операций,

Вертикальные шпуры диаметром 4? мм бурят в двух взаимно перпендикулярных направлениях \*на глубину 0,9 Я при расстоя­ниях между ними 0,4—0,5 м. Расстояние между угловьМ шпу-

ром и ближайшими к нему шпурами в соответствующей плоско­сти не должно превышать половины расстояния между шпуро­выми зарядами вдоль линии раскола. Длина горизонтальных шпуров должна быть не менее 0,91, где I—- ширина отделяемого монолита. Горизонтальные шпуры целесообразно бурить в том направлении, в котором предполагается переместить отбивае­мый монолит от^ассива, а расстояние между горизонтальными шпурами допускается устанавливать в 2 раза большимГ^чем расстояния между вертикальными шпурами. "В"каждый "шпур, за исключением вертикального углового, ~ следует помещать^ за- ряд направленного действия длиной 0,^—0,Т глубины'"шпура. Направленный заряд может состоять из ДШ и в~комбинацйй ДШ с порохом и выбирается в зависимости от физико-мекани- ческих свойств породы. Определение-массы заряда следует \_про­изводить из расчета 40—50 г/м ТЭНа прйвзрыванйи ДШ' и плюс 0,03-—0,04 "кг~пороха на Г~мЗ~отделяемого монолита."Заряд направленного действия ориентирован в сббтветствующей пло­скости раскола. Детонирующие шнуры от каждого заряда после заряжания шпуров соединяют с магистральным ДШ. При пере­ходе от одного направления раскола к другому в вертикальной, плоскости следует выполнять петлю, длина которой определя­ется по формуле:

Рис. 4.6, Схема отделе­ния монолита от мас­сива одновременным взрыванием ДШ в трех плоскостях:

/ — магистральный провод. ДШ; 2 — отрезки ДШ в шпу­рах; 3 —угловой шпур.; 4 — проектный уровень ПОДОШВЫ



/к — 3,ЗРСдщ/Ср, (4‘6)

г^е а —расстояние между шпуровыми зарядами по линии рас­кола, м; СдЩ —скорость детонации магистрального ДШ, м/р; ср — скорость распространения волны напряжений в разрабаты­ваемом монолитном массиве, м/с (для гранитов ср 5500 м/с).

При переходе от вертикального ряда шпуров к горизонталь- 4 ному длина переходной петли из магистрального ДШ опреде­ляется из выражения

и -4 +Я, (4.7)

где Н — высота отделяемого монолита, м.

Петли из ДШ необходимы для обеспечения интервала за­медления в передаче детонации от первого направления ко второму и от второго к третьему, что позволяет получить рас­

пространение трещины вдоль линии расположения зарядов на удаление, по значению равное расстоянию между соседними' шпуровыми зарядами. В результате этого трещина раскола по первому направлению замыкается на поверхности углового шпура до начала взрывания зарядов второго ортогонального на­правленного ряда зарядов, от второго к третьему горизонталь­ному. Магистральный ДШ инициируется капсюль-детонатором или электродетонатором.

Найлучший выход блоков и Минимальные Потери камня при добыче обеспечиваются только в том случае, когда отделяемый монолит имеет пять свободных поверхностей (четыре верти­кальных и оДну горизонтальную поверхность по кровле Моно­лита). В этом случае возникает необходимость отделения моно-’ лита только в одной горизонтальной плоскости, для чего наибо­лее целесообразно для гранитов бурение одного горизонтального шпура, расположение которого определяется направлением его бурения относительно направления директивных структур исте­чения магмы.

Наиболее целесообразно бурить шпур по направлению раз­вития продольных трещин отдельности. При этом рациональная1 длина шпура составляет 0,7 ds, где ds— ширина отделяемого монолита по направлению продольных трещин. В случае невоз­можности бурения шпура по направлению продольных трещин 5, шпур рекомендуется бурить по направлению поперечных Тре­щин Q. При этом его длина должна быть не менее 0,8 tfQ, где dQ — ширина отделяемого монолита по направлению попереч­ных трещин Q.

Наиболее рациональной взрывной технологией отделения гранитов с повышенно развитой природной трещиноватостью яв­ляется отбойка одиночными скважинными пороховыми заря­дами, эффективность которой достигается при соблюдении сле­дующих условий:

соблюдение параллельности скважины и линии пересечения продольной 5 и поперечной Q трещин отдельностей;

расположение устья скважины на расстоянии 8—10 диамет­ров от вертикальных трещин систем 5 и Q;

выбор места заложения скважины на блоке, ограниченном наиболее раскрытыми или зияющими трещинами отдельности;

недобур скважины, исключающий утечку газов при взрыве, должен быть не менее 15—20 % высоты уступа;

линия наименьшего сопротивления должна быть меньше ил» равна высоте уступа;

инициирование зарядов ВВ выполняется огнепроводным , шнуром или электровоспламенителеМ.

Для лабрадоритовых месторождений с повышенно- и средне развитой природной трещиноватостью {расстояния между тре­щинами 0,7—3,0 м) для случаев заполнения трещин цементи-

ру ю щи ми породами типа гизенгерита наиболее эффективной яв­ляется взрывная отбойка спаренными скважинными пороховыми зарядами. Две скважины (либо два шпура) бурят в месте пере­сечения двух вертикальных трещин отдельности продольной 5 и <2 поперечной на расстоянии 0,5—0,7 м друг от друга в плоскости параллельной или совпадающей с плоскостью тре­щины 5. Если трещины отдельности слабо раскрыты и запол­нены гизенгеритом или другими цементирующими породами, то скважины (шпуры) бурят непосредственно в плоскости тре­щины 5, Одна из них по линии пересечения (2 и 5, Если тре­щины хорошо раскрыты и не заполнены цементирующим мате­риалом, то бурение производится в непосредственной близости от плоскости 5 на расстоянии 0,1—0,15 м, недобур скважин, дол­жен быть не менее 0,1#,

При такой технологии задача управления взрывом состоит в том, чтобы обеспечить совпадение или параллельность основ­ной искусственной трещины взрыва с трещиной отдельности массива.

При взрывном отделении монолитов от массива трещины и сколы камня возникают в местах приложения ударного взрыв­ного импульса и в точках, в которых при определенных усло­виях возникают импульсные реакции, сила и интенсивность ко­торых достаточна для скола породы и которая определяется мощностью и конструкцией заряда ВВ и его местоположением в толще отбиваемого блока.

В целях устранения вредного воздействия импульсных ре­акций при взрывании пороховых зарядов рекомендуется вычис­лять эксцентриситет геометрического центра заряда относи­тельно горизонтальной плоскости и оптимальную ширину отде­ляемого монолита по зависимостям, полученным исследова­ниями ВНИПИИстромсырья.

При наличии пластовой трещины отдельности глубина раз­мещения заряда (эксцентриситет)

к— (а2 + 4с2)/(6а), (4.8) где а — высота отделяемого монолита; с — ширина сечения от­биваемого блока.

В случае отсутствия пластовой трещины глубина размеще­ния заряда

/[а\* + 4с2 + Зас/д

**(4.9)**

в.(а • сО

■ ■ '.Г ; :

где и Гд.' — коэффициенты динамическою трения соответст­венно в верхней и нижней вершинах отделяемого блока, кото­рые следует определять расчетным путем по приближенным формулам с последующим уточнением их значения по резуль­татам промышленных испытаний. Для приближенных расчетов /д=0,25, а /д'=0,50.

Оптимальная ширина отделяемого монолита

в= ^/**^Лз + 6т2**у+16^2— **Зй,-6т Зй8 + 6т** ^ (4 10)

где Л3 — высота заряда; т — недобур.

1. **Технология взрывных работ в породах средней крепости**

При взрывной отбойке блоков песчаников применяют техно­логические способы, которые либо восстанавливают физико-ме­ханические свойства песчаников, присущие им в условиях Нор\* мального раскола, либо увеличивают длину трещин направлен­ного раскола как в. нормальных, так и в ухудшающих условиях.

Песчаники являются гидрофильными, т. е. хорошо смачивав" мыми породами, что обусловливает восстановление #х физико­механических свойств, присущих им в условиях нормального раскола, способом принудительного увлажнения.

Принудительное увлажнение массива производится напор­ным, либо безнапорным способом подачи воды в шпуры. Более производительным является напорный способ. Недостатком на­порного способа является возможность нарушения целостности массива и, как следствие, монолитности блоков из-за расшире­ния естественных пустот и трещин при проникновении в них под напором воды. /

Безнапорный.способ\* несмотря на повышенные затраты вре­мени на увлажнение массива, обеспечивает монолитность добы­ваемых блоков. Увлажнение массива осуществляется по кру­говой зоне вокруг каждого шпура с обеспечением слияния этих зон (рис. 4.7). Влажность, обеспечивающая восстановление фи­зико-механических свойств песчаников, присущих цм в условиях нормального раскола, достигается в течение 4—б ч непрерыв­ного увлажнения. После этого возможно применение традицион­ных методов отбойки блоков.

В тех случаях, когда принудительное увлажнение песчани­ков не обеспечивает восстановление физико-механических свойств всего разрушаемого массива, повышение эффективности направленного раскола достигается путем взрывания парно» сближенных зарядов с микросекундным замедлением (рис. 4.8).

Параметры схем, показанных на рис. 4.8 при диаметре ищу» ров 0,032 м, следующие:

расстояние между парами парносближенных шпуров В„~2,1Б-НГ5СрУ(1+л>Г1 [35,36—1п(1,43о?/,)1; (4.11)

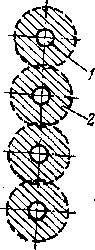
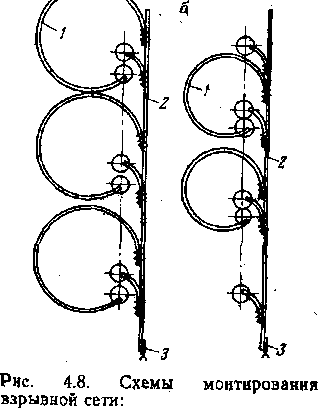


Рис. 4.7. Схема безна­порного увлажнения массива песчаника по линии намеченного рас­кола:

1 — прласть шпура; 2 — зо- на увлажнения



а — паряосближеаных здрядрз с мнкросе- нувдным замедлением: 6 — одиночных н парносбднженных зарядов, размещаеццх в пробуренных по лнннн раскола шпурах: / — петля ДЩ, уста иав днвй ющая вели­чину замедления; 2 — магистральная ли­ния ДШ; 3 — элекгродетонатор

расстояние между одиночными и парноеближенными шпу­рами 4

^п. о — 3 ■ 10“5ср д/(1 у)“1 [19,22—1п (1,38ор^5’\*)1; (4.12)

расстояние между одиночными шпурами

Ио= 1,94-ЮЛ» Л/(1 + ”Г‘ [ 18,93— 1п (1,384<,1)1; (4.13)

время замедления при микрозамедленномвзрывании парио- сблнженньгх шпуров

К. = 12,5 [18,52— 1п (1.38а|Й-5)], (4.14)

где Ор прочность песчаников при растяжении, Па.

Время замедления может устанавливаться петлей ДШ дли- ной р,6 м для песчаников, находящихся под воздействием гигро­скопической влажности любой величины. При этом эффектив­ность Направленного трещинообразовання не ухудшается.

В качестве зарядов ВВ используются две нити ДШ. Ради­альный зазор шпура заполняется водой.

При ухудшении эффективности трещинообразовання, вызы­ваемого воздействием на массив гигроскопической влаги, необ-

176

ходимо осуществлять принудительное увлажнение в сочетании с применением парносближенных зарядов. Принудительное ув­лажнение при этом осуществляется по следующей схеме. После окончания обуривания блоков, с помощью цилиндрической щетки и воды производится очистка и промывка полостей шпу­ров от налипших на их стенки буровой мелочи и штыба. Затем в полости шпуров заливается вода, которая через капилляры проникает в пласт песчаника, увлажняя его по круговым зонам вокруг каждого шпура. Увлажнение осуществляется непрерывно в течение 4—6 ч. Принудительное увлажнение должно начи­наться только за 4—6 ч до начала взрывных работ.

Ведение горных работ при добыче блоков песчаника в усло­виях воздействия гигроскопической влажности и при примене­нии парносближенных зарядов с их микрозамедленным взрыва­нием должно осуществляться в широтном направлении. При этом необходимо учитывать как анизотропию, так и естествен­ную трещиноватость разрабатываемого массива песчаников

1. Паспорта на производство буровзрывных работ

Разрабатываемая порода — гранит ХГ категории крепости.

Высота уступа до 6 м. Высота подуступа колеблется в зави­симости от мощности отделяемых монолитов, которая опреде­ляется наличием горизонтальных или пологих трещин, и дохо­дит до 3 м.

Ширина рабочей бермы на подуступах не менее 4 м.

Бурение шпуров — пневматическое, вертикальное, горизон­тальное.

Отделение монолитов от массива зарядами дымного пороха. Заряд имеет цилиндрическую форму. Диаметр заряда равен диаметру шпура. Отделяемый от массива монолит должен иметь пять свободных поверхностей: боковую фронтальную, лве боко­вых торцевых, поверхность кровли, поверхность подошвы до по­логой или горизонтальной трещины. Шпурь; располагают по линии предполагаемого отрыва монолита от массива. Предель­ное расстояние между шпурами составляет 10—15 диаметров шпура. Число шпуров зависит от длины отделяемого монолита и принятого расстояния между шпурами. Высота порохового на­ряда в каждом шпуре не должна превышать половину его"глу­бины.

Общая масса пороха, требуемого ддя отделения монолита от массива, определяется по формуле

4 = (4.15)

где У — объем отделяемого монолита, м3; <?=0,5-ь0,2 кг/м3 — удельный расход пороха, который зависит от условий залегания отделяемого монолита.

Расчет зарядов, помещаемых в шпур, выполняется в следую­щем порядке:

определяется объем отделяемого монолита, м3;

рассчитывается общая масса заряда для отделения моно­лита;

определяется предельная масса заряда на один шпур из рас­чета вместимости при условии его заполнения не более, чем на половину глубины;

устанавливается расстояние между шпурами вдоль линии от­рыва;

определяется число шпуров вдоль линии отрыва;

рассчитывается фактическая масса заряда в шпуре; %

если фактическая масса заряда больше предельной, умень­шается удельный расход или увеличивается число шпуров вдоль линии отрыва.

Результаты расчета сводятся в таблицу.

Все заряженные шпуры взрывают одновременно при помощи- магистра л ьно го ДШ, который инициируют электродетона тором.. Допускается взрывание одиночных и парносближенных шпуро­вых зарядов огнепроводным шнуром.

Пример расчета зарядов. Требуется отделить от массива монолит размером Ь—7 м, //=1,5 м, В=2 м и объ­емом 21 м3.

Дано: удельный расход пороха ?=0,2 кг/м3; общая масса за­ряда (2=дУ=0,2\*21=4,2 кг; глубина шпуров 1,4 м; допустимая высота заряда 0,7 м; допустимая масса заряда на один шпур> 1,3\*0,7=0,91 кг; расстояние между шпурами вдоль линии от­рыва д=0,5 м; число шпуров вдоль линии отрыва (7 м/0,5 м)— —1 = 13 шт.; число заряжаемых шпуров 13 шт.; фактическая масса заряда в шпуре 4,2/13=0,32 кг.

Применение схемы расположения зарядов через один шпур (через два шпура) целесообразно только в том' случае, если ли­ния отрыва монолита от массива ориентирована в направлении наилучшего раскола.

Отделение монолитов от массива зарядами, направленного действия. Заряд ДШ в шпуре с водой. К противополож­ным узким граням демпфирующей четырехгранной прокладки из древесины прикреплено по две нити детонирующего шпура ДШ-А (ДШ-Б, ДШ-В). Длина прокладки с прикрепленными к ней нитями ДШ равна глубине шпура (рис. 4.9, а). Про­кладку помещают в шпур и ориентируют в направлении линии отрыйа монолита от массива, затем полость шпура заполняют водой. Суммарная линейная плотность заряжания составляет 48—$2 гтЭНа на 1 м шпура. Обе пары нитей ДШ, разделенные демпфирующей прокладкой, инициируют одновременно при по­мощи магистрального детонирующего шнура.

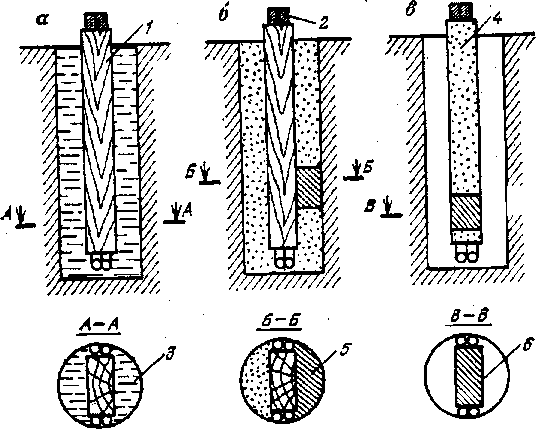
Комбинированный заряд направленногодей^

*%.±в*

Ряс. 4.9. Конструкции зарядов направленного действия и схемы отделения

монолитов от скального массива: ' ж ■ пш \*

-КА<-«бХТТ- ДЫМ^п1ЗЕТ- желобообразная обо^



лочка

ствия. Основное отличие данного заряда от конструкции за- ляйа ДШ в шпуре с водой заключается в следующем, полость шпура вместо воды заполнена забойкой; в нижней части шпура в пространстве между его стенками и демпфирующей проклад­кой размещен заряд дымного пороха (рис. й

Зйряд с разделяюще-прнжимнрй оболочкой В шпур помещают выполненную из гибкого упругого материал пустотелую разделяюще-прижимную ободвад юторая в сеяе-

нии имеет форму, Слизкую к прямоугольной ^

узкие грани разделяюще-прижимной „р"е"™ру

в направлении линии отрыва монолита ^массива. В пазах вы полненных на гранях, размещают по две инти ДШ, а внутри оболочки, в нижней ее части — дымный порох (рис 4Д ).

Расчет расхода взрывчатых материалов, и деляемый от массива монолит должен иметь четыре свободных поверхности: боковую фронтальную, боковую торцевую, п0®еР^' НОСТЬ ПОДОШВЫ ПО ПОЛОГОЙ ИЛИ горизонтальной трещине. Если разрабатываемый массив не содержнт горизонтальных трещин, необходимо путем взрывания в горизонтальных шпурах заря дов, показанных на рис, 4.9, б или в, образовать трещину в

кости расположения шпуров, т. е, навести подошву. Вертикаль­ные шпуры располагают вдоль двух линий отрыва, ориентиро­ванных ортогонально по отношению друг к другу. Предельное расстояние между зарядами, показанных на рис. 4.9, а, состав­ляет 10 8 й (^ — диаметр шпура), между зарядами показан­ных на рис. 4.9, б, в— 15—20 й. Заряды размещают во всех шпурах, кроме углового. Высота демпфирующей (раздел яюще- прижимной) прокладки с прикрепленными к ней нитями ДШ равна глубине шпура. При этом глубина вертикальных шпуров должна быть равна 0,9—1,0 Л (Л — высота отделяемого моно­лита). Высота заряда пороха в конструкциях зарядов, показан­ных на рис. 4.9, вв не должна превышать две трети глубины шпура.

Общая длина детонирующего шнура, необходимая для отде­ления монолита от массива зарядами направленного действия (см, рис. 4.9, а, б, в) определяют по формуле

/е = (4/гН-1) п + и, (416)

где А глубина шпура, м; п — число заряжаемых шпуров (без углового); /м — общая длина магистрального ДШ, м.

Общую массу заряда пороха, требуемую для отделения мо­нолита зарядами, показанными на рис. 4.9, б, в, определяют по формуле (4.15). При этом величину удельного расхода прини­мают в пределах 0,03—0,2 кг/м3.

Принимается следующий порядок расчета зарядов направ­ленного действия:

в соответствии с принятым предельным расстоянием между зарядами определяют число шпуров (без углового) вдоль линий отрыва монолита от массива;

рассчитывают общее количество ДШ, необходимое для фор­мирования зарядов направленного действия (4.16);

для зарядов, показанных на рис. 4.9, б, в рассчитывают об­щую массу заряда пороха по формуле (4.15);

вычисляют предельную массу пороха на один заряд из усло­вия заполнения шпура не более, чем на две трети его глубины (см. рис. 4.9, б, в);-

, определяют фактическую массу дымного пороха в одном шпуре для конструкции зарядов, показанных на рис. 4.9, б или в;

если фактическая масса Дымного пороха в одном шпуре для конструкции зарядов, показанных на рис. 4.9, б или в, больше прС#$м>ной, уменьшают удельный расход или увеличивают число шпуров вдоль линии отрыва.

Результаты расчета сводят в таблицу.

Рдестойнне между угловым шпуром и ближайшими к нему шпураырг не Должно превышать половину расстояния между за­рядами вдоль линии отрыва монолита от массива. После заря­

жания всех шпуров детонирующие шпуры от каждого заряда1 соединяют с магистральным, выполняя петлю при переходе с од­ного направления раскола на другое. Длину петли из магист­рального ДШ определяют по формуле (4.6).

Результаты расчета длины петли из магистрального ДШ для: гранита и скорости распространения упругих колебаний ср= = 5500 м/с приведены ниже.

Расстояние между зарядами на­правленного действия, м 0,4

Длина петли из магистрального ДШ, м. . 1,56

0,5 0,6 0,7 0,81 0,9 1

1,95 2,34 2,73 3,12 3,50 3,89

Магистральный ДШ инициируют электр одетой атор о м~

В связи с тем, что в зарядах, показанных на рис. 4.9, а, дымный порох размещен внутри разделяюще-прижимной оболочки, пол­ностью исключается возможность его просыпания в трещины и\* пустоты в полости шпура. Поэтому допускается повторное раз­мещение и взрывание зарядов, показанных на рис. 4.9, в в вер­тикальных и горизонтальных трещинах достаточной раскрыто- сти с последующим заполнением их забойкой. Применение за­рядов, показанных на рис. 4.9, в, обеспечивает высокую надеж­ность инициирования заряда пороха, расположенного внутри разделяюще-прижнмной оболочки, вне зависимости от степей» влажности стенок шпура.

Пример расчета зарядов направленного деи­ст в и я. Требуется отделить от массива монолит размером 1.= = 12 м, 5=4 м, Н=3 м, и объемом 144 м3. Расстояние между шпурами а=0,6 м. Общее число, шпуров (12/0,6) + (4/0,6) +1 = 28 шт. Числа заряжаемых шпуров 27 шт. Общая длина ДШ, не­обходимая для формирования зарядов, показанных на рис. 4.9Г а, А = 27 (4\*3+1)4-35=386 м. Общая масса заряда пороха <2 = =^У=0,06\* 144 = 8,64, Допустимая масса заряда пороха на один заряд, показанный на рис. 4.9, в, составляет 0,26\*2,0=0,52 кг. Фактическая масса заряда пороха на один заряд 0\*64/27= =0 32 кг.

Применение схемы расположения зарядов направленного действия через один шпур (через два шпура) нецелесообразно. Допускается совместное применение пороховых зарядов и заря­дов направленного действия по схеме черев один заряд. В этом случае принимается для’ пороховых зарядов удельный расход,, равный удвоенному удельному расходу для зарядов направлен­ного действия.

1. МЕХАНИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ КАМНЯ К ВЫЕМКЕ
   1. МЕХАНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ
      1. Буроклнновой и гидроклнновой способы

Механические способы подготовки камня к выемке широко применяются, так как они обеспечивают высокую монолитность породы и сохранение ее декоративных свойств. Высокая твер­дость и крепость таких пород как гранит не позволяет приме­нять способ вырезания блоков из массива, так как этот способ малопроизводителен и дорогостоящий. Поэтому блоки их гра­нита и других пород целесообразнее выкалывать буроклиновым или гидроклиновым способами.

В практике для значительного снижения величины усилий и трудозатрат при отделении блоков от массива проводят допол­нительные горноподготовительные работы, обеспечивающие соз­дание двух, трех и более плоскостей обнажения.

Наиболее экономичным и производительным вариантом до­бычи блоков гранита является добыча их при наличии трех плоскостей обнажения в забое, поэтому данный вариант встре­чается в практике наиболее часто.

Из буроклиновых способов раскалывания камня наиболее часто практикуются раскалывание простыми клиньями, слож­ными клиньями со щечками, длинными зубчатыми клиньями, размещением клиньев ц шпурах круглого сечения, размещением клиньев в шпурах овального сечения, пробуренных специальным инструментом.

Наиболее благоприятное механическое буроклиновое отка­лывание блоков обеспечивается при таком расположении забоя, когда основание откалываемого блока помещается на поверхно­сти пологой трещины I, а одна из боковые или торцевых гра-

блока обнажена. Вторую длинную грань откалывания блока Н^лесообразно располагать параллельно продольным трещинам даИ;торцевую — поперечными (?.

Следует помнить, что при раскалывании гранита вдоль на­правления развития продольных трещин 5 число ударов для раскалывания в 2 раза меньше, чем в перпендикулярном на­правлении к нему, и примерно в 5 раз меньше, чем в направле­нии под&осым углом.

В случаях совпадения плоскости раскалывания камня с на-довательно, снижаются качественные потери»

Количественные потери камня при подготовке его к выемке- буроклиновым способом незначительные. Между тем, несмотря на многие преимущества механических способов, качественные потери иногда достигают значительных размеров. В: данном слу­чае из недр извлекается практически все полезное ископаемое и блоки получаются высокого качества, но добывается блоков гораздо меньше, чем их можно было бы извлечь из массива с учетом его структурного строения. При этом теряется каче­ство сырья вследствие уменьшения фактического выхода блоков из добытого полезного ископаемого; В этом смысле для карь­еров по добыче блочных гранитов целесообразно введение коэф­фициента разубоживания &р, физическая сущность которого со­стоит в характеристике изменения выхода блоков против тео­ретически возможного. Этот коэффициент можно определять из зависимости

правлением его наилучшей делимости, согласующейся с разви- тием продольных трещин 5, неровности скола лицевых поверх­ностей блока имеют минимальные числовые значения, чем ис­ключается дополнительная колочная пассировка блоков, а, сле­

(5'1>

где £к — коэффициент изменения, качества;

к\* = -2Б%/Уп, (5-2>

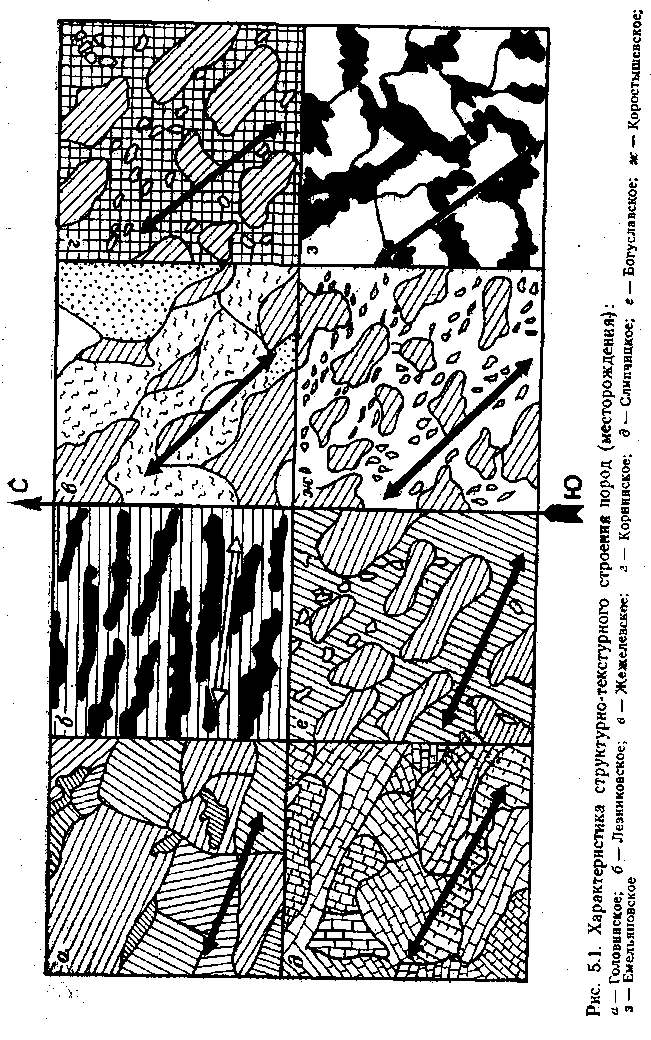
уп\_ объем правильного прямоугольного параллелепипеда, вписанного в структурный блок отдельности породы; 2£к—сум­марный объем добытых с участка кондиционных блоков гра­нита.

Основными причинами разубоживания камня являются от­сутствие на карьерах оптимизации раскроя монолита на блоки,, недостаточное изучение анизотропных свойств камня и произ­водство работ по его раскалыванию без учета оптимальных на­правлений раскола.

Существующая практика добычи блочных гранитов и других сходных с ним пород не располагает соответствующими реко­мендациями по выбору оптимальных направлений раскола камня при подготовке его к выемке и основывается на опыте рабочих. Решению задачи может способствовать изучение взат имосвязи анизотропных свойств пород с их структурно-текстур­ными особенностями, которое обеспечивает также снижение трудозатрат при добыче блоков.

Особенно большое значение такое изучение имеет для пород следующих двух петрографических групп:

группа габбро-базальта (слипчицкий, торчинский, букийскии, гор булевский, слободской габбро-нориты; головинский, каменно­печский; каменнобродский лабрадориты и т. д.);



группа пересыщенных кремнекислотой горных пород (жеже- левский, коростышевский, емельяновский, богуславский, кор НИН\* ский граниты и т. д.).

На рис. 5.1 показана характеристика структурно-текстурного\* строения этих пород с указанием ориентировки минералов отно­сительно направления север — юг; стрелками показаны направ­ления облегченного раскола камня, которые определены много­летними наблюдениями и данными практического опыта на этих карьерах.

Результаты исследований показывают, что в определении на­правлений наилучшей «делимости» камня решающую роль иг­рает анализ ориентированной текстуры, которая для каждого месторождения обусловлена закономерным расположением ми­нералов. 4

При различных видах разрушающих породу нагрузок проис­ходит свое, свойственное, этой нагрузке, разрушение породы.

При раскалывании монолита на блоки буроклиновым и бу­рогидроклиновым способами порода разрушается по требуе­мому направлению напряжениями откола (сдвига). Разрушение породы происходит по плоскостям спайности минералов, а раз­рушение самих минералов столь незначительное, что его не сле­дует учитывать. Именно спайность минералов определяет анизо­тропию раскалывания гранита буроклиновым и бурогидрокли­новым способами; Несмотря на то, что структурно-текстурные характеристики сходных с гранитом пород различные, линии облегченного раскола этих пород имеют близкое азимутальное направление, что обусловлено направлением истечения магмы по всему кристаллическому щиту, к которому приурочено место­рождение. Так, для основных месторождений высокопрочных облицовочных пород, приуроченных к Украинскому кристалли­ческому щиту, значения этих направлений приведены в табл.

1. Для большинства рассматриваемых месторождений эти на­правления приблизительно совпадают с директивным истече­нием магмы и очень близки к основному направлению развития вертикальной продольной трещиноватости массива.

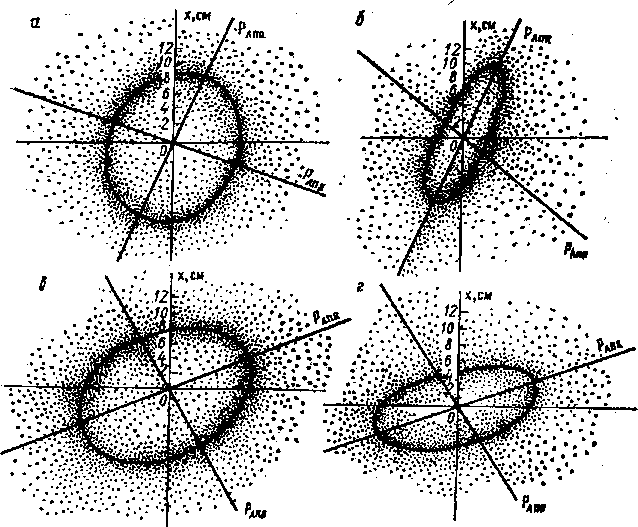
Отклонения направления раскола от анизотропной делимо­сти породы обусловливает увеличение неровностей скола лице­вых поверхностей блока, аппроксимируясь функцией эллипса: (рис. 5.2). Для установления отмеченной зависимости рекомен­дуется производить графоаналитическую Обработку по методу полярных координат результатов измерений неровностей скола: по плоскостям раскалывания с различной азимутальной ориен­тировкой. При обработке за полярную ось следует принимать ось х, за полярный угол — азимут плоскости раскалывания, й за полярный радиус — среднеарифметическое значение неровности скола на 1 м2 в плоскости измерения. Неровности скола целесо­образно измерять путем наложения на поверхность откола йро-

1. Таблица 5.1

О)

Структурно-текстурные характеристики иШед^емш Месторождений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месторождение,  Порода | Минералогические состав породы (%) | Структура | Текстура | X арактераые особенности текстуры | Средней  азимут  линий  облег­  ченного  раскола,  градус |
| Сдипчицкое,  габбро-норит | Плагиоклаз (64,0), пироксен (24), оливин (9), бибтит (0,4), титаномагнетит (1), акцессор­ные минералы (1) | Габбровая | Массивная иногда по­лосчатая | Полосчатость связана с пер­вичным расслоением в про­цессе кристаллизации магмы | 117 |
| Корнинское,  гранит | Плагиоклаз (40), титаномаг­нетит (0,5), кварц (20), микро­клин (23), акцессорные ми­нералы 1,5, биотит 15 | Гранитовая,  порфиро-  видная | Массивная | Зерна плагиоклаза имеют вы­тянутую форму | 152 |
| ЛеЗниковское,  гранит | Плагиоклаз (55), биотит (5), кварц (25), микрокл ни (10), акцессорные Минералы (5) | Гранитовая | Массивная  трахитоидная | В большом зерне микроклина' проходят взаимно параллель­ные длинные массы альбита ориентированные по одним плоскостям двойникования микроклнна | 108 |
| Богуславское,  гранит | Плагиоклаз (35), титаномаг­нетит (4,5), кварц (25), микро­клин (35), акцессорные ми­нералы (0,5) | Гранитовая  порфиро-  видная | Массивная  равномерно  зернистая | Зерна плагиоклаза имеют удлиненную форму | 116 |
| Головинское, ' лабрадорит | Плагиоклаз ($5), пироксен (28), оливин (5), биотит (0,5), титаномагнетит (0,5), акцес­сорные минералы (1) | Метасомати-  ческая | Массивная | Зерна плагиоклаза и пироксе­на имеют удлиненную форму | 109 |
| Коростышев- ское, гранит | Плагиоклаз (35), биотит (5), кварц (27), микроклин (32), акцессорные минералы (1) | Гранитовая  порфиро­  видная | Массивная иногда по­лосчатая | Полосчатость текстуры : обу­словлена параллельной ориен­тировкой биотита и частично зерен полевых шпатов | 130 |
| Емельянов- ское, гранит | Плагиоклаз (32), титаномаг­нетит (2), биотит (8), кварц (27), микроклин (30), акцес­сорные минералы (1) | Гранитовая  порфиро­  видная | Массивная  равномерно-  зернистая | Чешуйки биотита ориентиро­ваны в двух взаимно перпейт дикулярных направлениях | L44 |
| Жежелевское,  гранит | Плагиоклаз (36), кордиерит (13), кварц (28), микроклин (13), гранат (8), акцессорные минералы (2) | Гранитовая кумулобласто- вая (кордиери- товая) | Массивная - равномерно- ,зернистая пятнистая | Овальные зерна кордиерита . развиваются за счет биотита, кордиерируют и сведают его | : 135 |
| ОО  Ч |  |  |  |  | ■ '' |



ІРис. 5.2. Графики изменения неровностей скола по азимутам для Головин­ского {а), Коростышевского (б), Коркинского (в) и Жежелевского (г) ме­сторождений:

^АГКЭ и ^АП5 полюсы азимутов простирания трещин отдельностей соответственно; 'О н 5 — точки на графиках — данные многолетних наблюдений

зрачного листового оргстекла толщиной 5 мм с нанесенной на него измерительной ячейкой 10X10 см. Измерения можно осу­ществлять также по методу измерения просвета под линейкой, приложенной к вертикальной плоскости забоя через 10 см.

За критерий качества лицевых поверхностей скола должна 'быть принята шероховатость, как средняя величина высот не­ровностей на поверхности откола, определяемая из выражения

(

2л—1 2й ч

и5|-||3|Г (5.3)

где 2п — 1 — число измерений впадин; 2п — число измерений выступов; п — число высот неровностей.

Неровность скола определяется по формуле

^\*=р!(^Ч"$2 + 5з+ • - • + Ф)/£, (5.4)

где , 5, — результаты измерений неровностей; £ —

число измерений.

Сжатие эллипса зависит от структуры гранита и характери­зуется для коростышевских' мелкозернистых гранитов соотно­шением 1 : 1,5, для среднезернистых гранитов типа жежелевских 1: 1,9, а для крупнозернистых корнинских порфировидных гра­нитов и головинских лабрадоритов, соответственно, 1 : 3,5 И 1:6. Таким образом, с увеличением крупности и изометричности кри-" сталлов эллипс приближается к окружности. Неровности скола на 1 м2 по эллиптической кривой колеблются для коростышев- ских гранитов от 3,5 до 10,5 см, для жежелевских гранитов от 4,8 до 10 см, для головинских лабрадоритов и корнинских гра­нитов, соответственно от 8 до 9,6 см и от 8 до 11,2 см.

Неровности скола лицевых поверхностей блоков при выкалы­вании их буроклиновьш и бурогидроклиновым способами обус­ловливаются следующими факторами:

расположением плоскости раскола относительно направле­ния анизотропного плоскостного деления камня;

динамическим пределом прочности камня на откол; высотой раскалывания монолита;

удельной величиной ослабления плоскости раскалывания шпурами перфораторного бурения, которую можно определять по формуле

иПб = я1180Т, (5.5)

где г — суммарная длина шпуров, пробуренных в плоскости раскола, м; & — диаметр шпура, м; $от— площадь, откодд, м2. Значение г рекомендуется определять, из зависимости

г = МЛАв/а, (5.6)

где М — суммарная длина линий откола, м; Л —глубина буре­ния, м; &н=\*0,9 — коэффициент неравномерности обуривания, а — шаг бурения ослабляющих шпуров, м.

Высота раскалывания монолитов зависим от расстояний между первично-пластовыми трещинами и для большинства карьеров не превышает 3—4 м, что позволяет современными техническими средствами бурить ослабляющие шпуры на всю мощность раскалываемого монолита.

Близким к буроклнновому способу подготовки камня к вы­емке является бурогидроклиновой, все шире внедряющийся в практику добычи блочного камня. Гидравлический клин нет значительно разрушает камень в зоне контакта и совершенно безопасен в применении.

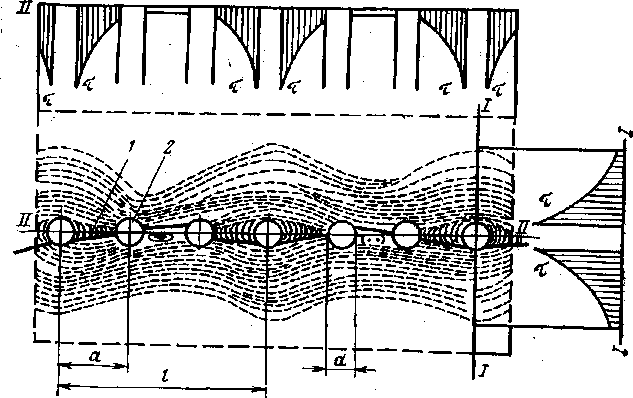
Управление качеством гранитных блоков, добываемых в карьерах с помощью гидроклиньев, и повышение эффективно­сти горных разработок возмрдда на основе учета характера

концентрации и максимальных значений разрушающих напря­жений, определения рационального шага установки гидро­клиньев и оптимальной площади откола на один клин, а также учета предела прочности породы при отколе.

*ж*

Рис, 5.3, Схеме распространения напряжений в массиве камня от действия закладных гидроклиньев:

1 — ЛИНИЯ раскола камня; 2 — шпур без гндровлина; т — касательные напряжения



Сопротивление изверженных пород отколу в несколько раз меньше сопротивления сжатию и растяжению. Вместе с тем, до­статочно высокие значения пределов прочности гранитов на от­кол дают основание предполагать, что закладной клин одновре­менно откалывает не всю поверхность, подлежащую отколу за один цикл его работы, а лишь ближе—лежащую к шпуру часть ее — зону, где концентрация напряжений стала критической, как показано на рис. 5.3.

Неровности скола лицевых поверхностей блока и производи­тельность работ по их выколке зависят от следующих парамет­ров: площади откола на один клин Зо; шага установки гидро- клиньев /ш: анизотропных свойств и динамического предела прочности камня на откол; удельной величины ослабления плос­кости- раскалывания шпурами перфораторного бурения Ь н их размещением в плоскости раскола.

. Площадь откола на один закладной клин играет главную роль % решении задачи. Она зависит от давления в системе р, от значений /щ и и, а также от предела прочности гранита при растяжении Ор. Зависимость по определению площади откола наодин закладной клин, установленная экспериментальным путем, имеет вид



где &а — коэффициент, учитывающий анизотропные свойства по­воды (для изверженных пород составляет 0,2—1,0),

Расчеты показывают, что при расколе камня по направле­нию наилучшей делимости . йа—1, а по направлению я/2, Зя/2 для лабрадорита £а—0,6, габбро-норита А\*=0,2, гранита ка—0,4.

Площадь откола на один закладной гидроклин для гранитов достигает своего максимального значения 1,4—1,6 м2.

Однако практика свидетельствует, что несмотря на вышеска­занное преимущества раскалывания камня гидроклиновыми ус­тановками имеют место значительные потери-отходы гранита по причине так называемого «сноса раскола», который требует обо­снования предельной высоты раскалываемого монолита.

Предельная высота зависит от структуры камня, его анизо­тропных свойств, удельной величины ослабления плоскости рас­калывания шпурами перфораторного "бурения и их размещения к плоскости раскола.

Установлено, что частота диагонального скола, как видно т рис. 5.4, прямо пропорционально возрастает с увеличением высоты раскалываемых монолитов по прямолинейным функ­циям. Для отдельных^ месторождений уравнения этих зависимо­стей записываются в виде, %:

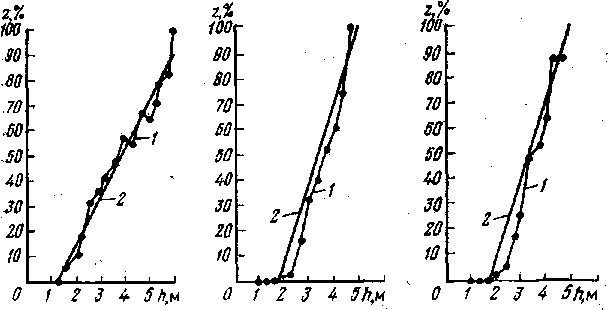


Рис. 5.4. Зависимость частоты диагонального скола камня г от высоты рас­калываемого монолита /г. 1

«а Корнннский гранит; б—ГоловнвскиЙ лабрадорит; в — Слнпчицкий габбро-норит,;

1 — данные промышленных измерений; 2 — расчетные данные

корнинский гранат 2=— 21,9б+19,14 Л; головинский лабрадорит 59,45+31,95 К слипчидкий габбро-норит г=—58,31+31,73 Н.

Предельно допустимые значения высоты раскалывания по­роды буроклиновым и бурогидроклиновым способами, при кото­ром обеспечивается полное отсутствие диагональных сколов камня, составляет: для крупнозернистых изоморфных пород (ла- брадоритов, порфировидных гранитов, гранитов рапакиви и дру­гих сходных с ним пород) — 1,4—1,8 м; для среднезернистых из­верженных пород—1,6—2,0 м; для мелкозернистых пород — 1,8—2,4 м.

Следует отметить, что при раскалывании монолитов гиДро- клиньями должно соблюдаться соотношение длины закладного клийа к высоте раскалываемого монолита 1 : 3—1 :4.

1. Канатное пиление

При подготовке блоков к выемке из пород средней прочно­сти наиболее часто применяется канатное пиление. Рабочим ор­ганом канатной пилы Является стальной канат диаметром 3,5— 6 мм, состоящий из двух или трех жил диаметром 1,2—1,5 мм. Длина каната порядка 2—3 км. Пиление осуществляется вслед­ствие абразивного действия кварцевого песка, подаваемого вместе с водой на место контакта с породой, или вследствие аб­разивного действия на камень специальных шайб, армирован­ных алмазами и прикрепленных к канату.

Канатная пила включает приводную станцию, состоящую из системы шкивов, направляющих шкивов и пильных стоек, на­тяжного устройства и пильного каната. Приводная станция обеспечивает движение каната со скоростью 7—12 м/с.

Направляющие шкивы имеют три фиксирующих сочленения и могут располагаться в любой плоскости. Они предназначены для подачи каната в забой. Пильные стойки конструктивно пред­ставляют собой два сварные изделия из труб и имеют два шкива — верхний и нижний, которые могут перемещаться по стойке сверху вниз. Канат принимается на верхний шкив и на­правляется на нижний, с которого он и пропиливает массив. На­тяжение каната осуществляется специальным натяжным устрой­ством. Производительность пиления по мрамору и сходным с ним породам составляет 1,0—1,4 м2/ч, расход каната — 6—8 м на 1 м2 пропила, воды — 100 Л/ч, кварцевого песка — 25— 35 кг/ч.

Для пиления мягких облицовочных пород и частично пород средней твердости могут использоваться канаты, армированные твердосплавными металлом или алмазам«. При такой техноло­гии пиления производительность пилы увеличивается в 2—3 раза. Поскольку для охлаждения канала необходимо постоянно

подавать воду, пиление камня в зимний сезон при отрицатель­ных температурах не практикуется.

Большие размеры и правильная форма выпиливаемых бло­ков, высокая производительность пиления, малая ширина про­лила и простота конструкции самой пилы составляют преиму­щества этого способа. Однако производительность работы ка­натной пилы существенным образом снижается с повышением трещиноватости массива и при наличии в породе высокопроч­ных включений. На карьерах Советского Союза работают ка­натные пилы моделей КР-528 и «Пеллегрини» (Италия). Хо­рошо отработана технология канатного пиления на Кибик-Кор- до нс ком и Садахлинском карьерах по добыче мрамора. В ряде зарубежных стран {Италия, Испания, США, Португалия) под­готовка мрамора и известняка к выемке с помощью канатной пилы является превалирующей.

1. Ударно-врубовые машины

В зарубежной практике (США, Испания, Франция, Канада) при добыче блоков из облицовочных пород прочностью до 140 МПа широко применяют ударно-врубовые машины (ченне- леры), у которых рабочим органом является комплект долотьев V и ^-образной формы, которым сообщается возвратно-поступа­тельное движение большой частоты. Долотья наносят удары по горной породе, разрушают ее и образуют щель шириной 50— 60 мм и глубиной до 6 м. Ченнелеры перемещаются по рельсам, проложенным вдоль направления вырубаемой щели и могут про­изводить вертикальные, наклонные и горизонтальные врубы. Наиболее распространенная технология предусматривает прове­дение вертикальных или наклонных врубов во взаимно перпен­дикулярных плоскостях, а отбойку нарезанных ченнелерами блоков в горизонтальной плоскости осуществляют гндр ОКЛИ но­вым (реже буроклиновым) способом, подготавливая к выемке всю отрабатываемую пачку. Производительность ченнелеров от­носительно высокая -г- 5—8 м2 в смену. Они хорошо себя заре­комендовали при обработке монолитных массивов йрочного мра­мора и позволяют получать блоки требуемых размеров. Однако из-за большой энергии единичного удара имеют место наруше­ния монолитности породы. Ширина вруба значительно превы­шает щель канатного пиления, что обусловливает более высокие как количественные, так и качественные потери. Ударно-вру­бовые машины отличаются сравнительно небольшой энергоем­костью разрушения породы.

7 Заказ № 379

Для подготовки к выемке мягких облицовочных пород проч­ностью до 20 МПа часто применяются камнерезные машины с баровыми режущими органами, представляющими собой плос­кую удлиненную конструкцию с соотношением длины к ширине 1 . 6, по периметру которой скользит цепь с твердосплавными зубцами. Использование длины рабочего органа составляет 85—90:%'

Типичными машинами подобного рода являются камнерез­ные машины КМАЗ-188 и КЦБ-ЗА. Длина бара около 1 м. Про­изводительность резания камня прочностью до 10 МПа баро- вой машиной составляет порядка 30 м2/ч при ширине пропила 30—40 мм.

Опытно-промышленные работы по испытанию и внедрению баровых машин на Коелгинском мраморном карьере показали высокую сменную производительность и низкую стоимость под­готовки камня к выемке. К преимуществам этих машин можно отнести малые размеры и массу, а также большую маневрен­ность в забое, а недостатком является быстрый износ рабочего органа, который, как правило, не служит более 40 смен.

Камнерезные машины с кольцевыми фрезами могут исполь­зоваться для добычи малогабаритных блоков облицовочного камня из пород с пределом прочности на сжатие до 40 МПа. Характерными машинами из этой серии являются СМ-580А, СМ-177А, СМ-428, обеспечивающие глубину пропила до 1030 мм с использованием рабочего органа по диаметру до 75 %. Для выпиливания блоков из мрамора и вЫсокометаморфизирован- ного известняка используются машины СМ-177А, эксплуатаци­онная производительность которых составляет до 20 м2 пропила в смену. Для подрезки мрамора при планировке кровли пласта используется камнерезная машина с кольцевой фрезой СМ-428. Достоинством этих машин является высокая производительность при резании прочного мрамора, правильная форма блока, ми­нимальные неровности их боковых граней и достаточно высокий (до 70 %) уровень механизации подготовки пород к выемке.

Однако они плохо работают в трещинова.тых^массивах, сни­жая выход блоков и обусловливая большие потери мрамора из-за ширины пропила в 34—36 мм. К тому же выпиливаемые блоки имеют ограниченные размеры по ширине и высоте.

1. Вращательное, шарошечное, вибрационное и ударно-вращательное бурение

Сущность способов состоит в том, что по контуру отделяе­мого блока на всю его глубину бурят ряд шпуров или скважин вплотную друг к другу, вследствие чего образуется щель. Пере-

мычки, если они образуются, также разбуривают. Таким же спо-. собом выбуривают заготовки для изготовления гранитных ва­лов; в данном случае обуривание выполняют по заранее наме-, ценной в плане на граните окружности.

Проходка щелей может осуществляться буровыми станками, работающими на принципах вращательного, шарошечного, виб­рационного и ударно-вращательного бурения.

Вращательное бурение может осуществляться станками ал­мазного и дробового бурения, а также электросверлами. Буре­ние осложняется большим числом спуско-подъемных операций, связанных с удалением шлама, и практикуется для выбурива­ния щелей крайне редко.

Более производительным является выбуривание щелей стан­ками шарошечного бурения, которое осуществляется долотами, имеющими в качестве разрушающего органа конусообразные шарошки, армированные твердосплавным материалом. При вра­щении долота шарошки своими зубьями наносят удары по за­бою скважины, а отколовшиеся в забое частицы породы транс­портируются из забоя сжатым воздухом или водовоздушной смесью В основном шарошечное выбуривание щелей осущест­вляется станками 2СБШ-200Н, СБШ-250МН, СБШ-250К и прак­тикуется для получения круглых заготовок с целью изготовле­ния гранитных валов, вальцов, подов. При этом способе проис­ходят наибольшие потери делового камня.

Наиболее практичным является выбуривание щелей стан­ками вибрационного и ударно-вращательного бурения, и, прежде всего, станками с погружными пневмоударниками типа СБМК- 5, СБУ-125, ПР-31, Удел-61. Применяются и другие аналогич­ные станки, а также установки перфораторного бурения.

Практика создания врубовых щелей буровыми станками и перфораторами показывает, что этот способ с точки зрения сни­жения потерь является эффективным, но трудоемким. При этом способе подготовки камня к выемке количественные потери со­ставляют ту часть гранита, которая теряется в йроцессе выбури­вания щели. Качественные потери представляют собой в данном случае часть камня, разубоженную (испорченную) отверстиями (так называемая «гребешковая зона») и неровностями скола лицевых поверхностей. Если количественные потери от бурения снижаются с уменьшением диаметра шпура (скважины), то объем разубоженного шпурами камня увеличивается, что объ­ясняется более вероятным отклонением бура (штанги) от за­данной плоскости бурения из-за большого сопротивления пород бурению и неточностью установки бура (штанги) в заданной плоскости. Отклонение бура (штанги) от заданного направле­ния не только обусловливает разубоживание камня, но также Лю позволяет получить сплошную щель, что впоследствии приводит к необходимости дополнительного раскалывания неразбуренных

участков, а, следовательно, к качественным потерям на неров­ности скола. р

Абсолютное значение отклонения бура от заданной плоско­сти на 1 м бурения

А> — 0,5сГсж/^, (5 8)

где Л — диаметр бура (штанги), мм.

Обоснование оптимальности диаметра скважины (шпура) должно осуществляться на основе минимизации количественных и качественных потерь камня, трудозатрат и стоимостных пока­зателей бурения. Для условий бурения щелей в гранитах и сход­ных с ним породах оптимальное значение диаметра скважины составляет 95—105 мм. Помимо выбора оптимального значения диаметра скважин, необходимо также соблюдение при бурении жесткого фиксирования самого станка в заданной плоскости, для чего следует изготовлять специальные направляющие рамы, либо создавать агрегаты по проходке щелей, рабочим органом которых являются станки пневматического ударно-вращатель­ного бурения и устройство для обеспечения их возвратно-посту­пательного движения на разбуриваемом блоке.

5.1.в. Дисковые пилы

В карьерах по добыче мягких облицовочных пород подго­товка камня к выемке может осуществляться с помощью дис­ковых пил, режущим органом у которых являются отрезные круги, армированные твердосплавными резцами Или алмазной Дисковьши пилами оснащены камнерезные машины СМ-89А, СМ-826, СМ-543, СМ-518, НКМ-2, НКМ-4^. КГМ-2, КМ-6, КМ-3 А и другие. Этому способу характерны минималь­ные количественные потерр камня, так как ему свойственна вы­сокая концентрация разрушающих усилий в узкой полосе рас­пила шириной 50—60 мм.

Максимальную глубину пропила при этой технологии подго­товки камня к выемке к с целью избежания трения фланца о ка­мень рекомендуется принимать равной 0,4 Дд, где — диаметр диска. Твердосплавные резцы на отрезном круге дисковой пилы могут располагаться в одну-пять линий.

Использование в качестве режущего инструмента алмазных отрезных кругов вместо армированных твердосплавным инстру­ментом повышает производительность камнерезных машин в 2,5 раза. Недостатком дисковых пил является малый коэффициент использования диаметра диска. Дисковые машины применяют при резании камня, прочность на сжатие которого составляет до 25 МПа. Преимущество машин с дисковыми пилами состоит в обеспечении пропила минимальной ширины, простоте кон­струкций машин и надежности их эксплуатации.

В зарубежной горной практике Бельгии, “Франции эффек­тивно работают камнерезные машины «Дельфин» с отрезными кругами диаметром 2,5 и 3 м, армированными алмазными сег­ментами. Эти машины могут успешно работать в карьерах по добыче облицовочных пород прочных, средней прочности и мяг­ких. Следует учитывать, что применение таких машин требует большого количества воды для охлаждения диска.

1. Отрыв камня винтовыми подъемными устройствами

Подготовку крупных блоков к выемке из массива можно осу­ществлять при помощи винтовых подъемных устройств. Исполь­зование подъемных винтовых устройств позволяет производить подготовку к выемке и саму выемку блоков по плоскостям тре­щин отдельностей. В этом случае фронт горных работ должен располагаться по линиям простирания и перемещаться по вос­станию главных систем трещин массива.

Винтовые подъемные устройства состоят из корпуса и рас­положенного внутри его на упорной резьбе штока. Для отрыва блока от массива в монолите бурят скважину глубиной дб бли­жайшей пластовой трещины, в которую устанавливается винто­вое подъемное устройство.

При помощи специальных эластомеров № зажимов корпус устройства расклинивается в скважине, а вращением штока соз­дается подъемное усилие и производится отрыв блока от мас­сива. Выемка отколотого блока осуществляется общепринятыми способами с помощью-подъемных кранов или тяговых лебедок. Подъемные винтовые устройства могут изменяться по длине путем наращивания ставов.

Недостатком способа является то обстоятельство, что посре­дине отколотого блока остается отверстие (скважина). Способ может применяться только при отработке участков, характери­зующихся наличием пластовой (пологой) трёщйны. Сами уст­ройства являются маломобильными и тяжелыми, что сдержи­вает их практическое применение. С увеличением диаметра скважин повышается подъемное усилие винтовых подъемных устройств. Такие устройства могут успешно работать в карьерах по добыче прочных и средней прочности облицовочных пород. Буровые скважины для установки в них подъемных винтрвых устройств желательно располагать так, чтобы они впоследствии оказались на линиях раскроя монолитов на кондиционные блоки.

1. Резание камня термогазоструиными и плазменными горелками

Наибольшее распространение в подготовке блочных пород к выемке из физико-технических способов в отечественной и за­рубежной практике получило резание камня прямоточными и пульсирующими термореактивными горелками, обеспечиваю­щими направленное разрушение породы высокотемпературной и высокоскоростной газовой струей.

В настоящее время на отечественных карьерах промышленно работают или экспериментально апробируются термогазоструй­ные, термогазодинамические, термомеханические и плазменные горелки.

Внедрение в карьерную технологию добычи блоков термога­зоструйного способа подготовки камня к выемке позволило:

уменьшить тяжелые и трудоемкие ручные работы по очистке забоев при проходке разрезных и фланговых траншей буро­взрывным способом;

повысить качество блоков и уменьшить потери камня при переработке его на продукцию;

упорядочить системы разработки месторождений и повысить культуру производства на карьерах блочного камня;

увеличить выход блоков из добытого полезного ископае­мого.

Механизм термического разрушения горных пород при их резании носит характер потери устойчивости поверхностного слоя в том случае, когда его температура достигает темпера­туры разрушения.

Глубина прорезания щели термическим способом зависит от термодинамических параметров теплоносителя, геометрии его распределения по забою, свойств породы и скорости движения термоинструмента вдоль щели.

Т а б л и ц а 5.2

Характеристики прямоточных и пульсирующих термогазоструйиых горелок

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Технические характеристики | Марки | | | |
| БВР-60 | ТВР-28/40-2 | ТВР-1-65Р |  |
| Давление подачи, МПа: |  |  |  |  |
| воздуха | 0,5—0,7 | 0,5—0,7 | 0,4—0,6 |  |
| горючего | 0(&ч\*и-0^7 | 0,5—0,7 | 0,4—0,6 |  |
| Расхбд воздуха, м8/мин | 5—7 | 2,0—2,5 | 5—7 |  |
| Расход горючего, л/ч | 12—18 | 6—12 | 15—20 |  |
| Производительность реза щели, м2/ч | 0,4—0,5 | 0,6—0,7 | 0,6—0,9 |  |

Производительность огнеструйного резания камня находится в зависимости от таких факторов, как содержание в породе тем­ноцветных минералов, коэффициента равномерности распреде­ления минералов, .предела прочности породы при сжатии, про­фессионального мастерства оператора, конструктивных и ре­жимных параметров терморезаков, к которым прежде всего следует отнести внутрикамерное давление, скорости истечения газовой струи и величины удаления сопла камеры от поверх­ности разрезаемого камня.

Сопоставление характеристик термогазоструйных и термога­зодинамических горелок отечественного производства приве­дены в табл. 5.2.

Поскольку разрушение породы происходит в основном по межзерновому пространству, то с увеличением размеров мине­ральных зерен эффективность термического резания и поверх­ностной обработки горных пород возрастает. Этот вывод под­тверждается практикой и экспериментальными исследованиями. В этой связи оценку эффективности термического резания пород целесообразно проводить дифференцированно для трех групп горных пород: крупнозернистых, среднезернистых и мелкозерни­стых. В качестве критерия оценки эффективности резания могут быть приняты объемная скорость (разрушения или линейная ско­рость резания.

Объемная скорость разрушения породы у0 зависит от рас­ходных характеристик и критического сечения сопла применяе­мого термоинструмента и может быть выражена эксперимен­тальной зависимостью



где 5кр — критическое сечение сопла, мм; £ и С —коэффици­енты, зависящие от крупности зерен, слагающих породу; С?т — суммарный расход топлива.

терморезаков

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ТВР-2-65М | ПуБРГ-1 | ПуВРГ-2 | ТРБ-К2 | ТР-14/25-5М |
|  | 0,4—0,6 | 0,5—0,7 | 0,5—0,7 | 0,6—0,8 | 1,3—.1,5 |
|  | 0,4—0,6 | 0,5—0,7 | 0,5—0,7 | 0,6—0,8 | 1,3—1,5 |
|  | 7—10 | 5—7 | 7—9 | 4—5 | 0,1&—0,3 |
|  | 20—30 | 15—25 | 25—30 | 12—15 | 10—12 |
|  | 0,8—1,2 | 0,7—1,0 | 0,8—1,4 | 0,4—0,5 | 0,8—1,2 |

Коэффициенты к и С при использовании кислороднокеросиновой (числитель) и бензовоздушной (знаменатель) горелок

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | (по А. П. Дмитриеву) |  |
| Коэффициент | £ | £ |
| Крупнозернистый гранит | 0,610/0,0515 | 0,742/0,0348 |
| Среднезернистый гранит | 0 447/0 032 | м |
| Мелкозернистый гранит | 0,306/0,0236' |

Производительность прорезаиия щелей, себестоимость 1 реза щели и удельная площадь резания, приходящаяся на 1 м добываемых блоков для одной и той же породы, зависят от удельной трещиноватости камня. Производительность прореза­иия щелей в монолитных массивах в несколько раз больше, чем в трещиноватых. Это объясняется тем, что трещины заполнены различными цементирующими породами, слабо поддающимися термическому разрушению и снижающими производительность резания, а также утечкой газовой струи в трещиноватых зонах. В отдельных случаях в контактных с трещинами зонах порода затронута выветриванием и плохо поддается термическому реза­нию, так как она только интенсивно прогревается на значитель­ную глубину от смываемой газами поверхности, а ее разруше­ние путем хрупкого шелушения отсутствует.

Площадная производительность резания гранита ЯР увели­чивается с уменьшением удельной площадной трещиноватости итР аппроксимируюсь параболической функцией вида

Лр = 0,7065 - 3,3235[/Тр+4,1787£/Тр. (5.10)

Ширина термощели изменяется в сторону увеличения с воз­растанием удельной площадной трещиноватости итР (в диапа­зоне 0—0,3 м/м ) в виде полинома

6 =8,71 +32,61 г/тр- 55,36£/|р. (5.11)

Термическое резание щелей, обеспечивающее минимальные потери камня и максимальную производительность проходки щели, является наиболее эффективным при отработке участков, удельная площадная трещиноватость которых не .превышает 0,15 м/м .

Объем вырезаемых из массива монолитов должен отвечать условиям обеспечения: максимального выхода блока из^ разде­лываемого монолита; минимальной площади реза на 1 м ^добы- ваемых блоков; минимальной себестоимости выколки 1 м бло­ков; максимального коэффициента извлечения блоков из разра­батываемого забоя.

Рациональная область допустимых объемов вырезаемых тер- могазоетруйным способом монолитов находится в интервале 40-130 м .

Большое влияние на производительность газоструйных горе-

лок оказывает расстояние от сопла до поверхности, рациональ­ное значение которого находится в пределах 60—100 мм. Опти­мальная глубина прорезаемой щели составляет 4 м.

Сущность резания камня плазменными горелками состоит в том, что для разрушения пород используется действие веще-' ства в плазменном состоянии в виде ионизированных высокотем­пературных потоков, создаваемых плазмотронной установкой. Температура ионизированного газа может достигать 10 000 — 15000 °С.

5.2.2. Разрушение камня струей воды высокого давления

Водоструйный метод резания камня до настоящего времени широкого применения не нашел. Промышленно испытывались и совершенствуются установки для резания камня с помощью струй воды при высоком давлении в Чехословакии, США, Фран­ции и других странах.

Американской фирмой «Ассошиейшн оф Элбертон гранитие- зес» еще в 1978 г. на гранитных карьерах штата Джорджия про­ведены испытания установок для резания гранита с помощью струй при высоком давлении, в которых две тонкие струи воды направлялись на гранитный монолит под давлением 98,5 — 126,5 МПа, а в Другой модификации такой установки вода по­давалась под давлением 280 МПа. В обоих случаях водной струе придавалось вращение с очень большой скоростью, при­водящее к расщеплению кристаллической структуры граната.

Установками была достигнута скорость резания 1,5—2,0 м /ч. Подача воды к таким установкам осуществляется компрессо­рами, установленными на гусеничных платформах. Наиболее це­лесообразно применение таких установок для резания верти­кальных щелей. По сравнению с термогазоструйными горелками водоструйные установки производят гораздо меньше шума, при их применении практически устраняется пылевыделение, а вода может использоваться в замкнутом цикле. Существенным пре­имуществом водоструйного метода является более высокая ско­рость резания камня, чем термогазоструйными горелками, и меньшая ширина реза, что способствует снижению потерь при добыче. Для достижения максимальных давлений струи воды на породу следует увеличивать скорость струи или вводить в воду твердые добавки.

В целях повышения интенсификации процесса разрушения камня целесообразнее использовать высоконапорные пульси­рующие водяные струи ^давлением свыше 100 МПа с частотой пульсации до 3000 мин .

Применение способа связано со сложностью создания и экс­плуатации насосов высокого давления, большими расходами энергии и воды.

1. Направленный раскол породы электротехническими способами

Из электротехнических наибольшую перспективность имеет электродинамический способ, сущность которого заключается в том, что разрушение породы производится энергией электри­ческого импульса, получаемого от конденсаторных батарей. Как показывают результаты отечественных и зарубежных исследова­нии, электроимпульсные установки, работающие на принципе искрового разряда в жидкости, оказались слабожизненными по сравнению с электроимпульсными установками, В этих установ­ках электрогидравлический эффект получают взрывом провод­ников в жидкости, что достигается разрядом электрической энергии через Проволочную перемычку между положительными и отрицательными электродами, расположенными в технологи­ческом узле. Основная задача процесса электрического взрыва­ния состоит в том, чтобы подвести к проволоке возможно боль­шее количество энергии в возможно более короткий промежуток времени, причем такого количества энергии, которое в не­сколько раз превышало бы энергию, необходимую для испаре­ния металла. Для этого блок конденсаторов емкостью в не- СК<?ппп° ТЫС0ЯЧ микрофарад заряжают до напряжения, близкого к 1000 кв. Замыкание цепи может осуществляться через меха­нические разрядники или другое коммутирующее устройство типа импульсного выключателя, такого, как игнитрон, время срабатывания которого составляет всего лишь несколько ноно- секунд (10 9 с), или через который можно пропустить ток в не­сколько тысяч ампер, достаточный для взрыва проволоки. Элек­трический взрыв проволоки интерпретируется следующим обра­зом. в результате , замыкания разрядного контура происходит у резкое возрастание тока, носящее нелинейный характер из-за изменения величины сопротивления проволочки и индуктивно­сти, обусловленных нагревом и расширением проволочки. Про­волочка нагревается, плавится, доходит до температуры кипе­ния, но не кипит, так как в жидком металле (проволочке) отсутствует центр кипения. Жидкий металл, продолжая пере­греваться и расширяться, переходит в газообразное состояние, после чего наступает период мгновенного испарения. Перегре­тый газообразный металл обладает большим сопротивлением, в нем почти полностью исчезает проводимость, падение же ин­дуктивного напряжения становится весьма большим и прово­лочка взрывается. Ударная волна от взрыва проволочки через жидкость (воду) воздействует на окружающую среду, выполняя механическую работу. Параметрами и характером ударной волны можно управлять, так как параметры ударной волны зависят от геометрических размеров взрывающейся проволочки и параметров цепи, а характер ударной волны можно регули­

ровать изменением формы проволочки, при этом волну можно получить цилиндрическую, эллиптическую, плоскую. Наиболь­ший интерес в этом плане представляет электроимпульсная установка «Базальт» Института электродинамики АН УССР, основанная на электрогидравлической технологии разрушения

горных пород. '

Перспективным, применительно к карьерам по добыче бло­ков облицовочных камней, следует считать высокочастотный контактный электротермический способ, реализованный уста­новке «Электра» ИГД им. А. А. Скочинского, базирующийся на электротермическом разрушении пород током промышленной частоты с использованием установки УРН-400. Сущность заклю­чается в следующем: на поверхность породы в нужных направ­лениях раскола наносят тонкие полосы токопроводящего мате­риала или бурят шпуры малого диаметра, в которые устанавли­вают электроды, к которым подводят напряжение 15 кВ, часто­той 5,28 кГц. Эксперименты подтверждают, что при мелкошпу­ровом методе на раскол блока площадью 0,8 м2 затрачивается

1. мин при энергоемкости процесса 3,6 квт-ч/м2.

При этом способе происходит нагрев тех минералов, которые могут поглощать электромагнитную энергию. Способ обуслов­ливает большой расход электроэнергии, "что сдерживает его практическое применение. Определенный интерес представляют электротермические способы разрушения, формирование рабо­чего раскалывающего органа. Электротермические способы ос­нованы на инфракрасном или сверхвысокочастотном световом излучении.

Ультразвуковое раврушение горных пород сводится к нало­жению ультразвуковых колебаний с частотой 20 кГц на рабо­чий инструмент. Под действием высокочастотных колебании по рода разрушается.

1. Отделение камня от массива невзрывчатым разрушающим средством

Невзрывчатое разрушающее средство ■ получается специаль­ным обжигом карбонатных пород с последующим измельчением продукта обжига со специальными добавками и представляет собой порошкообразный материал светло-серого цвета с различ­ными оттенками, пылящий, не горючий и не взрывоопасный, об­ладающий щелочными свойствами. В настоящее время разрабо­таны три композиционных состава невзрывчатых разрушающих средств (НРС).

В состав смеси НРС-1, разработанной Московским институ­том БНИИСтром им. Будникова основным компонентом (до 98 %) является обожженная гр^одисперсная известь. Обжиг

негашеной извести производится в печах специальной конструк­ции при температуре, превышающей 1400 °С. Ё качестве доба­вок используется борная кислота, кальцинированная сода, хи­мическое вещество — сульфатно-дрожжевая бражка (СДБ).По­рошок НРС-1, смешанный с водой в соотношении 3 : 1, образует пастообразную массу, которая при затвердении увеличивает свой объем, создавая в разрушаемом объекте давления до 50 МПа. Состав НРС-1 характеризуется стабильностью свойств, большим сроком годности, К недостаткам относятся технологи­ческая сложность обжига негашеной извести.

НРС, разработанное КПИ, по компонентному составу ана­логично НРС-1. При изготовлении требуется специальный обжиг карбонатных пород совместно с гипсосодержащим камнем, по­том измельчение полученного клинкера с некоторыми добав­ками. Более сложная технология оправдывается лучшим качест­вом смеси, стабильностью ее работы, меньшей слеживаемостью и более длительным сроком годности. Развивает давление до 50 МПа.

В составе смеси, разработанной Львовским политехническим институтом основным компонентом является грубоизмельченная промышленная негашеная известь, отвечающая требованиям ГОСТ 9179—77. От составов ВНИИСтром и КПИ отличается тем, что при изготовлении не требуется обжига извести, что зна­чительно снижает ее стоимость. Для замедления гашения изве­сти используют борную кислоту, кальцинированную соду или сахарозу. Приготовление смеси осуществляется механическим перемешиванием компонентов. Максимально развиваемое дав­ление 40 МПа. К недостаткам относятся нестабильность свойств вследствие гашения негашеной извести при взаимодействии с воздухом, малый срок годности.

Разрушение камня при использовании НРС происходит без выбросов твердых и газообразных продуктов й не сопровожда­ется звуковыми и другими колебаниями.

Невзрывчатое разрушающее средство может использоваться как для отделения мрнолита от массива, так и для раскалыва­ния монолита'на блоки. ^

В объекте, подлежащем разрушению, бурят шпуры, диаметр й глубина которых, а также расстояния между ними определя­ются в зависимости от физико-технических характеристик раз­рушаемой породы. Если такие характеристики отсутствуют, то указанные параметры определяются опытным путем (пробным ' разрушением). С увеличением диаметра шпура возрастает раз­рушающее усилие. Однако следует помнить, что с увеличением диаметра шпура возрастает разрушающее усилие. Однако сле­дует шоЦннть, что с увеличением диаметра шпура возрастает также вероятность холостого выстрела шпура (скважины) вверх без достижения требуемого эффекта. Поэтому при раскалыва­нии с помощью НРС высокопрочных пород оптимальный диа­метр шпура, как свидетельствует практика, находится в интер­вале 40—60 м. Глубина шпура должна составлять не менее 70 % высоты раскалываемого камня. Шпур заполняется рабо­чей смесью НРС на всю глубину. Приготовление рабочей смеси осуществляется в открытом сосуде, в который выливают отме­ренное количество воды, а затем в воду постепенно высыпают отвешенное количество НРС и тщательно перемешивают массу до получения хорошей ее текучести, а продолжительность пере­мешивания не должна превышать 8—10 мин. Вода, используе­мая для приготовления раствора НРС, должна иметь темпера­туру не более 25 °С. Чем холоднее вода, тем дольше рабочая смесь будет оставаться текучей. Уменьшение и увеличение рас­хода воды от рекомендуемых пределов при приготовлении ра­бочей смеси НРС приводит к уменьшению его расширяющего усилия.

Приготовленная рабочая смесь заливается в шпуры. Чем меньше время заливки, тем эффективнее сработает средство в шпурах. Если в заливаемых шпурах имеется вода, ее нужно оттуда удалить, а также удалить из шпура пыль и обломки по­роды. Если разрушаемая порода обладает повышенным водо- поглощением (например песчаники), то следует применять по­лиэтиленовый мешок, изготовленный по размерам шпура, в ко­торый заливается рабочая смесь. Можно также предварительно осуществлять насыщение породы водой путем ее заливки в шпуры, но перед заливкой НРС в шпуры воду из них следует удалить.

В начальный перибд не допускается попадание воды в шпур, залитый рабочей смесью, поэтому при дожде устье шпура за­щищается от попадания воды. После образования трещин в по­роде целесообразно производить распыление воды на поверх­ность разрушаемого объекта, что способствует увеличению ши­рины трещин и ускоряет процесс направленного разрушения. Невзрывчатое разрушающее средство работает только при сме­шивании с водой. В результате химической реакции происходит расширение массы в шпуре, что и создает раскалывающее (рас­ширяющее) усилие, которое увеличивается с течением времени. От этого усилия в породе возникают напряжения, которые при­водят к образованию трещин, а расширяющее усилие поддержи­вается также после появления трещин.

Расход НРС на 1 м3 отделяемой породы зависит от проч­ностных свойств породы, наличия в ней трещин, объема отде­ляемого монолита и его линейных параметров, глубины шпуров, межшпуровых расстояний и других показателей. Этот расход для различных пород и разных условий составляет 2—5: кг на 1 м3 отделяемой породы. При работе с НРС важно соблюдать правила техники безопасности: работать нужно в резиновых

перчатках, следует одеть защитные очки. Нельзя заглядывать в залитые рабочей смесью шпуры, особенно при работе в жар­кое время, так как возможен выброс массы.

1. Термомеханический раскол камня

Способ разрушения горных пород, включающий в себя теп­ловое и механическое воздействие, называется термомеханиче­ским, потенциальные возможности которого оцениваются до­вольно высоко.

Учитывая многообразие теплового и механического воздейст­вия на породу, этот способ предопределяет множество возмож­ных вариантов термомеханических породоразрушающих инстру­ментов, отличающихся как эффективностью их использования, так и рациональными областями применения.

Процесс механического бурения в крепких и крепчайших по­родах может быть значительно интенсифицирован предвари­тельным тепловым воздействием на нее. Термомеханические бу­ровые^ инструменты, в которых осуществляется прямой нагрев горной породы струей газообразного теплоносителя, являюще­гося простым и универсальным видом теплового воздействия, получила наибольшее признание.

В качестве генераторов теплового воздействия используют воздушно-огнеструйные горелки, перегретый пар и парогазовые смеси. Такие источники тепла имеют большую энергетическую мощность, конструктивно просты и могут работать практически в сочетании с любым механическим породоразрушающим ин­струментом.

При добыче блоков породу следует нагревать на прямоли­нейных участках, параллельных направлению требуемого от­кола монолита. На перегретую породу по линии в плоскости тре­буемого откола вводится струя холодной воды, что обеспечивает раскол камня.

Разработанное в ИГТМ АН УССР термошарошечное долото ТШД-320 для бурения скважин и щелей в крепких породах со­стоит из керосинно-воздушной горелки и системы шарошек, об­рабатывающих только периферийную часть забоя, профиль ко­торой соответствует форме, получаемой при термическом бу­рении.

Широкого применения термомеханические способы при до­быче блоков в настоящее время не получили, однако высокая их йерспективность очевидна, так как термомеханическое раз­рушение породы современной техникой и технологией осуществ­ляется в 2—3 раза быстрее, чем простое термогазоструйное ре­зание камня.

В настоящее время при подготовке блоков к выемке само­стоятельно применяются только некоторые механические и фи­зико-технические способы, описанные выше.

Добыча блоков гранита и мрамора в основном осуществля­ется комбинированными способами подготовки их к выемке. Комбинированные способы подготовки блоков к выемке позво­ляют более полно сочетать и учитывать конкретные горно-геоло­гические условия залегания пород и их физико-технические свой­ства. При комбинированных способах подготовки блоков к вы­емке процесс подготовки является двух(^тадийным.

В практике работы карьеров облицовочного камня наиболь­шее распространение получили, следующие способы:

взрывное отделение монолитов от массива и гидроклиновое разделение их на блоки (сокращенное название — взрывоклино­вой способ);

щелевое (сплошное) бурение скважин, взрывное отделение монолитов от массива и гидроклиновое разделение их на блоки (буровзрывоклиновой способ);

резание отделяющих щелей термогазоструйными аппаратами, взрывное отделение монолитов от массива и гидроклиновое раз­деление их на блоки (термовзрывоклиновой способ);

резание отделяющих щелей термогазоструйными аппаратами, гидроклиновое отделение монолитов от массива и разделение их на блоки (термоклиновой способ) ;

резание отделяющих щелей уДарно-врубовыми машинами (ченнелерами), гидроклиновое или взрывное отделение моноли­тов от массива и гидроклиновое разделение их на блоки (ударно- врубоклиновой и ударно-врубовзрывоклиновой способы);

отделение монолитов от массива канатными установками со свободным абразивом или с канатом, армированным алмаз­ными режущими элементами, в гидроклиновое разделение их на блоки (канатноклиновой способ);

отделение монолитов от массива баровыми машинами или машинами с кольцевой фрезой и гидроклиновое разделение их на блоки (канатно-врубоклиновой способ);

резание отделяющих щелей канатными установками, взрыв­ное отделение монолитов от массива и гидроклиновое разделе­ние их на блоки (канатно-взрывоклиновой способ);

резание отделяющих щелей баровыми машинами или ма­шинами с кольцевой фрезой, взрывное отделение монолитов от массива и гидроклиновое разделение их на блоки (врубовзрыво- клиновой способ);

отделение монолитов от массива невзрывным расширяющим веществом или силовыми элементами и гидроклиновое разделе­ние их на блоки.

1. Взрывоклиновой способ

Обычно отделение монолита или блока от массива произ­водится при наличии не менее трех обнаженных плоскостей. Та­кими плоскостями являются верхняя площадка уступа, фрон­тальный и торцовый откосы уступа. Поэтому до начала добыч­ных работ на всю высоту уступа или высоту разрабатываемого слоя проходят фланговые разрезные траншеи, от которых" про­изводится разработка уступа.

При подготовке блоков к выемке с взрывным отделением монолитов от массива и гидроклиновом разделении их на блоки вначале от массива отделяется монолит, а затем он разделяется на блоки. Размеры отделяемого монолита по длине, ширине и высоте выбираются равными расстояниям между естественными трещинами отдельности (при наличии их) или кратными соот­ветствующими размерам добываемых блоков. При отсутствии естественных трещин отдельности в массиве намечаются пло­скости отделения (рис. 5.5). Такими плоскостями являются: пло­скость, параллельная фронтальному откосу уступа; плоскость, параллельная торцовому откосу уступа и плоскость, распола­гаемая у подошвы уступа или параллельная подошве уступа. Плоскости отделения монолитов и блоков располагаются в на­правлении наилучшего раскола камня, что обеспечивает более ровный откол и требует меньшее число шпуров для отделения камня. В намечаемых плоскостях отделения перфораторами или установками строчечного бурения бурят шпуры, ослабляющие прочность породы в плоскостях отделения и служащие для раз­мещения в них зарядов В В,

Для бурения шпуров применяются ручные перфораторы сред­него и тяжелого типа при, бурении шпуров вручную или с пнев­моподдержками, установки строчечного бурения вертикальных

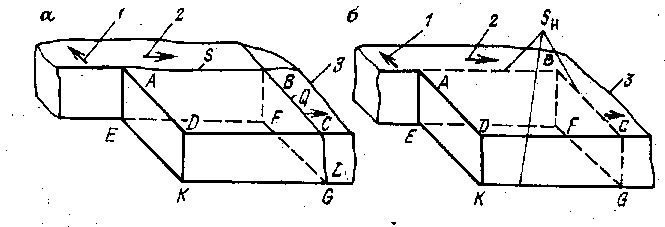


Рис. §:5,;-Расположение отделяемого монолита АВСОЕРйК в забое при на­личии (а) и отсутствии (б) естественных трешин отдельности:

5. <3, - продольные, поперечные крутые и пологие естественные трещины отдельно­

сти; ои-~;н£1Сусетвенные плоскости отделяемого монолита; / — направление перемеще­ния фронта работ; 2 — направление наилучшего раскола породы в массиве; 3 — на­правление перемещения забоя уступа

и горизонтальных шпуров конструкции ВНИПИИСтромсырья, ВНИИнеруда, австралийской фирмы «Бёлер», итальянской фирмы «Пеллегрини» и др.‘

При взрывном отделении монолита преследуется две цели: непосредственное отделение монолита от массива путем образо­вания направленной трещины в плоскости отделения и выдвига­ние его из забоя 3—15 см для создания пространства на развал при разделении монолита на блоки и удобства строповки блоков в процессе выполнения выемочно-погрузочных работ. Поэтому для направленного выдвигания монолита заряды угловых шпу­ров могут несколько увеличиваться.

Взрывание дымного пороха обычно осуществляется огнепро­водным шнуром. Иногда взрывание производится с помощью электродетойаторов, но в этом случае увеличивается скорость детонаций заряда, из-за чего снижается метательное действие черного пороха. Взрывание всех заряженных шпуров, располо­женных в одной плоскости отделения, производится, одновре­менно. Разновременное взрывание, как правило, приводит к об­разованию в монолите произвольных трещин, возникающих от взрыва одиночных зарядов, или к выстрелу шпуров вследствие недостаточной мощности каждого заряда.

Следует отметить, что управление взрывом при отделении монолитов от массива в целом представляет сложную задачу. Особенно сложным является процесс отделения монолита от массива взрывным способом по двум и трем плоскостям при отсутствии естественных трещин отдельности или искусственных щелей, проведенных каким-либо другим способом. Несмотря на принимаемые меры предосторожности, применение взрывных работ часто приводит к разрушению монолитов или к образо­ванию микронарушенности в монолите, снижающей прочность породы, обусловленной многократными различными по ампли­туде действиями взрывных импульсных нагрузок. Наиболее зна­чительное число микротрещин проявляется при применении де­тонирующего шнура, обладающего высоким бризантным дейст­вием.

Разрабатываемый массив в пределах отделяемого монолита может иметь одну из следующих структур: пологая в подошве, продольная и поперечная крутые естественные трещины отдель­ности; пологая и продольная крутые трещины отдельности; по­логая и поперечная крутые трещины отдельности; только поло­гая трещина отдельности; отсутствует пологая, но имеются про­дольная и поперечная крутые трещины отдельности; отсутствует пологая, но имеется продольная крутая трещина отдельности: отсутствует пологая, но имеется поперечная крутая трещина отдельности; отсутствуют пологая и крутая трещины отдельно­сти. Кроме того, в массиве в пределах отделяемого монолита могут быть диагональные естественные трещины отдельности.

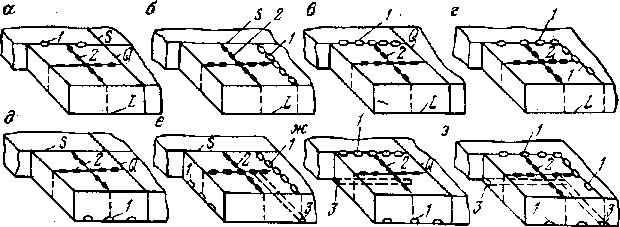


Рис. 5.6. Схемы подготовки блоков к выемке при вэрывоклиновом способе: 5, 1\* продольные, поперечные крутые н пологие естественные трещины отдельно-

07111 \* шпуры для взрывного отделения монолит а,; 2 — шпуры для гидро он новой разделки монолита на блоки; 3 — оконтуривающие нижнюю кромку монолита шпуры

В зависимости от структуры массива, размеров отделяемого монолита (по кратности добываемых блоков) и ориентировки его относительно фронта уступа существует несколько десятков схем подготовки блоков к выемке. Наиболее представительные из них показаны на рис. 5,6,

Если в массиве имеются пологая Е, продольная 5 и попе­речная (3 крутые естественные трещины отдельности и размеры монолита приняты равными расстояниям, между трещинами монолит практически является отделенным от массива. В этом случае для удобства разделки монолита на блоки и производ­ства выемочно-погрузочных работ монолит с помощью неболь­ших зарядов дымного пороха, размещаемых в шпурах 1 (рис. 5.6 а), только отодвигается от откоса уступа. Общая масса за­ряда пороха принимается из расчета 0,05—0,1 кг на 1 м3 отде­ляемого монолита. Шпуры размещаются вблизи продольной трещины отдельности. ,

При наличии пологой трещины I и продольной 5 или попе­речной <3 трещин отделение монолита производится соответ­ственно по плоскости перпендикулярной (рис. 5,6, б) или парал­лельной (рис. 5.6, в) фронтальному откосу уступа зарядов по­роха, размещаемого в шпурах 1. Удельный расход В В принима­ется 0,15—0,20 кг на 1 м3 отделяемого монолита.

При наличии пологой трещины отдельности и отсутствии вер­тикальных, отделение монолита от массива производится по двум- плоскостям (рис. 5.6, г) параллельной и перпендикуляр­ной фронтальному откосу уступа. Удельный расход ВВ дости­гает 0,3 кг на 1 м3 отделяемого монолита. Все шпуры взрыва­ются одновременно.

При всех указанных схемах шпуры недобуриваются до поло­гой трещины на 10—15 см.

Если в подошве отделяемого монолита отсутствует пологая трещина отдельности, но имеются продольная и поперечная крутые трещины, то монолит отделяют у подошвы уступа по го­ризонтальной плоскости (рис. 5.6, д). Шпуры 1 недобуриваются до крутой трещины на 10—15 см. Удельный расход пороха при­нимается до ОД кг на 1 м3 отделяемого монолита.

При отсутствии пологой трещины и наличии продольной 5 Отделение монолита от массива производится по двум плоско­стям: перпендикулярной фронтальному откосу уступа и у подошвы монолита (рис. 5.6, е). У подошвы отделяемого монолита бурят оконтуривающий нижнюю кромку монолита шпур 3 до пересе­чения с вертикальной трещиной 5. Этот шпур порохом не заря­жается Шпуры / для отделения по вертикальной и горизонталь­ной плоскостям должны находиться в плоскостях, пересекающих шпур<?, но недобуривать до этого шпура на 10—:15 см. Удельный расход ВВ принимается до 0,3 кг/м3 отделяемого монолита. Шпуры каждой группы должны взрываться одновременно с предпочтением замедления взрыва группы горизонтальных шпуров.

При отсутствии пологой трещины и наличии вертикальной

монолит от массива отделяют по плоскостям параллельной фронтальному откосу уступа и горизонтальной у подошвы мо­нолита (рис. 5.6, ж). Бурение шпуров и удельный расход ВВ аналогичны предыдущей схеме.

Наиболее сложную задачу представляет отделение монолита по трем плоскостям (рис. 5.6, з) при отсутствии естественных трещин. В практической деятельности карьеров эта схема почти не применяется, так как применение взрывного отделения моно­лита приводит к очень большим разрушениям камня, в 2 3

раза снижающим выход кондиционных блоков из извлекаемого полезного ископаемого.

В качестве одной из плоскостей отделения монолита может использоваться также имеющаяся в массиве диагональная тре­щина.

Наиболее благоприятным условием применения взрывного способа отделения монолита является наличие пологой и одной из крутых естественных трещин отдельности.

Отделенный взрывным способом монолит раскалывается на блоки гидроклиновыми установками. Для этого на монолите на­мечаются плоскости разделения, в которых бурят шпуры для установки гидроклиньев. В зависимости от физико-технических свойств горных пород расстояния между шпурами принимается 0,2—0,4 м. Глубина шпуров для установки гидроклиньев прини­мается 0,3—0,5 м, В ряде случаев для ослабления прочности породы в плоскостях раскола бурят промежуточные шпуры на всю высоту раскалываемого монолита. При раскалывании круп­ных монолитов иногда в плаоскостях раскола при помощи обыч­ных клиньев создают предварительные растягивающие напря­жения, что облегчает работу гидроклиньев.

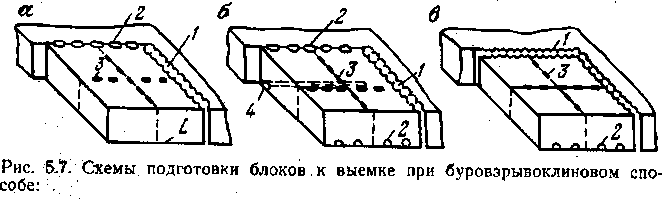
Взрывоклиновой способ подготовки блоков к выемке приме­няется в основном при добыче блоков изверженных пород (гра­нит, лабрадорит, габбро, сиенит, диорит, базальт, андезит и др.), кварцита, песчаника, реже прочного мрамора, конгломерата, мраморизованного известняка, иногда других пород.

Достоинства взрывоклинового способа подготовки блоков к выемке: возможность применения его при добыче всех видов изверженных\* метаморфизированных и осадочных пород; воз­можность применения в сложных горно-геологических условиях; низкие удельные расходы бурения; невысокая энергоемкость и материалоемкость процесса подготовки блоков к вЫемке. Недо­статки: значительные разрушения камня взрывными работами, снижающие на 15—40 % выход кондиционных блоков из извле­каемого полезного ископаемого.

1. Буровзрывоклиновой способ

На месторождениях или участках месторождений с редкой системой естественных трещин отдельности в целях уменьшения заряда ВВ, применяемого для отделения монолита, и снижения действия на породу взрывных импульсов, сплошным бурением образовывают дополнительную (к трем имеющимся) вертикаль­ную плоскость обнажения, а затем монолит по одной (при на­личии естественной трещины) или по двум (при отсутствии тре­щин) плоскостям взрывным способом отделяется от массива. Иногда сплошным бурением проводятся две вертикальные щели и монолит отделяется от массива взрывным способом только в горизонтальной плоскости.

Нарезка щели производится бурением станками шарошеч­ного или ударно-вращательного типа вертикальных скважин, располагаемых в плоскостях отделения таким образом, чтобы стенки их сопрягались без промежутков породы \* между ними. Если в подошве отделяемого монолита имеется естественная



1 — щель, образованная сплошным бурением скважин; 2 — шпуры для взрывного отделения монолита; 3 — шпуры для гидроклиновой разделки монолита на блоки; 4 — оковтурнвающий нижнюю кромку монолита шпур

пологая трещина (рис. 5.7, а), то щель 1 проводится перпенди­кулярно фронтальному откосу уступа и монолит взрывным спо­собом отделяется по тыльной плоскости, параллельной фрон­тальному откосу уступа. При отсутствии пологой трещины отде­ление монолита от массива может производиться по двум ва­риантам:

в массиве сплошным бурением проводится щель 1, перпен­дикулярная. фронтальному откосу уступа, и монолит взрывным способом отделяется по тыльной вертикальной и горизонталь­ной плоскостям (рис. 5.7, б);

в массиве сплошным бурением проводятся щели /, перпенди­кулярная и параллельная фронтальному откосу уступа, и моно­лит взрывным способом отделяется от массива по горизонталь­ной плоскости (рис. 5.7, в).

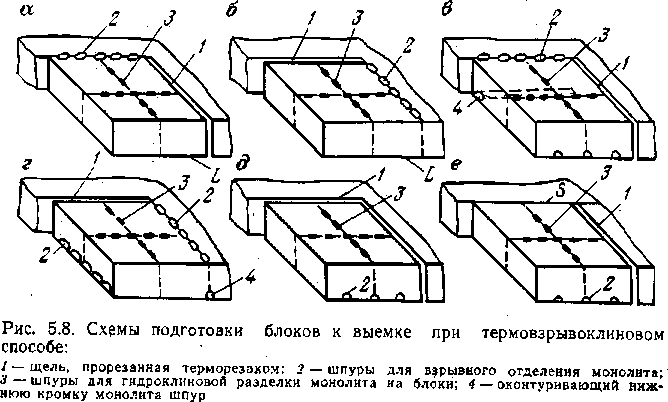
Нарезка двух щелей для отделения монолита производится при добыче крупных блоков, применяемых в монументальном строительстве. При этом монолит чаще всего отделяется от мас­сива гидроклиновыми установками. ;

Щели проводятся на всю высоту отделяемого монолит^ Про­изводство взрывных и гидроклиновых работ аналогично взрыво­клиновому способу подготовки блоков к выемке.

Достоинства буровзрывоклинового способа подготовки бло­ков к выемке: может применяться при добыче всех видов из­верженных горных пород, мрамора и мраморизированных из­вестняков; возможность проведения отделяющих щелей большой глубины, что позволяет отделять крупные монолиты; повышение .выхода блоков из извлекаемого полезного ископаемого на 10— 20 % в сравнении с взрывоклиновым способом. Недостатки: зна­чительные разрушения (0,1—0,2 м3/м2) полезного ископаемого в проводимых сплошным бурением щелях; высокие удельные за­траты бурения при подготовке блоков к выемке; необходимость создания ровных площадок для размещения буровых станков.

1. Термовзрывоклиновой способ

На месторождениях гранитов, поддающихся интенсивному термическому разрушению, вместо проходки отделяющих щелей сплошным бурением производится резание щелей газоструйным инструментом. Резание щелей может производиться как руч­ными терморезаками, так и установками газоструйного резания типа УГР-1, УГР-2, СМР-0 33 и другими с рабочим органом^, оснащенным 3—6 терморезаками. Глубина прорезаемых щелей 3-5 м, длина не огрничивается, ширина 0,07—0,18 м. Щели га­зоструйными аппаратами режутся на- всю высбту отделяемого мо­нолита. В связи с тем, что устанавки газоструйного резания гор­ных пород промышленностью не выпускаются, на карьерах в на­стоящее время применяются в рсновном терморезаки с ручным управлением их работой.



В зависимости от структуры массива газоструйным термо­резаком может прорезаться одна или две щели. Если в подошве отделяемого монолита имеется пологая трещина отдельности, то режется только одна щель, перпендикулярная (рис. 5,8, а) или параллельная (рис. 5.8, б) фронтальному откосу уступа и моно­лит соответственно по второй плоскости отделяется взрывным способом. Если в подошве естественная трещина отсутствует, то в массиве может резаться одна щель и монолит по одной вертикальной н горизонтальной плоскостям (рис. 5.8, в, г) от­деляется от массива. При отсутствии пологой трещины и нали­чии одной из крутых трещин (5, Р), терморезаком режется со­ответственно перпендикулярная (рис. 5,8, е) или параллельная фронтальному откосу уступа щель и монолит отделяется от мас­сива взрывным способом по горизонтальной плоскости, произ­водство взрывных и гидроклиновых работ аналогично предыду­щим способам.

Достоинства термовзрывоклинового способа подготовки бло­ков к выемке: увеличение выхода блоков из извлекаемого по­лезного ископаемого на 10—20%, повышение производительно­сти труда на 25—35 %, снижение себестоимости на 20—30 % в сравнении с взрывоклиновым способом; при работе ручным терморезаком возможно применение в сложных горно-геологи- ческих условиях. Недостатки: ограниченная глубина прорезае­мой щели — до 6 м; относительно большое разрушение полез­ного ископаемого (0,07—0,18 м3/м2) в прорезаемых щелях; боль­шие расходы бензина — 30—35 л на 1 м2 прорезаемой щели.

1. Термоклиновой способ

При наличии пологой и отсутствии крутых трещин отдель­ности в массиве, как и при термовзрывоклиновом способе про­резается одна щель, перпендикулярная или параллельная фрон­тальному откосу уступа, а по второй вертикальной плоскости мо­нолит отделяется гидроклиновыми установками. При отсутствии в массиве пологой и крутых трещин терморезаком прорезаются две щели, перпендикулярная и параллельная фронтальному от­косу уступа, и монолит у подошвы по горизонтальной плоскости отделяется от массива гидроклиновыми установками. Разделка монолита на блоки осуществляется гидроклиновыми установ­ками. ч

Термоклиновой способ подготовки блоков к выемке применя­ется при добыче крупных блоков для монументальных сооруже­ний. В 1984 г. таким способом был добыт на Емельяновском карьере блок объемом 104 м3 для постамента памятника В. И. Ле­нину в г. Москве.

Достоинство термоклинового способа подготовки блоков к выемке: обеспечивается сохранность отделяемого монолита от разрушений. .

Недостатки: большая энергоемкость и стоимость подготовки блоков к выемке.

1. Ударно-врубоклиновой и ударно-врубовзрывоклиновой способы

При подготовке к выемке гранитных блоков в США и мра­морных в США, Канаде, Франции, Испании применяются удар­но-врубовые машины (ченнелеры). Машины могут производить вертикальные, реже наклонные и горизонтальные щели при по­мощи долотьев, приводимых в возвратно-поступательное движе­ние электрическим или дизельным двигателем. Производитель­ность машины 5—12 м2/смену, ширина щели 50—60 мм, глубина 3—4 м и достигает 6 м.

В нашей стране проводились лабораторные опыты по ударно­врубовой проходке щелей Институтом камня и силикатов Мин- стройматериалов Армянской ССР, а также создавался опытный образец ударно-врубовой машины НИИСМИ Минстройматериа- лов УССР, однако промышленные образцы машин не изготов­лялись и в эксплуатации они отсутствуют.

В зависимости от структуры массива ударно-врубовыми ма­шинами в массиве прорезаются одна или две отделяющие щели, а затем монолит отделяется от массива гидроклиньями при ударно-врубоклиновом способе или взрывными работами при ударно-врубовзрывоклиновом способе. Схемы подготовки /бло­ков к выемке аналогичны схемам термоклинового и термовзры-

0Г0 способов (меняется только способ нарезки щели) ус"ами°Н0ЛИТа На бЛ0КИ гидррклиновыми

Достоннстбэ ударно-нрубоклинового и ударно-врубовзо'ыво- ™ГГ0 способов подготовки блоков к выемке: при\* работе на ранитных месторождениях — малая ширина прорезаемой шели ем снижаются технологические разрушения полезного ископае- иТпПЛ ™ДГ0Т0Вке блоков к выемке? возможность применения Гт а3Г0ГКе мрамоР°в и других видов пород невысокой проч­ности. Недостатки: незначительная производительность машин особенно на гранитных месторождениях, большая аяерто^тстъ р рушения, возможность нарушения прочности монолита в по

единичного удараб°В0Й ^ «з-за боль ;

1. Канатноклиновой способ ле„иЛ;1е”е^НОЛИТОВ 0Т Массива кана™ыми пилами и разде- І ление их на блоки гидроклиновыми установками применяется

При добыче блоков мрамора и мрамориэированных известняков '

1”0СТИ 0Т.СТРУКТУРЬ> массива" отделение монолита про 5

изводится по одной, двум ИЛИ трем плоскостям (рис: 5.9 а б в) І Для отделения монолитов канатными установками предваои- І тельно производится бурение вертикальной скважины(рис. |

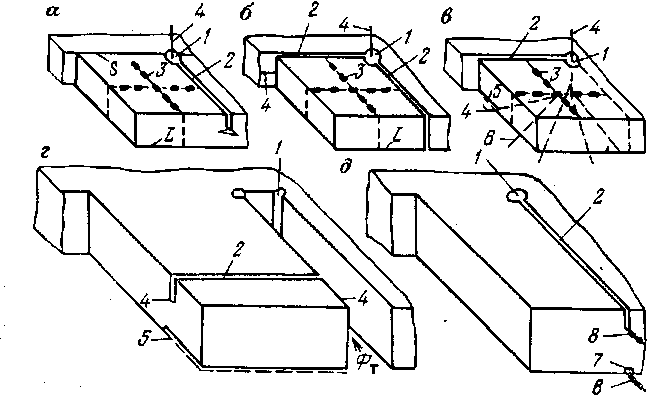


Рис. 5,9, Схемы подготовки блоков к выемке при канатноклиновом способе: 1 ~ скважина, 2, 5 — соответственно вертикальная и горизонтальная щели, прорезан- кые канавной установкой; 3 — шпуры для гидроклкновой разделки монолита на блоки; 4 — пильный канат; 6 — положение каната при выполнении горизонтального реза; 7 — горизонтальный шпур; 8 — канат, армированный алмазными режущими элементами

ГЧ



1. а, б} в, д) или проходка фланговой разрезной траншеи Фт (рис. 5.9 г).

При работе'канатной установки с использованием скважины дли выполнения вертикальных пропилов в углу отделяемого мо­нолита бурят скважину диаметром до 200 мм, в которую уста­навливают рабочую стойку канатной пилы с самопроникающим механизмом. Вторая стойка канатной пилы устанавливается у фронтального откоса уступа для выполнения пропила, перпен­дикулярного фронтальному откосу уступа (рис. 5,9 а) или у торцевого откоса для выполнения пропила, параллельного фрон­тальному откосу уступа (рис. 5.9, б). Выполнение горизонталь­ного пропила у подошвы уступа осуществляется с постоянным положением одной стойки в скважине и периодической переста­новкой второй стойки вдоль фронтального и торцевого откоса уступа (рис. 5.9, в).

На мраморных карьерах широко применяется отделение мо­нолитов с предварительной проходкой фланговой разрезной траншеи, создающей четвертую обнаженную плоскость (рис.

1. г). Фланговые траншеи позволяют осуществлять горизонталь­

ную подрезку монолита и отделять крупные монолиты, а также создают удобства для дальнейшего разделения их на блоки. Проходка траншеи производится с применением канатного пи­ления, Для этого в торцевых углах траншеи бурят скважины диаметром до 200 мм, в которые помещают стойки с самопро­никающим механизмом и производится пиление по контуру тран­шеи. Выемка полезного ископаемого в контуре траншеи осуще­ствляется с применением гидроклиновых установок для отделе­ния породы. -

Проходка фланговых траншей может осуществляться и с при­менением буровзрывных работ, ускоряющих подготовительные работы. Однако применение буровзрывных работ сопровожда­ется отрицательным действием взрывных нагрузок на массив полезного ископаемого.

Высота отделяемого монолита при канатноклиновом способе подготовки блоков к выемке принимается 4—6 м, иногда до Юм, длина 15—25 м, ширина 3—6 м. Скорость движения каната 8— 10 м/с, усилие прижатия каната к поверхности забоя щели 2— 3 кН, расход песка на I м2 пропила 60—150 кг, соотношение песка к воде в рабочей смеси 1:3, производительность резания 1 —1,5 м2/ч. Производительность канатных пил при выполнении горизонтального реза в 2—3 раза ниже производительности на вертикальных резах.

Отделение монолитов небольших размеров у подошвы ус­тупа может осуществляться гидроклиновыми установками.

Разделение монолита на блоки требуемых размеров осущест­вляется гидроклиновыми установками, аналогично другим спо­собам.

При разработке месторождений с повышенной прочностью] мрамора в качестве абразива может применяться карбид крем-; ния. Однако при этом повышается износ каната, а также стой-; мость пиления.

В последнее время разработаны канатные пилы, армирован-; ные алмазными ревущими элементами. Применение таких пил позволяет повысить производительность резания. Серийно оте­чественной промышленностью канатные пилы, армированные ал-' мазными режущими элементами, не выпускаются.

Установка с канатом, армированным алмазными режущими ; элементами, располагается непосредственно у отделяемого мо-^ нолита. В^углу отделяемого монолита (рис. 5.9, (?) бурится вер- \* тикальная скважина Л а в подошве монолита до пересечения со скважиной — шпур 7. Через скважину и шпур пропускается ка­нат, армированный алмазными элементами, и производится пи­ление. В процессе пиления, по мере погружения,каната в массив для поддержания требуемого его натяжения установка отодви­гается от массива.

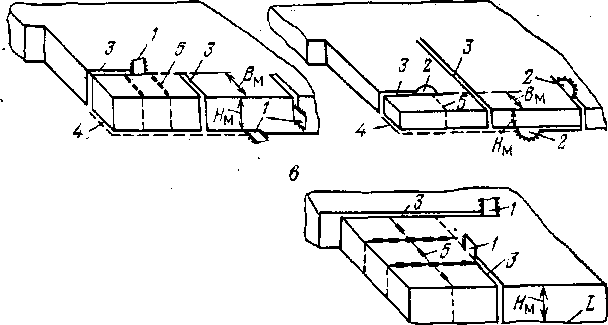
Достоинства канатноклинового способа подготовки блоков к выемке: простота конструкции и обслуживания канатных пил, получение монолитов больших размеров правильной формы, относительно невысокая энергоемкость пиления. Недостатки: не­возможность работы при минусовой температуре, снижение про­изводительности при наличии твердых включений и трещинова­тости массива, резкое снижение производительности при выпол­нении горизонтальных резов. .

1. Врубоклиновой способ

При разработке месторождений облицовочного камня с проч­ностью пород до 10 МПа (мрамор, мраморизированный извест­няк и др.) для отделения монолитов от массива применяются ; баровые машины и машины с кольцевой фрезой.

Баровые машины обеспечивают глубину пропила до 2 м, а машины с кольцевой фрезой — до 1 м. В связи с этим высота ; Ям и ширина Вм отделяемых монолитов при отсутствии естест­венных трещин отдельности не превышают глубину пропила ра­бочим органом машины (рис. 5.10, а, б). При наличии пологой : трещины отдельности на глубине до 2 м для баровых машин и До 1 м для машин с кольцевой фрезой размеры монолита по ширине и длине параметрами машин не ограничиваются (рис.

1. в). Они принимаются кратными размерам добываемых ] блоков и могут выбираться шириной 4—6 м, длиной 8—12 м. \* При отсутствии пологой трещины отдельности и наличии крутой ; (вертикальной) трещины отдельности на расстоянии от фрон- : тального или торцевого откоса уступа, равном глубине пропила



Рис, 5.10. Схемы подготовки блоков к выемке при врубоклиновом способе: д вм\_ высота и ширина отделяемого монолита; / и 2 — соответственно баровый и кольцевой режущий органы машин; 3 и 4 — соответственно вертикальные и горизон­тальные щели, прорезанные машинами; 5 — шпуры для гидроклиновой разделки мо­нолита на блоки

режущим органом машины, высота отделяемого монолита мо­жет приниматься кратной, высоте добываемых блоков.

Разделение монолита на блоки требуемых размеров осущест­вляется гидроклиновыми установками.

Достоинства врубокдинового способа подготовки блоков1' к выемке: надежность эксплуатации машины, высокая произво­дительность резания, возможность работы при минусовой тем­пературе. Недостатки: ограниченные размеры отделяемого мо­нолита, определяемые параметрами режущего органа машины, повышенные потери полезного ископаемого из-за ширины про­пила 34—36 мм.

1. Канатно-врубоклиновой способ

Кднатно-врубоклиновой способ применяется при разработке месторождений мрамора и мраморизированных известняков.

В связи с тем, что производительность канатной пилы, рабо­тающей со свободным абразивом, при горизонтальном пилении в 2—3 раза ниже вертикального пиления, для отделения моно­лита по горизонтальной плоскости вместо канатного реза вы­полняется горизонтальный вруб баровой машиной (рис. 5.11, а) или машиной с кольцевой фрезой (рис, 5.11, б). При этом ши­рина отделяемого монолита Вм не превышает глубины пропила

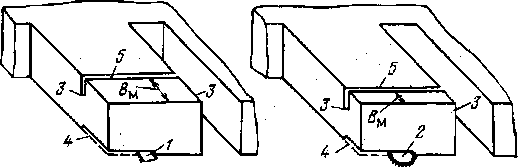


Рис. 5.11. Схема подготовки блоков к выемке при канатно-врубоклиновом сйособе:

і и 2 — соответственно баровый и кольцевой режущий орган машины; 3 — пильный канат; 4 — горизонтальная щель, прорезанная баровьім или кольцевым режущим ор­ганом,; 5 — вертикальная щель, прорезанная канатной установкой

машиной с баровым или кольцевым режущим органом. Высота и длина монолита принимаются кратными высоте и длине добы­ваемого блока.

Разделение монолита на блоки требуемых размеров произ­водится гидроклиновыми установками аналогично другим спо­собам.

ч

1. Канатно-взрывоклиновой способ

Этот способ подготовки блоков к выемке применяется при добыче блоков мрамора и мраморизированного известняка.

При отсутствии в массиве естественных трещин отдельности канатной установкой производится два вертикальных реза 'пер­пендикулярно и параллельно фронтальному откосу уступа и монолит взрывным способом по горизонтальной плоскости у по­дошвы уступа отделяется от массива. Возможен вариант отде­ления монолита по одной вертикальной плоскости канатным пи­лением, а по одной вертикальной и горизонтальной плоскости взрывным способом. При наличии в массиве одной вертикаль­ной трещины канатным пилением монолит отделяется по од­ной вертикальной плоскости, а по горизонтальной плоскости взрывным способом. Схемы подготовки блоков к выемке при ка­натно-взрывоклиновом способе аналогичны схемам, показанным на рис. 5.7, при этом щели 1 выполняются канатным резанием.

Разделение монолита на блоки осуществляется гидроклино­выми установками.

1. Врубовзрывоклиновой способ

Врубовзрывоклиновой способ применяется при подготовке к выемке блоков мрамора и мраморизйрованных известняков,

Баровой машиной или машиной с кольцевой фрезой выпол­няются врубы:

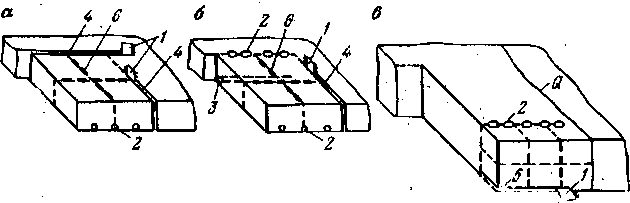


Рис. 5.12. Схема подготовки блоков к выемке при врубовзрывоклиновом способе: ■

I —- баровый .режущий орган машины; 2 —шпуры для взрывного отделения монолита; 3 — оконтуривающнй нижнюю кромку монолита шпур; 4 и 5 — соответственно верти­кальные и горизонтальные щели, прорезанные баровым режущим органом; 6 — шпуры для гидроклиновой разделки монолита на блоки

при отсутствии естественных трещин отдельности — два вер­тикальных, а по подошве монолит отделяется взрывным спосо­бом (рис. 5.12, а); один вертикальный, а по одной вертикальной и горизонтальной плоскости у подошвы уступа монолит отделя­ется взрывным способом (рис. 5.12, б). Высота уступа прини­мается равной глубине реза рабочего органа машины;

при наличии одной вертикальной трещины отдельности ре­жущим органом машины выполняется горизонтальный вруб и монолит по вертикальной плоскости отделяется взрывным спо­собом (рис. 5.12, в). Высота уступа может приниматься крат­ной высоте добываемого блока и выбираться в пределах 5— 10 м.

Разделение монолита на блоки требуемых размеров осущест­вляется гидроклиновыми установками.

**6- ТРАНСПОРТНО-ПОГРУЗОЧНЫЕ И СКЛАДСКИЕ ОПЕРАЦИИ**

1. ВЫЕМКА И ПОГРУЗКА
2. Особенности выемочно-погрузочных работ.

Характеристика оборудования

Основной задачей производственных процессов на карьерах по выемке, погрузке и транспортированию является выдача из забоя блоков на погрузочный пункт промплощадки предприя­тия, некондиционных блоков, штыба и окола на дробильно-сор­тировочный завод, рыхлых вскрышных пород в отвал.

На выбор средств механизации выемочно-погрузочных работ оказывают влияние такие факторы, как наличие блоков боль­шой массы, разнородность погружаемой продукции и горной массы, а также небольшая мощность карьеров.

Средства механизации выемочно-погрузочных работ нераз­рывно связаны со вскрытием месторождений, с системой раз­работки и организацией работ. Выемка и погрузка блоков, от­ходов камнедобычи, вскрышных пород на карьерах осуществля­ется автомобильными, гусеничными и пневмоколесными кра­нами, кабельными, мостовыми и дерриккранами, вилочными и одноковшовыми погрузчиками, ковшовыми экскаваторами, ле­бедками. Для транспортирования грузов применяются автосамо­свалы, бортовые автомашины, трайлеры, наклонные подъем­ники с канатной тягой и платформы.

Годовой грузопоток Рт, как основной показатель, характери­зующий технологический транспорт, может быть определен по формуле

Рт“ ~ Як Грк + Рк —— Н' &в, срв. С + К ррв. р + К тЛ , (6-1)

' раб V £ф ■/

где рк — плотность камня, т/м3; рв,р —плотность рыхлой вскрыши, т/м3; Т — число календарных дней в году; Граб — число рабочих дней в году; £ф — фактическая блочность; рв.с — плотность скальной вскрыши, т/м3; Ав.р — объемный ко­эффициент рыхлой -вскрыши; йв. с — объемный коэффициент скальной вскрыши; £в.п — коэффициент вспомогательных пе­ревозок; Як — годовая производительность карьера по бло­кам, м3.

Как правило, в карьерах по добыче блоков имеет место рас­средоточенный грузопоток. Вскрышные породы, с одной стороны,

222 . 1

блоки, с другой, и некондиционная горная масса, с третьей стороны, вывозятся по различным транспортным коммуника­циям, При производстве вскрышных работ и вывозке неконди­ционной горной массы используются широко применяемые в практике открытых горных работ выемочно-транспортные средства (экскаваторы с малой емкостью ковша, одноковшо­вые погрузчики, бульдозеры и-колесные скреперы),

В карьерах по добыче блоков облицовочного камня наиболь­шее распространение получили следующие технологические схемы погрузочно-транспортных работ:

с нижней погрузкой на транспорт стреловыми и деррик-кра­нами;

с верхней погрузкой на транспорт или на промплощадку карьера стреловыми, мостовыми, кабельными и деррик-кранами; с верхней и нижней погрузкой кранами на автотранспорт. При расположении карьера ниже промплощадки целесооб­разно практиковать верхнюю погрузку, а для карьеров, распо­ложенных выше господствующего уровня земной поверхности, более эффективной является нижняя погрузка.

Сменная эксплуатационная производительность стреловых кранов и деррик-кранов определяются по формуле

(^сы^ЪООикжпЬгИц., (6.2)

где <3— грузоподъемность крана, т; — продолжительность смены, ч; &исп — коэффициент использования крана в течение' смены; кг — коэффициент использования грузоподъемной силы крана;

■Аг = ?в/0, ' (6-3)

где — масса блока, т; — продолжительность цикла, мин;

' ~ ^2 "Мз “Г ^4 “Мб ^6> (6-4)

— продолжительность загрузки крана, Ь — продолжительность подъема груза,: и продолжительность рабочего поворота крана,

и — продолжительность опускания груза, £5 —- продолжитель­ность разгрузки крапа, —продолжительность холостого пово­рота крана. .

Для деррик-кранов продолжительность цикла может вычис­ляться по формуле

и = 4,55 + 0,11#р + 0,12Як, ‘ (6.5)

где Яр — глубина разработки, м;#к — радиус действия крана, м. При погрузке деррик-кранами должно обеспечиваться пол­ное перекрытие рабочей зоны карьера, что требует шахматной расстановки деррик-кранов на нерабочих бортах карьера.

Шаг установки кранов при шахматной расстановке 5У — 1,15/?в- (6.6)

Ширина рабочей зоны карьера

' И? = 2,1Кк. (6.7)

Для наиболее распространенных в практике стреловых кра­нов продолжительность цикла равна 4—6 мин, а их сменная производительность изменяется в пределах 40—70 м3.

На карьерах по добыче блоков облицовочного камня могут эффективно использоваться кабельные краны, сменная произ­водительность которых может быть вычислена Т10 формуле

Фсм С^с^Ц&ИСП&Г, (6.8)

где Пц — число циклов в час;

/1ц = 60//ц; (6.9)

^ = 2^+2\*,, (6.10)

2?п — продолжительность пауз, мин; 2Х — продолжитель­ность выполнения рабочих операций, мин

2£< = ^ Н- ^4 “Ь ^5 4“ ^7 -Ь (6-И) tv — время загрузки крана; 12 — время подъема груза; — про­должительность рабочего передвижения грузовой тележки; 4 — продолжительность опускания груза, и — продолжительность разгрузки крана; и — время холостого подъема грузовой те­лежки; \*7 — время холостого передвижения грузовой тележки; 4 — время холостого опускания грузовой тележки.

Связь между продолжительностью (в мин) цикла и парамет­рами карьера может быть выражена зависимостью

гц-4(8#р + ДО/240, (6.12)

где £к — длина пролета кабельного крана.

При использовании кабельных кранов отпадает необходи­мость в сети карьерных автодорог, сокращается рабочая зона карьера, повышается производительность труда и снижаются затраты на перемещение горной массы.

В карьерах, в которых "добывают в основном малогабарит­ные блоки, эффективно могут использоваться мобильные высо­копроизводительные пневмоколесные погрузчики.

1. Завалка и перемещение блоков лебедками

Производственные процессы на карьерах по добыче облицо­вочных камней имеют свою специфику, обусловленную законо-

224

мерностями строения разрабатываемой залежи, выкалыванием блоков заданных размеров и форм, малой высотой уступов и часто нерегламентированными отметками горизонтов, что вы­звано наличием или отсутствием пластовых трещин отдельности. Выход блоков из добытой в карьере горной массы колеблется в пределах от 10 до 60 %, что создает значительный объем по­путной горной массы, требующей решения вопроса по организа­ции ее погрузки и транспортировки. Выше изложенные факторы обусловливают для большинства карьеров необходимость при­менять технологическую' схему с нижней погрузкой, как наибо­лее эффективную для работы транспортных средств и погрузоч­ных механизмов.

Параметры карьеров по добыче блочного камня, как пра-1 вило, не позволяют размещать на подуступах погрузочные и транспортные средства, что требует перемещения готовой про-1 дукции и попутной горной массы на подошву разрабатывав-, мого горизонта. Перемещение блоков -с подуступа на подуступ | (уступ) является наиболее сложным и трудоемким процессом,! к тому же определяющим во многом качественные показатели\*! так как в процессе завалки блоков происходит скалывание уг­лов, граней, в результате чего они теряют требуемые форму и размеры, а порой нарушается и монолитность камня. Ударные нагрузки от падения блоков вызывают скрытую, а иногда и явно выраженную трещиноватость камня.

В связи с этим применение прогрессивных технологических схем перемещения блоков с подуступа на подуступ (уступ) и обоснование рациональных параметров их применения является актуальной для камнедобычи задачей.

Технологические схемы процессов перемещения, погрузки и транспортировки блоков в карьерах показаны на рис. 6.1.

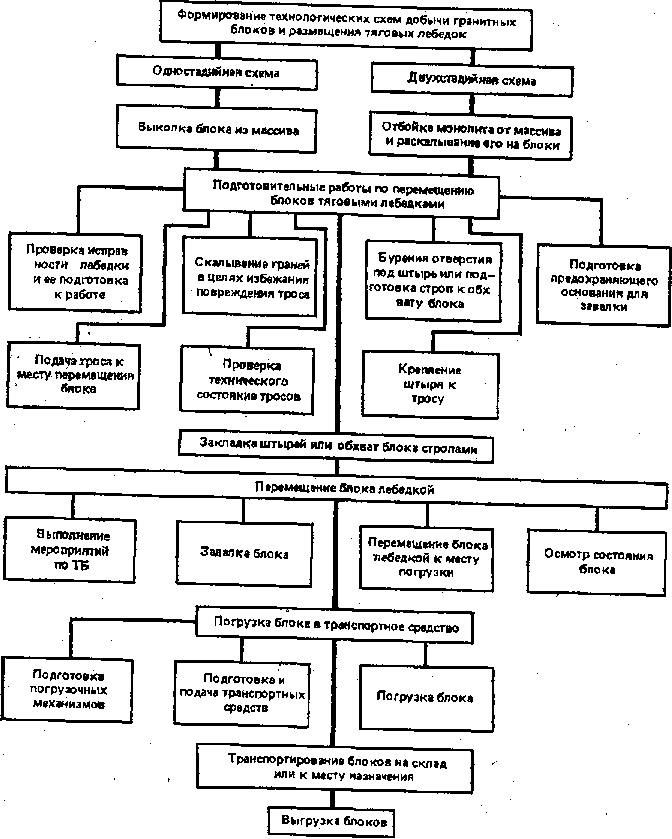
Рациональным следует признать применение в карьерах шах-' тных посадочных лебедок типа ЛПК-Ю, ЛПК-10Б, корабельных шпилевых и других с тяговым усилием свыше 5 т. При этом ус­тановка корабельных шпилевых лебедок производится в обще­принятом варианте, позволяющем при перемещающемся пульте управления производить оттяжку блоков на ЗбО6.

В случае применения шахтных посадочных лебедок рацио­нальными являются следующие два варианта их установки;

на специально сваренной из металла площадке, на краю ко­торой имеется приспособление для ее установки на вертикаль­ный штырь (палец), закрепленный в подошве карьера и служа­щий вертикальной осью вращения лебедки. Такой вариант при перемещающемся пульте управления позволяет выполнять пе­ремещение блоков в горизонтальной плоскости с зоной на 360°;

по общепринятой схеме установки с ограниченной паспортом зоной действия в горизонтальной плоскости, которую можно увеличить до 30° путем установки по обоим краям входного

8 Заказ № 379 225



ЙЬ 6Л' Технологические схемы производственных процессов по перемеще- г08ыхПлебеУдок И ТраНСПОрТИрОВКе блоков из каРьеРа при использовании тя-

сектора направляющих роликов, ось вращения которых должна быть\_\*араллельной оси вращения барабана лебедки,

Пр|Г ^установке завалочных лебедок в забоях Необходимо руководствоваться рациональными параметрами их расположе- 226

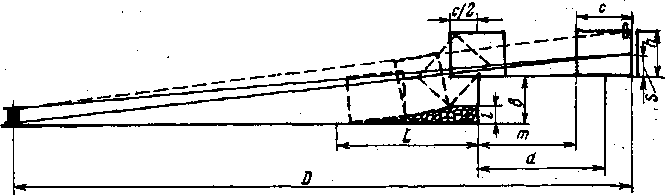


Рис. 6.2. Схема к расчету рациональных параметров расположения завалоч­ных лебедок

ния, обеспечивающими эффективное перемещение блоков, без­опасными условиями труда, минимальными трудозатратами и снижением потерь камня при завалке блоков.

В большинстве случаев отработка ведется подуступно с раз­бивкой уступа на два и более подуступов. Отработка нижнего подуступа особых затруднений, как правило, не вызывает, а пе­ремещение блоков заключается в простой оттяжке их от забоя с последующей погрузкой их кранами в транспортное средство. Оттяжка и завалка блоков с верхних подуступов представляет трудоемкий и сложный процесс.

Схема к расчету рациональных параметров расположения завалочных лебедок показана на рис. 6.2.

Минимальное расстояние расположения лебедки от забоя

Апт-(Ь/5+1)(т4Ч (6.13)

где т —ширина рабочей площадки, м; с — ширина отодвигае­мого блока, м; Ь—высота нижнего подуступа, м; 5^0,5 к — высота захвата блока тросом от его подошвы, м.

При расчетах целесообразно принимать 5=0,5 м. В случае несоблюдения этого условия может произойти опрокидывание блока на переднюю торцевую сторону непосредственно на рабо­чей площадке, что приводит к его расколу и качественным поте­рям.

При минимальном значении £>мин, определенном из зависи­мости (6.13), трос не касается грани, образованной кровлей и плоскостью забоя первого уступа, чем исключается возмож­ность повреждения троса.

Максимальное расстояние расположения лебедки от забоя

^тах ^ ^я)|п + Я, (6-14)

где Я— максимальное расстояние между соседними добычными забоями (берется по проекту и регламентируется требованиями техники безопасности), м.

Длина пути подвижки блоков лебедкой определяется из уравнения ° подошве уступа

Высота развала подстилающего материала > боя, предохраняющего ударное- раскалывание \*п0верхности за' нии, блока при паде-

(6.15)

1> Ь—с!2.

(6.16)

При несоблюдении указанного условия блгч

падении, выполняя разворот вокруг центра т к ПР^ св°бодном ударяется передней частью подошвы о вер>\*жести\* зачастую забоя, в результате чего происходит скол ни\*\*?ка«льн^ю с1еНКУ и повреждение монолитности камня в нижн?неи гРаЧи блока

Длина развала подстилающего материала и П0ДУстУпе- Л = 1,5с + й.

(6.17)

Завалка блока должна производиться трогч по его высоте, а при применении'закладного заДепленным пускается только для первого ряда с нулевой ра1.ыря.завалка до' по подуступу С обязательным соблюдением МЄтчС0ЧЄЙ ПЛ0П\*аДК0Й СТИ, исключающих его свободное перемещен^ ПРЄД°СТОР0ЖНО' закладочного отверстия или откола камня. е при выходе из

При завалке блоков с применением штырей - - -

закладочного отверстия а^0,1 Л. глубина бурения

Расстояние от центра закладочного отверг стенки блока/>0,15 с. НСтия до тыльной

Значения а и / устанавливаются опытным пу^

■\* \* ем.

1. Выемка и погрузка окола на карьерах б^очного

камня

При добыче блоков Природного камня окол -

кранами. Остальные куски окола и штыб щта\* ятся> в основном, эерами в навалы, а затем одноковшовыми экгелир^ют бульдо- погрузчиками грузят в автосамосвалы. Перемеьїкаваторами или окола бульдозерами осуществляют на расстояь\*ение ® карьерах Эксплуатационная производительность булк?е до 30 м\* белировании (окучивании) Дозера при шта-

“ 60УОТТСМ&П&уЙв&п. з/(^и^р),

■ і/ (6.18)

где Уот — объем породы, заполнившей отвал, . 3 т жительность смены; — коэффициент, учитын ; ПР0Д0Л' ние породы в процессе перемещения (при пек9ющии пРосыпа‘ на расстояние 20—30 м, £\*=0,88 + 0,82): к^е“ед^нии окола

тывающий изменение производительности бул ЭФФИЦИент> УЧИ' „ \* \*Ьдозера за счет

228

ляют от 30 до 90 % общего объема извлекаем^ и штыр состав‘ копаемого./ Крупногабаритные куски окола гру\*>Г0 П0лезй0г0 ис‘ кранами. Остальные куски окола и штыб щта\* ятся> в основном, эерами в навалы, а затем одноковшовыми эк елиРУют бульдо- в автосамосвялы ПйпймА5каватоРами или

влияния уклона и дальности перемещения (при подъеме до 10 % и перемещении на расстояние 20—30 м «у—. и,о/і, £в=0,664-0,75— коэффициент использования бульдозера во вре­мени;’ ^‘=-0,91-— коэффициент, учитывающий затраты времени на подготовительно-заключительные операции; /ц — продолжи­тельность рабочего цикла бульдозера, мин; £р=1,5 коэффици-' ент разрыхления породы. Объем породы, заполняющей отвал, определяется по формуле

Уот = <Р, (6.19)

где Лот —высота отвала бульдозера, м; /от — длина отвала буль­дозера, м; Лот = 0,34-0,5 — коэффициент, учитывающий длину отвала, на которую бульдозер внедряется в породу при боковом наборе; ф=304-40° — угол естественного откоса. Продолжи­тельность рабочего цикла

і \_ °>06\*-наб | °>061пер | 0.0Є(^мб + 1пе^\_+^.і ■ (6.20)

Ц «наб угр ^

где 1наб и Іпер —соответственно длина участка, на котором про­исходит набор породы и расстояние перемещения породы (£наб = 8-~10 м); Онаб, Угр, Ооб —скорости движения бульдозера при наборе породы с грузом и в обратном направлении, км/ч, /н. с = 0,074-0,08 мин —время переключения скоростей.

Мощность трактора, кВт .......

74,1—103 132—264

0,55—0,95 0,72—1,25

2,4 2,2-2,8

2,4—4,2 2,5—4,0

Скорость движения бульдозера при, км/ч:

наборе породы

перемещении породы

обратном ходе . . .

Расчетное число бульдозеров для штабелирования окола

пб=у„/(сгб^дн), (6-21)

где У0 — объем окола, перемещаемый бульдозером, м3/год; Л/дн —число дней работы бульдозера в год (исключая дни ка­питального ремонта и технического обслуживания ЛГдн-^4и . 245).

При определении потребного числа бульдозеров расчетное число округляется до целого числа в большую сторону.

Погрузка окола в автосамосвалы осуществляется экскава­торами с вместимостью ковша 0,4—1,25 м3

Производительность экскаватора при погрузке окола в ав­тосамосвал определяется по формуле

= бОЕГсмЯОт.вЛвЬп. з/\*ц, (6\*22)

где £ —емкость ковша, м3; &э = 0,6— коэффициент экскавации, &т в — коэффициент влияния технологии выемки (при погрузке окола может быть принят равным 0,4—0,6); — коэффициентиспользования экскаватора во времени (при погрузке окола в ав­тосамосвалы грузоподъемностью 7—12 т экскаваторами вме­стимостью ковша 0,4—0,65 м3 Ав=0,84-^0,9, 1—1,25 м3 —0,65— 0,75); Лп.э““0,91— коэффициент, учитывающий затраты времени на подготовительно-заключительные операции; =0,484-0,51 продолжительность цикла экскавации.

Производительность погрузчика может определяться по той же формуле, что и экскаватора. При этом продолжительность рабочего цикла погрузчика

к + ^пер ^раз + U + 4,.«, (6.23)

где /н.к=0,14т-0,25 мин —время наполнения ковша;/Пер — время перемещения к месту разгрузки; (ряа=0,05-=-0,08 мин — время разгрузки; \*ВОз — время возвращения погрузчика в забой; =0,17-^0,25 мин — время переключения скоростей.

В связи со, сравнительно небольшими объемами погрузки окола в забоях, экскаватор обычно используется для выемки вскрышных пород и в подготовительных выработках.

Число экскаваторов для выемки горных пород

(6.24)

п



где У; — объемы экскавируемых горных пород, м3/год; — сменная производительность экскаватора при выемке конкрет­ных видов пород, м3,/смену; Мдн — число дней работы экскава­тора в году (исключая капитальные ремонты и техническое об­служивание Л^дн=235-^240).

1. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ
2. **Карьерные грузы и выбор средств для их перемещения**

Технологическими грузами карьеров облицовочного камня являются блоки, окол и штыб, образовывающиеся в процессе производства добычных пород и проходки разрезных и врубо­вых траншей, мягкие и скальные вскрышные породы.

Блоки являются крупногабаритными большой массы недели­мыми грузами. Поэтому основным критерием выбора транспорт­ных Средств для перевозки блоков является масса единичного блока.

Для транспортирования блоков из карьеров на склады кам- необрабатывающих цехов и погрузочные пункты железной до­роги применяются бортовые автомашины, автосамосвалы, при­цепы и трейлеры. Транспортирование блоков массой до 10 т осуществляется бортовыми автомашинами и автосамосвалами

грузоподъемностью до 12 т. Для перевозки блоков массой более 10 т применяются автосамосвалы БелАЗ-540А грузоподъемно­стью 27 т, а также прицепы и полуприцепы грузоподъемностью 20—30 т, При транспортировании крупных блоков для сниже­ния удельной нагрузки на дорожное покрытие, инженерные со­оружения, железнодорожные переезды целесообразно применять трейлеры.

Особо крупные блоки для монументального строительства массой 50—200 т и более вытягиваются из карьеров волоком мощными гусеничными тягачами, сцепленными последователь­но. Для снижения трения блоки наваливаются на салазки, из­готовленные из швеллеров крупного профиля. Блоки меньшей массы могут вытягиваться из карьера на листе металла тол­щиной 40-^50 мм.

Транспортирование окола и вскрышных пород обычно осу­ществляется автосамосвалами грузоподъемностью 12 т. Для этих целей целесообразно применять автосамосвалы КрАЗ-256Б, ко­торые могут быть задействованы и для вывозки блоков.

1. **Требования к карьерным дорогам**

Карьерные автодороги разделяют на постоянные и времен­ные. К постоянным относят подъездные дороги к карьеру, в ка­питальных траншеях и на отработанных уступах в карьере и на отвале. К временным относят дороги на скользящих съездах и на рабочих уступах карьера и отвалов.

По грузонапряженности дороги карьеров облицовочного кам­ня относятся к III категории. Постоянные карьерные дороги строят с щебеночным покрытием. Дорога, проложенная на рых­лых грунтах, состоит из двух-трех слоев основания и слоя по­крытия с пропиткой вяжущими. В основании дороги укладывают слой скальных пород кусковатостью до 150 мм, а затем щебень фракции 5—40 мм. Слой покрытия подготавливают с примене­нием щебня фракции 5—20 мм и отсевов. Общая толщина покрытия дороги до 500 мм. Для укрепления покрытия и пылепо- давлёния применяют органические вяжущие —битумы, камен­ноугольные дегти или неорганические растворы сульфитноспир­товой барды различной концентрации.

При прокладке дорог на скальных грунтах после выполнения планировочных работ используют выравнивающий слой из щебня и отсевов скальных пород толщиной 100—150 мм с пропиткой вяжущими.

Временные дороги устраивают без покрытия. При располо­жении дороги на скальных породах для уменьшения Износа Шин дорожное полотно посыпается слоем отсева скальных пород.

Постоянные дороги применяются двухпутными. Ширина про­езжей части принимается 9 м для автомобилей КрАЗ и 10 м

для автосамосвалов БелАЗ-540. Ширина обочин карьерных до- рог 1,5 1,8 м. Максимальный продольный уклон принимается 8 %, поперечный уклон составляет 2 %. Радиусы кривых в плане на постоянных дорогах составляют 30—'100 м, временных — 9— 25 м. В связи с незначительными объемами грузоперевозок вре­менные дороги в карьерах облицовочного камня принимаются однополосными.

Производственные дороги в карьерах должны располагаться вне призмы обрушения уступа и развалов. В карьерах со сто­роны бровки уступа производится ограждение дорог путем от­сыпки вала горной породы. Высота вала ограждения 1—1 5 м ширина основания 1,5—З м. ’ ’

1. **Перевозка блоков автомобильным транспортом**

Крупные блоки грузят в автотранспорт одним ярусом. При перевозке мелких блоков IV -V групп по ГОСТу и заготовок для изготовления колотых изделий их можно грузить в два и более яруса из расчета, чтобы за пределы габарита кузова по высоте выходило не более 7з высоты блока или заготовки. Во избежа­ние опрокидывания во время движения блок в кузове автома­шины должен располагаться ребром минимального размера вверх. В зависимости от размеров и массы блока, а также гру­зоподъемности автотранспорта одновременно можно транспор­тировать один или несколько блоков. Блоки в кузове должны рас­полагаться так, чтобы по возможности достигалась равномер­ная нагрузка на колеса.

Производительность бортовой автомашины или автосамо­свала

Л а7см&т-. а^в^п. з ■ ■

гг-—\* (6 25> ;

: . ■ 1

где Га - грузоподъемность автомашины, т; йг. а = 0,4-М),8 — ко-. '■ эффициент использования грузоподъемности автомобиля; &в —

=0,7-т-0,8 коэффициент использования автомобиля во вре-

мени, &ц. э=0,91 — коэффициент, учитывающий затраты времени ^ на подготовительно-заключительные операции; ?об — полное % время оборота автомобиля. -

Полное время оборота автомобиля У

^'4 + (^Т+1^г)і,”+<р + ("’ (6-26)

где 4 к 4Р — время соответственно погрузки и разгрузки автома­шины' (определяется по числу и продолжительности циклов кра­нового оборудования); Од. г и Од; п—средние скорости движения соответственно груженой и порожней автомашины (для авто­мобилей КрАЗ цд,г = 15-т-20 км/ч, Уд. и—20-7-25 км/ч; для 232

БелАЗ-540Б од.г= 10-г 15 км/ч, од. 184-25 км/ч); £м=3 мин — время маневров автомашины; Тот —- протяженность транспорти­рования. ,

- Производительность автосамосвала при транспортировании окола, горной породы при проходке разрезных и врубовых тран­шей и вскрышных пород определяется по формуле (6.25). При этом значения показателей, входящих в формулу, принимаются равными; при транспортировании крупногабаритных кусков окола Агр=0,7ч-0,8, £п —равным числу и продолжительности циклов погрузки окола краном, £р=1 мин; при транспортирова­нии окола, горных пород из подготовительных выработок и вскрышных пород, погружаемых экскаваторами Агр—0,9-=-1; £п — равным продолжительности погрузки автосамосвала экс­каватором, £р=1 мин.

Расчетное число автосамосвалов для перевозки блоков и крупногабаритных кусков окола

УбР Ук. оР (

(6,27)

0я. б^дн Оа. к^дя

где Уб и Ук. о — объем блоков и крупногабаритных кусков окола, перевозимых автотранспортом в год, м3; ^а. б и Qa.it произво­дительность автомашин при транспортировании блоков и круп­ногабаритных кусков окола, м3/смену; р — средняя плотность по­роды, Т/м3; #дя—230-7-235 — число дней работы автомашины в год (за исключением затрат времени на ремонты и техниче­ское обслуживание). Число инвентарного парка подвижного со­става

Яп = Па£н/&т. г, ' (6-28)

где А„= 1,1—коэффициент суточной неравномерности перевозок; йт г-\_ коэффициент технической готовности парка (при одно­сменном режиме работы Ат. г=0,85).

1. Перевозка блоков железнодорожным транспортом

Блоки природного камня поставляются потребителям, как правило, железнодорожным транспортом. Перевозка блоков осуществляется на платформах и полувагонах без тары. Блоки грузятся стреловыми, козловыми, мостовыми кранами. Блоки размещаются равномерно на полу вагона в один ярус. Разме- щаются блоки на деревянных подкладках толщиной 25—40 мм по возможности вплотную друг к другу. Для предотвращения их продольного и поперечного смещения каждый блок крепят упорными и распорными брусамй толщиной 50—100 мм. Разме­щение и крепление блоков осуществляется в соответствии с рас­четами, выполненными по Техническим условиям погрузки и крепления грузов, утвержденным МПС. Особо крупные блоки ' 233

большой массы транспортируют на специальных платформах по отдельному согласованию с железной дорогой. Такие блоки грузят железнодорожными кранами большой грузоподъемности.

1. РАЗГРУЗКА И СКЛАДИРОВАНИЕ
2. Требования к складам сырья

Склады сырья предназначены для складирования блоков, по­ступающих из карьеров, и подачи их в камнеобрабатывающие цеха или отгрузки потребителям. Склады блоков устраиваются открытого типа. Площадки складов имеют щебеночное (гравий­ное; или бетонное основание, обеспечивающее сток воды.

Склады блоков оборудуют погрузочными средствами. Наибо­лее рациональным является склад, оборудованный козловым консольным краном с вылетом консоли над железнодорожной веткой Рекомендуемая грузоподъемность козлового крана 20— 30 т. В качестве погрузочно-разгрузочных средств на складах могут применяться также мостовые и стреловые краны. Однако рабочая зона мостовых и стреловых кранов по сравнению с коз­ловыми ограничивается и вместимость склада при одинаковых площадках снижается.

Блоки складируют штабелями высотой не более 2,5 м В шта­беле размещается не более Двух рядов блоков. Между штабе­лями оставляются проходы не менее 1 м: Для обеспечения бы­строты и безопасности строповки блоки укладывают на депе- вянных прокладках. р

Площадь склада сырья

5с = *Ухкхк2 ус/к3,* (6.29)

Ух **объем блоков одновременно хранящихся на складе, м\* (принимается равным 1—2-месячной производительности карь­ера;;** «1 **1,5 - коэффициент, учитывающий проходы между шта- -оск;** 3/2 **1,3“ коэффициент, учитывающий проезды; ус =** - 2Ь и/и **—удельная вместимость склада; й3=\*0,8 —коэффи­циент использования площади склада.**

1. Грузозахватные устройства для погрузки и разгрузки блоков

Грузозахватные устройства, являющиеся связующим звеном между рабочим органом крана и грузом, разделяются на уни­версальные и специализированные.

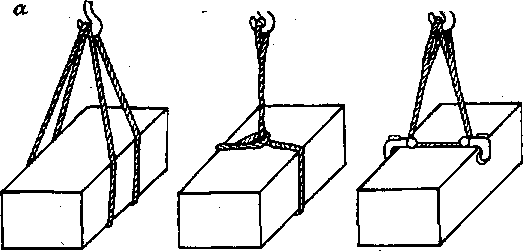
Для люгрузки я разгрузки блоков природного камня приме- няют в основном универсальные стропы, представляющие со­бой гибкая несущий элемент из стального проволочного каната.

234

6

*6*

Рнс. 6.3, Грузозахватные устройства



Стропы изготовляют петлевые и одноветвевые. Обычно для по­грузки блоков применяют петлевые стропы с длиной замкнутой петли до 30 м и одноветвевые стропы, изготовленные из канатов диаметром до 30 мм. Концы каната в петлевом стропе соеди­няют заплеткой на длину, равную 40 диаметрам каната. На кон, цах одноветвевого стропа аналогичным способом делаются

петли

Строповку блока петлевым' стропом выполняют в обхват че­рез нижнюю грань (рис. 6,3, а), а одноветвевым стропом —в об­хват через нижнюю грань с креплением стропа на удав (рис. »6.3 б). С целью увеличения срока службы стропа, работающего на\* удав используются скользящие запирающиеся крюки, пред­ставляющие собой свободно надетую на ветвь стропа стальную втулку с чалочным йрюком на боковой поверхности. Для повы­шения прочности и гибкости стропов в местах заплетки концов изготавливаются специальные замкнутые плетеные и двухпет левые плетеные стропы.

Достоинством канатных строп является возможность их при­менения При выполнении погрузочно-разгрузочных работ с бло­ками разного габарита и массы. Недостатком гибких строп яв­ляется необходимость выполнения вспомогательных работ'при заводке строп под нижнюю грань блока, расположенного на

подошве уступа. . '

В качестве специализированного грузозахватного устройства при погрузке и разгрузке блоков может применяться канатно- стягивающее устройство с заостренными концевыми упо- рами, вставляемое в отверстия, предварительно пробуренные.«\* двух параллельных гранях блока на глубину до 50 мм (рис. •6.3 в). Использование канатно-стягивающего грузозахватного устройства значительно уменьшает продолжительность стро­повки а следовательно, повышает производительность погру­зочно-разгрузочных работ. Недостатком применения этого гру­зозахватного устройства является необходимость предваритель-

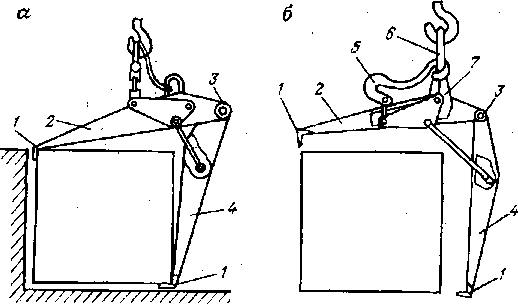


Рис. 6.4. Специализированные грузозахватные устройства конструкции Ле­нинградского горного института:

погрузки колотых блоков массой до 8 т; б - для погрузки пиленых блоков Д0 5 т' с~ааплечнкн: 2 — верхний рычаг; 3 — шарнирное соединение- 4 — боковой рычаг; 5 - криволинейное звено; (Г-проушина; 7 --кронштейн

ного бурения на двух гранях блока шпуров для фиксации за­хвата.

Для погрузки колотых блоков массой до 8 т и пиленых бло­ков массой до 5 т Ленинградским горным институтом разрабо­таны специализированные рычажные грузозахватные устрой­ства (рис. 6.4).

Другие виды грузозахватных устройств для погрузки и раз­грузки блоков природного камня широкого применения не по­лучили из-за невозможности их надежного соединения с грузом.

При погрузке и разгрузке блоков должны приниматься меры по предохранению ребер и углов блоков от повреждений и за­грязнений.

1. Приемка, маркировка и поставка блоков природного камня

Добытые блоки вывозят из карьера на склад сырья только после их приемки техническим контролем предприятия-изгото­вителя. Приемка блоков в карьере осуществляется поштучно.

Объем блока определяется по размерам вписанного прямо­угольного параллелепипеда. На двух смежных гранях каждого Добытого блока наносят несмываемой водой краской индекс ме­сторождения, номер блока, его длину, ширину, высоту и объем. Данные,по каждому блоку, производимому предприятием, для всех потребителей и камнеобрабатывающих цехов при карьере заносятся в журналы учета добычи и лабораторных испытаний. 236

Поставка блоков потребителям, отпуск их для собственной переработки в камнеобрабатывающем цехе карьера осуществ­ляется со склада сырья. ' „

Потребителям блоки поставляются партиями. Партией счи­таются блоки, одновременно отгружаемые одному потребителю в одном железнодорожном составе или в одном судне. При от­грузке автомобильным транспортом партией считаются блоки, поставленные одному потребителю в течение суток.

Габаритные размеры блоков для транспортирования опреде­ляются по описанному прямоугольному параллелепипеду, Масса блоков для транспортирования определяется взвешиванием на железнодорожных или автомобильных весах. При их отсутствии масса блока

м = (Ув.,+у„,о)р/2, <6-30>;

где Уб.4 и V«.о — объем блока соответственно по вписанным и. описанным размерам; р — средняя плотность породы, т/м . ; -

При поставке блоков предприятие-изготовитель передает по­требителе на каждую партию документ о качестве с указанием ■ наименования предприятия, его ведомственной подчиненности и адреса, наименования горной породы и месторождения, физико- технических свойств породы и других показателей, установлен­ных стандартом. К партии прикладывается спецификация на блоки с указанием группы и объема каждого блока.

1. СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ
2. Ї. СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

Технологический процесс, в результате которого камню при­дают требуемую форму, размер и фактуру лицевой поверхности, состоит из ряда операций, которые на предприятиях в настоящее 0ом\*Я выполняются почти полностью механизированным спосо-

Современный технический прогресс позволил камнеобраба­тывающей промышленности применять для обработки камня различные методы разрушения горных пород, которые подразде­ляются на два вида: механические и физико-технические.

Классификация способов обработки декоративного камня, основанная на существующих методах разрушения пород, при­ведена на рис. 7.1. \*

Механические методы обработки камня, такие, как скалыва­ние, резание й ударное - разрушение, до настоящего времени яв­ляются наиболее распространенными. Скалывание применяется для получения строительных изделий с фактурой «Скалы» и производится, как правило, вручную с помощью набора клиньев. При £том используются анизотропные и хрупкие свойства камня. В последнее время в практику все шире внедряются ко- лочные станки относительно простой конструкции, имеющие два стальных ножа, армированных твердосплавным инструментом, в Движение гидравлическими цилиндрами.

При обработке камня методом скалывания достигается не­сколько видов фактурной обработки, которые подразделяются на следующие группы:,

фактура рельефной и плоской «Скалы»; первая получается путем скалывания по периметру лицевой поверхности камня за­конником и молотком. В процессе обкалывания камню можно придать рельеф различной глубины. При расколе камня на ко- лочном станке может быть получена менее рельефная фактура «плоссфц скалы». Рельеф фактуры «Скала» имеет высоту от 50 мм я более; ■ \*

бугристая фактура, характеризующаяся наличием на лице­вой поверхности равномерно-распределенных бугров и впадин, получаемых от обработки скалывающими инструментами. Эта

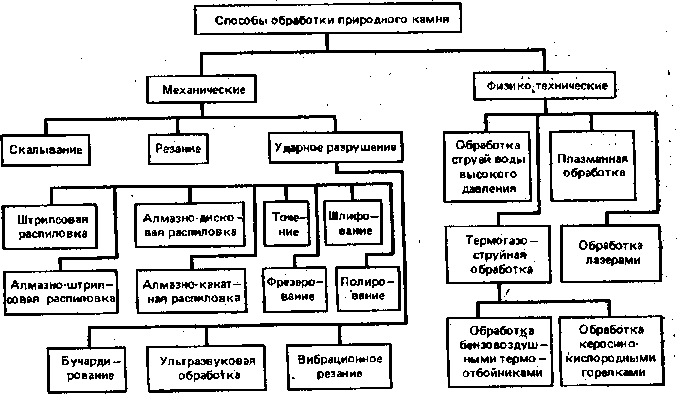


Рис. 7.1, Клд',''ифи1гя!тия способов отработки природного камня, применяем мых при производстве тесано-полированных каменных изделии

фактура подразделяется на мелкобугристую с высотой рельефа

3 7 мм и крупнобугристую с высотой рельефа 7-—|5 мм. Бугрит

стую фактуру получают путем раскалывания камня на колон­ных станках или обработкой камня шпунтом и узкой скарпелью, рифленая фактура характеризуется наличием параллельных борозд с высотой .рельефа от 0,5 до 3 мм и достигается путем обработки распила пород средней твердости троянкой. Рифле­ная фактура может быть достигнута путем обработки камня на строгальных станках с помощью гребенчатого резца. .

Резание —это наиболее современный способ обработки камня. Самое широкое распространение в настоящее время по­лучила обработка камня штрипсовой распиловкой, которая под­разделяется на: А я

штрипсовую распиловку с применением стальной и чугунной

дроби;

алмазно-штрипсовую распиловку.

Дисковая распиловка сейчас приобретает все более широкое распространение, применяется для распиловки пород любой прочности и подразделяется на два вида; алмазно-дисковая рас­пиловка и дисковая распиловка резцами.

В последнее время в отечественной и зарубежной практике все большее распространение для резания горных пород полу­чает канатная распиловка, причем для пород самой различной твердости, развитие которой идет в трех направлениях;.канатная распиловка с помощью абразива; алмазно-канатная расййловка,

распиловка канатами, армированными твердосплавными шай­бами.

Обработка мягких пород и пород средней твердости реза­нием может также производиться строганием камня на специ­альных строгальных станках с использованием в качестве инст­румента резцов, армированных твердым сплавом ВКЗ и ВК38, а также точением камня на токарных станках при производстве изделий цилиндрической и сложной поверхности вращения (де­тали декоративных лестниц, колонн и других). Фрезерование камня может быть выполнено торцовыми, вальцовыми и диско­выми фрезами. Вальцовые фрезы, как правило, состоят из на­бора различных фасонных фрез, необходимых для получения сложных профилей, и применяются не очень часто.

Для отрезания плит используются дисковые фрезы, армиро­ванные алмазом или твердым сплавом ВК8, а для получения чи- стотесанной декоративной поверхности широко применяются торцевые фрезы.

Камни шлифуются на станках портального, рукавного, пла­нетарного и других типов. При этом процесс шлифовки состоит из нескольких этапов, как правило, из пяти. Это грубое шлифо­вание, черновое шлифование, первое и второе шлифование и лощение. Шлифование производится шлифовальными шарош­ками на карборундовом зерне либо шлифовальным инструмен­том на синтетических алмазах.

Камень полируется войлочными и матерчатыми кругами с применением пасты ГОИ (оксида хрома), либо азотно-кислого олова. В последнее время в практике камнеобрабатывающих предприятий все чаще внедряется полирование алмазными ин­струментами.

При резаиии камня вышеизложенными методами достига­ется ряд фактур обработки. В практике такой фактурной об­работки чаще всего встречаются три вида: шлифованная, имею­щая сЛеды инструмента; лощеная, в которой следы инструмента отсутствуют, а поверхность камня имеет слабый блеск; полиро­ванная, характеризующаяся зеркальным блеском.

В практике производства тесаных изделий наиболее ши­роко применяется ударное. разрушение камня, производимое в основном вручную с помощью клиньев, закольников, скар­пелей\* бучард, шпунтов, троянок и пневмо молотков. Это так называемые классические методы ударной обработки.

Йз указанных видов обработки наиболее распространен- ным является бучардирование камня, которое выполняется РУ™ бучардами, пневмобучардами и пневмокиянками с 25, 36\* 64 Й 100 зубьями. Бучардирование камня в практике кам- необрЫютки широко применяется' при производстве ступеней, бордюров, устоев мостов, оснований памятников и других из­делий.

При этом виде обработки достигается точечная фактура обработки.

Сейчас в промышленности . и, в частности, для декоратив­ной обработки камня все шире применяется ультразвуковая обработка. Камень обрабатывается ультразвуком в абразив­ной среде, процесс обработки протекает медленно, но харак­теризуется высокой точностью. В качестве источника ультра­звука применяются ультразвуковые генераторы УЗГПОУ (10 кВт) или УЗГ-2,5А (2,5 кВт) и магнито-стрикционные

преобразователи для механической обработки ПМС-15А-18 частотой 18 кГц и мощностью 4 кВт.

В камнеобработке ультразвуковые колебания использу­ются в трех направлениях:

в целях раскрытия естественной фактуры распиленных и шлифованных плит без полировки. При' этом ультразвуковое поле создается в жидкой среде;

для интенсификации существующих технологических про­цессов путем наложения ультразвуковых колебаний на камне­обрабатывающий инструмент;

для ультразвуковой размерной сложно-профильной обра­ботки в абразивной среде.

Особенно высокоэффективной, как показали результаты эк­спериментов, проведенных НИИКСом, является ультразвуко­вая обработка распиленных или грубошлифованных плит в водной среде, в которой сформировано ультразвуковое поле, обеспечивающая удаление разрушенного и затертого слоя под влиянием кавитации. При этом камню придается вид свежего излома. -

Большую технологическую эффективность, особенно При алмазном шлифовании природного камня, дает наложение ультразвуковых колебаний на режущий инструмент. При этом снижается износ инструмента, повышается производитель­ность обработки, улучшается качество обработанной поверх­ности. Специалистами предложен простой и надежный способ возбуждения ультразвуковых колебаний в алмазном инстру­менте, по которому металлическая связка выбирается из ме­талла, имеющего магнитострикционные свойства. Вокруг ин­струмента создается переменное магнитное поле. Применение такого способа позволяет отказаться от сложной колебатель­ной системы.

С помощью ультразвуковой размерной обработки можно получить рельефное изображение на камне любой сложности. Обработка камня ведется металлическим инструментом, имею­щим негативное изображение требуемого рисунка. В послед­нее время ведутся исследования по совершенствованию про­фильной обработки камня на основе вибрационнокопироваль­ной обработки камня в свободном абразиве. Ультразвуковая

обработка камня имеет большую перспективу, так как ' этот способ позволяет также получать на камне различные изобра­жения.

В последние годы в отечественной и зарубежной практике все шире экспериментируется вибрационное или ударно-сило­вое резание (динамическое скалывание), основанное на ис­пользовании колебательных движений резцового инструмента с амплитудой 1,5—2 мм и частотой 1500—3000 колебаний в минуту.

Наиболее эффективное виброрезание камня достигается при вертикальном шахматном расположении лопаточных- рез­цов на держателях. Лабораторные и экспериментальные за­водские испытания вибрационных станков, проведенные ВНИИНСМ, показали, что их производительность в 5—6 раз выше ручной обработки камня, однако они весьма энергоем­кие и требуют существенной доработки.

Научные открытия и технический прогресс позволяют все шире практиковать для обработки камня физико-технические методы, находящиеся в отечественной и зарубежной практике в стадии расширенных исследований и опытно-промышленных испытаний, и в ближайшем будущем они будут наиболее пер­спективными.

Сегодня наиболее широкое практическое применение из этих методов получила обработка камня термореактивными газовыми горелками бензовоздушного и керосино-кислород­ного типов. Бензовоз душные термоотбойники сейчас широко внедрены в производство для изготовления тесаных йзделий на Коростышевском, Емельяновском, Богуславском, Янцев- ском и других предприятиях Украины.

Термоотбойники применяются для изготовления архитек­турно-строительных деталей, механических изделий, и при изготовлении монументов из пород высокой крепости. Наиболь­шее распространение получили воздушные газоструйные тер­моотбойники Т-5, разработанные Харьковским авиационным институтом, основной частью которых является прямоточный воздушно-реактивный микродвигатель, работающий на сжа­том воздухе и бензине или керосине. -«Режущим лезвием» тер- ; моотбойника, непосредственно воздействующим на горную породу при ее обработке, является сверхзвуковая высокотем­пературная газовая струя, вытекающая из сопла реактивного Мйкводвигателя.

Широкое применение термоотбойников в камнеобработке ; обесдочило значительное улучшение условий труда каменоте­сов, полное устранение профессиональных заболеваний (виб- ? роболёзии и силикоза), повышение производительности труда в 5—10 раз по сравнению с пневматическим камнеобрабаты- , вающим инструментом, снижение себестоимости выпускаемо!!

продукции и сокращение расхода твердосплавного инстру­мента. Обработка камня термореактивными горелками нашла широкое применение также и за рубежом в таких странах, как США, ГДР и др.

В последние годы достигнуты неплохие результаты по об­работке камня токами высокой частоты. Наиболее приемлем, этот способ для приготовления блоков-заготовок по производ­ству ступеней, бордюра, парапета и прочих подобных изделий. Для этих целей используются высокочастотные колебания в диапазоне 3—7 и 15—20 МГц. Высокочастотный ток пода­ется к специальным линейным электродам, плотно соприкаса­ющимся с блоком и расположенным по противоположным его сторонам. При этом энергия поглощается горной породой в местах контакта с электродами, в результате чего образу­ются две клиновидные зоны нагрева породы, между которыми происходит тепловой пробой и блок разделяется на части. На­правление раскола камня зависит от пространственной ориен­тации плоских электродов. Разрушение пород токами высокой частоты совершенствуется и имеет большую перспективу.

Все больший интерес у специалистов камнеобработки вы­зывает плазменное разрушение горных пород кристалличе­ской структуры. Учеными разрабатывается множество конст­рукций плазмотронов в виде ручных горелок типа термоот­бойников. Струя, вытекающая из сопла плазмотрона, имеет скорость 500—1000 м/с и температуру 22000—24000 °С и прак­тически режет все: металл, камень, стекло, керамику. Однако получение плазменной струи пока еще дорогостоящее и тре­бует ряда совершенствований, из-за чего вопрос использова­ния плазморезов в камнеобработке решен еще недостаточно полно.

В последние годы отечественными и зарубежными уче­ными ведутся исследования по обработке камня лазерами как на основе полного разрушения, так и для ослабления породы в целях последующего разрушения механическими способами. Квантовыми генераторами практически можно будет эффек­тивно разрушать любую горную породу, придавая ей при об­работке любую форму, а также получать объемные и барель­ефные изображения. Следует отметить, что. определенных ус­пехов добились в этом вопросе ученые Массачусетского тех­нологического института (США).

Специалистами ГДР разработан способ обработки камня высокоскоростной водяной струей, подаваемой под давлением более 10 МПа через сопло диаметром в несколько миллимет­ров. Такая струя под действием своей кинетической энергии оказывает режущее воздействие на камень, прорезая его за один проход на глубину до 4 см. При этом для повышения эффективности резки камня необходимо добиться полного

устранения завихрения струи после выхода ее из сопла, что достигается путем добавки в рабочую жидкость полностью или частично растворимых в воде специальных добавок. Решению этой задачи лучше всего соответствуют вещества с длинными цепными молекулами и особенно пол и этиленгликоль. Ско­рость резания камня значительно возрастает, если на неболь­шом расстоянии от отверстия сопла в воду подается нераство­римая добавка, усиливающая действие резания, например пе­сок, мелкая чугунная сечка и др.

В настоящее время ведутся исследования по сочетанию водяных струй с электрогидравлическим эффектом. Это по­зволяет получать водяные струи с частотой пульсации 300—„ 3000 импульсов в минуту, что дает возможность Эффективно разрушать породы любой прочности. Как показали резуль­таты исследований и экспериментов, выполненных в ГДР, производительность реза гранитов достигает до 5 м2/ч, т. е. это позволяет снять ленту толщиной 3—5 см до 5000 м/смену. Этот способ обработки камня на сегодня является, энергоем­ким, а оборудование отличается сложностью, но в ближайшем будущем его ожидает большая перспектива.

Следует также упомянуть о зарождающемся и перспектив­ном способе термо-механического разрушения камня, заклю­чающемся в предварительном термическом ослаблении свойств породы и последующем разрушении резцовым инструментом.

Описанные выше механические и физико-технические спо­собы обработки горных пород позволяют значительно инду­стриализовать камнеобрабатывающее производство, совер­шенствовать технологию обработки камня, организовать по­точное производство изделий из камня, повысить их качество, эффективно и комплексно использовать минеральное сырье\* улучшать технико-экономические показатели камнеобрабаты­вающих предприятий.

* 1. ТЕРМОГАЗОСТРУЙНАЯ ОБРАБОТКА

Одним \*из прогрессивных способов обработки твердых по­род является разработанный в нашей стране термогазоструй­ный способ. Этот способ нашел весьма широкое применение. Архитектурно-строительные, дорожные, мостовые и другие де­тали, а также различные технические изделия из гранита чаще всего изготавливаются термогазоструйным способом. Кроме того он широко используется при сооружении памятни­ков и монументов из твердых пород. !

Большие разработки по совершенствованию этого способа проводятся Харьковским авиационным, Казахским политех­ническим, Московским и Ленинградским горными институт

тами. Определенные успехи в совершенствовании термогазо­струйного инструмента достигнуты специалистами ПО Жито- мирнерудпром. '

Термическое и термомеханическое разрушение горных по­род с использованием в качестве генераторов высокотемпера­турных и высокоскоростных газовых струй реактивных горе­лок имеют большую перспективу как в отечественной, так и в зарубежной практике камнеобработки. 'Широко внедрены эти способы в промышленности ГДР, Болгарии, США.

Термических способов обработки камня существует не­сколько. Это термогазоструйный, термогазодинамйческий, тер­момеханический, плазменный и др.

Наиболее распространенным является термогазоструйный способ. При этом разрушение породы происходит под воздей­ствием факела раскаленных газов с температурой 2000 К, ис­текающих из сопла со скоростью 2500 м/с, которые, соприка­саясь с поверхностью камня, создают тепловой ударный им­пульс.

В последнее время все больше применяется термогазоди­намический способ разрушения камня, основанный на интен­сификации процесса теплоотдачи от струи к породе и исполь­зовании кинетической энергии этой струи для разрушения путем непосредственного силового газодинамического воздей­ствия, что достигается горелками пульсирующего типа.

Как показывают результаты исследований и промышлен­ных испытаний далеко не все породы поддаются термогазо­струйной обработке, а производительность ' термогазоструй­ного инструмента в конечном итоге зависит от зернистости породы, общего показателя ее твердости и содержания в ней темноцветных минералов и кварца.

Как показали эксперименты и результаты исследований, производительность сбоя камня огнеструйным резанием нахо­дится в корреляционной зависимости от следующих факторов: — содержания темноцветных минералов, особенно биотита и роговой обманки, %; — коэффициента равномерности

распределения минералов, который определяется на основе петрографического анализа породы; .XV— предела прочности породы при сжатии, МПа.

Н. В. Дегтяренко, выполнив математическую обработку на ЭВМ «Минск-22» данных экспериментов, установил корреля­ционную зависимость производительности огнеструйной резки камня Ятер (см3/мин) в зависимости от указанных факторов.

Ятер = 1055,5947—91,46Х,+258,2684Ха +0,01406Х3. (7.1)

Коэффициент корреляции составляет 0,9—0,91, что свидетель­ствует о высокой надежности результатов.

Приведенная выше расчетная формула регрессии дает воз­можность с достаточной точностью определить минутную про­изводительность сбоя камня термогазоструйным инструмен­том в зависимости от главных переменных факторов, что по­зволяет специалистам с достаточной точностью рассчитывать сменную производительность термической обработки камня.

Согласно классификации НИИКС горные породы по обра­батываемости термогазоструйным инструментом подразделя­ются на три класса:

легкообрабатываемые породы,' к которым относятся круп­нозернистые граниты с хорошо выраженными кристаллами кварца и прочностью на сжатие 120—150 МПа;

породы средней обрабатываемости. К ним относятся гра­ниты с содержанием кварца до 30 % и пределом прочности при сжатии 200 МПа;

труднообрабатываемые породы, к которым следует отно­сить граниты и другие сходные с ним породы, содержащие кварца до 20%, а их предел прочности при сжатии состав­ляет 200 МПа и выше.

В настоящее время существует два основных направления создания термогазоструйных аппаратов: аппараты, работаю­щие на бензовоздушной смеси и керосино-кислородные термо- га зои нстру менты.

Из керосино-кислородных горелок наибольшее распростра­нение имеет инструмент конструкции Казахского политехни­ческого института ТР-14/22-5М, работающий в широком диа­пазоне режимов.

Горелка представлена пистолетообразным инструментом, состоящим из камеры сгорания, системы трубок для подвода керосина и кислорода в камеру сгорания, завихрителей керо- ^ сина и кислорода в камере сгорания, вентилей подачи кисло- ; рода и керосина и водоохлаждающих трубок. Кислород пода- 1 стся в инструмент под давлением до 1,5 МПа, охлаждение инструмента, водяное. Керосино-кислородные инструменты' имеют высокую производительность, позволяют эффективно ' выполнять глубокое резание камня, производить значитель\*“] ный съем камня, однако они расходуют много горючего и ну-| ждаются в обязательном наличии кислородной рампы типа :5 УРР-600 или УРР-700. Керосино-кислородная горелка типа?! ТР-14/25—5М характеризуется следующими параметрами: касса инструмента 2,3 кг, длина 470 мм, диаметр калибратора 22 :;нм, давление кислорода 1,3—1,5 МПа, расход керосина | Ю-г-12 л/ч, расход кислорода 15—18 м3/ч, скорость истечения^ газовой струи средняя 2500 м/с, температура газового факела! свышС 2000 К. |

Бблее простыми по конструкции, дешевыми в эксплуатаций; и доступными а производстве являются бензовоз душные тер^



могазоструйные горелки, которых в настоящее время сущест­вует несколько ^модификаций, отличающихся между собой главным образом системой циркуляции воздуха вокруг ка­меры сгорания и своими размерами. По размерам термогазо­струйные беизовоздушные инструменты подразделяются на два вида: тяжелого массой свыше 2 кг и легкого типа массой, до 2 кг.

Бензовоз душный термоотбойник представляет собой инстру­мент, имеющий форму пистолета, основной частью которого является прямоточный воздушно-реактивный микродвигатель\* работающий на сжатом воздухе и бензине. Сбой камня при его обработке производится сверхзвуковой высокотемператур­ной газовой струей, вытекающей из сопла реактивного ми­кродвигателя.

В настоящее время существует большое число конструк­ций бензовоздушных термогазоструйных отбойников. Это та­кие, как Т-3 и Т-5 конструкции Харьковского авиационного\* института, Т-ЗА конструкции Янцевского гранитного карьера, ЛТ-4, ЛТ-1 конструкции Ленинградского горного института, ЛЯ-3 конструкции центральных ремонтных мастерских ПО- Житомирнерудпром и другие. Остальные модели указанных горелок изготовляются Кировокансшм заводом автогенного\* машиностроения, некоторыми центральными ремонтными ма­стерскими ПО Житомирнерудпром.

Народным предприятием Лаузитцер (ГДР) при обработке камня широко используются термоотбойники собственного про­изводства типа ТВЗ для предварительной обработки и ТВ1 для точной обработка поверхности камня.

Сопоставление характеристик бензовоздушного инструмента различных марок и типов приведены в табл. 7.1. Данные при­ведены при вытеснительной системе подачи горючего и окисли­теле— сжатый воздух.

Производительность термогазоструйных отбойников зави­сит от следующих показателей: физико-технических и текстур­ных особенностей строения обрабатываемой породы; внутри- камерного давления; скорости истечения газовой струи; величи­ны удаления сопла камеры от поверхности обрабатываемого\* камня; профессионального мастерства оператора.

Усредненная производительность термоотбойников тяже­лого типа при обработке легкообрабатываемых кристалличе­ских пород типа Коростышевских, Богуславских гранитов со­ставляет 80—100 см3/мин.

Применение в камнеобработке газоструйных термоотбой­ников обеспечивает значительное улучшение условий труда каменотесов, полное устранение таких профзаболеваний как виброболезнь и силикоз, повышение производительности -труда по сравнению с методом бучардирования в 7—-10 раз, свиже-

Таблица 7.1

Характеристики некоторых бензо-воздушных термоотбойников отечественного и зарубежного производства

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Т-5  (тяжелый) | т-з  (тяжелый) | ЛТ-1  (легкий) |
| Г орючее | Бензин | Бензин | Бензин |
| Давление подачи, МПа: воздуха | или  керосин 0,4—0,6 | 0,4—0,6 | 0,3—0,6 |
| горючего | 0,4—0,6 | 0,4—0,6 | 0,3— 0,6 |
| Расход воздуха, м^мин | 2,5—3,0 | 0,25—0,3 | 0,15 |
| Расход горючего, л/ч | 10—12 | 0,8—0,9 | 0,6—0,7 |
| Охлаждение | Воздушное, | Воздушное | Воздушное |
| Масса инструмента, кг | регенера­  тивное  3,5 | 2,3 | 1.6 |

Продолжение табл. 7.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | АЯ-З  (тяжелый)  . | тв-з  (ГДР) | ТВ-1  (ГДР) |
| Г орючее  Давление подачи, МПа: | Бензин | Бензин | Бензин |
| воздуха | 0,4—0,6 | 0,6—0,8 | 0,6—0,8 |
| горючего | 0,4—0,6 | 0,6—0,8 | 0,6™0(8 |
| Расход воздуха, м3/мин | 0,29—0,3 | 0,48—0,5 | 0,2 |
| Расход горючего, л/ч | - 0,1—0,11 | 1,80 | 0,8 |
| Охлаждение | Воздушное | Воздушное | Воздушное |
| Масса инструмента, кг | 2,0 | 3,0—3,5 | От 1,4 до 2,0 |

ние дорогостоящего твердосплавного инструмента и снижение себестоимости изготовляемой каменной архитектурно-строи­тельной продукции.

* 1. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ КАМЕННЫХ ИЗДЕЛИИ

Для нужд бумажной, лакокрасочной, фарфоро-фаянсовой, текстильной, пищевой промышленности камнедобытчикам и камнеобработчикам приходится изготовлять широкий ассор­тимент каменных технических изделий, таких, как валы и вальіДО\* катки для бегунов и подовые камни, жернова и дру­гие. Особенно велик спрос на валы для бумаго- и картонодела- тельных машин. Увеличиваются ежегодно также и экспортные поставки гранитных валов.

Несмотря на то, что в СССР имеется много месторождений гранита, далеко не все из них пригодны для добычи блоков на залы, особенно крупных типоразмеров.

Поэтому сегодня проблема расширения сырьевой базы ' крупноблочного гранита для производства валов и удовлетво­рения в них нужд бумажной и других отраслей промышлен­ности стоит на первом -плане. Для этих целей пригодны 'в ос­новном граниты кировоградско-житомирского и днепровско\* токовского комплексов, наиболее соответствуют граниты Янцев- ского в Запоржской, Тайского и Старо-Бабанского в Черкас­ской, Токовского в Днепропетровской, Константиновского, Трикратненского в Николаевской, Богуславского в Киевской областях. Из них в настоящее время единственным поставщи­ком гранитных валов для предприятий бумажной промыш­ленности страны является Янцевский карьер «Запорожнеруд- прома» МПСМ УССР. Причем, если поставка заготовок валов , малых размеров производится примерно в объемах заявок, то удовлетворение нужд промышленности в заготовках валов; крупных типоразмеров производится только наполовину. Из­готовление же крупных валов размерами 7,5x1,5 м и более организовать не представляется возможным из-за отсутствия сырья.

Перспективным направлением изготовления заготовок ци­линдрических изделий (валов, вальцов, катков, подов) явля­ется их выбуривание непосредственно в массиве. Научно-про- ' изводственным объединением УкрНИИстромпроект Мин- стройматериалов УССР разработай агрегат для выбуривания цилиндрических изделий. В основу разработок положен спо­соб дробового бурения кольцевым забоем при помощи буро­вой коронки с магазинами (пазами) для дроби. Технологиче­ские параметры режима дробового бурения (удельная нагрузка на породоразрушающий инструмент, материал и расход буро­вой дроби, окружная скорость дробовой коронки, расход про­мывочной жидкости) для разработанного самоходного агре­гата М153 установлены опытным путем. Агрегат позволяет выбуривать в гранитном массиве цилиндрические изделия диаметром от 300 до 1100 мм и длиной от 1 до 5 м при часо­вой производительности 0,6 ма. Дробовое бурение кольцевым забоем может осуществляться на станках БСШ-2М, СБШ-250 и других. Применение арегата позволит исключить трудоем­кие ручные операции при заготовке и обработке цилиндриче­ских изделий. Разработанные опытно-промышленные экземп­ляры показали хорошие результаты. Однако до настоящего вре­мени изготовление цилиндрических гранитных изделий осу­ществляется традиционной технологией — путем обработки блоков термогазоструйными горелками, бучардами и точе­нием на станках.

Большие задачи стоят в вопросах совершенствования тех­нологии производства валов всеми видами механизированной и ручной обработки, повышения их качества и снижения потерь .•камня при изготовлении валов. Приближенную обработку гра­нитных заготовок целесообразнее всего производить термогазо- струйным способом, а точную-—механическим и ручным бучар- дированием, а также токарной обработкой с последующим шли­фованием и полированием.

Применение соответствующего способа обработки оказывает решающее влияние на качество технических гранитных изделий и потери сырья при их изготовлении.

Потери камня при изготовлении валов подразделяются на две группы.

1. Потери (%) камня при производстве заготовок валов, оп­ределимые из зависимости

<77 а

+ (1 + 0 Убл

100,

(7.2)

где Убл — объем выколотого из массива блока под заготовку :вала, м3; 7?—радиус вала, м; 7) — припуск на точную обра­ботку (согласно техническим условиям величина припуска зави­сит от диаметра гранитного вала и колеблется от 1,2 до 2 см); X — длина рубашки гранитного вала, м; I — величина припуска по длине рубащки в м, значение которой техническими требо­ваниями допускается от 3 до 5 см в зависимости от диаметра вала и длины рубашки. Эти потери можно снизить путем под­бора блока с оптимальными размерами и наилучшей вписывае- мостью в него заготовки вала.

1. Потери (%) камня на точную обработку

Лт.,

Ы’(Я + £>)2 <І +1) — яД27

*Убп*

100.

(7.3)

Эти потери практически остаются постоянными для каждого ти­поразмера вала и образуются при точной обработке заготовок на заводах,

Общие потери камня при производстве валов определяются как

Лоб *—* 77 з. в Пт.

(7.4)

В настоящее время в связи с увеличением объемов производ­ства Целлюлозно-бумажной, легкой, пищевой промышленности, ежегодные потребности в гранитных валах возрастают, а техно­логия Ж£ производства валов и других технических изделий за последний годы изменилась крайне незначительно. Этот фактор выдвигает перед камнедобытчиками и камнеобработчиками тре-

бовання по более качественному отбору блоков\* рациональному их использованию при изотовлении валов, что обеспечивает сни­жение трудозатрат и повышение эффективности производства Столь дорогостоящих и трудоемких изделий.

* 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ИЗ ПРИРОДНОГО КАМНЯ.

рекомендации по компоновке

КАМНЕОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

Технология обработки камня включает ряд технологических процессов\* в результате которых камню придаются определен­ная форма и размеры, а его лицевой поверхности — заданная фактура.

Технологический процесс в камнеобработке связан с направ­ленным разрушением камня и поэтому именно способ, стадия и вид его разрушения обусловливают различие и определяют сами названия технологических процессов.

Технология обработки камня в первую очередь определяется твердостью горной породы и содержанием в ней кварца. Так, распиловка твердых горных пород с большим содержанием кварца производится на штрипсовых рамных станках гладкими: стальными пилами (штрипсами) с помощью свободного абра­зива, а бескварцевых пород средней твердости и мягкого- камня — алмазными пилами.

Различают и режимы фактурной обработки плит из твердых горных пород, пород средней твердости и мягкого камня. Это вызвано тем, что внедрение зерен абразива в тело камня при шлифовке зависит от твердости горной породы и давления рабо­чего инструмента на обрабатываемое изделие.

В соответствии с этим выбор технологической схемы камне­обрабатывающих заводов определяется с учетом свойств гор­ных пород, типов блоков, поступающих на обработку» и задан­ной номенклатуры готовой продукции, а также комплексного я рационального использования отходов производства.

При этом следует иметь в виду, что породы неоднородны по составу. Так, граниты разных месторождений или даже одного месторождения, но добытые на различных участках карьера,, могут значительно различаться по составу, а следовательно, пр твердости и другим свойствам.

При любом способе обработки камня соблюдается следую­щая технологическая схема производства: приближенная\*

а затем точная обработка изделий до форме и размерам и фак­турная обработка. ,

К приближенным процессам обработки относятся: распи­ловка, околка и оспицовка, приближенная термообработка,

к точным—окантовка (фрезеровка), теска, термообработка; к фактурной обработке — шлнфовка и полировка, теска, термо- обработка, ультразвуковая обработка.

* + 1. Технологические схемы производства облицовочных плит из твердых горных пород

Технологический процесс производства из твердых пород, в результате которого камню придают требуемую форму, раз­меры и фактуру лицевой' поверхности, включает ряд операций, выполняемых в строгой последовательности: распиловку блоков ; на плиты-заготовки, шлифовку или полировку для получения не­обходимой фактуры, окантовку и раскрой плит на заданные размеры.

Распиловка — трудоемкая операция, стоимость которой до­стигает до 40 % стоимости готовой продукции. При этом от ка­чества плит во многом зависит трудоемкость последующих опе­раций. Для распиловки блоков используются рамные распило­вочные станки с маятниковым движением пильной рамы.

Распил твердых пород осуществляется стальными штрип- сами с помощью свободного абразивного материала.

Для распиловки блоков камня твердых пород с малым со­держанием кварца используются станки с прямолинейным, как вертикальным, так и горизонтальным движением пильной рамы с использованием алмазных штрипсов.

Фактурная абразивная обработка (калибрование, обдир, шлифование, лощение, полирование), которая осуществляется на шлифовально-полировальных станках мостового и порталь­ного типов или шлифовально-полировальных конвейерах.

Традиционным способом абразивной фактурной обработки является использование для этой цели абразивного инструмента в виде абразивных или алмазных кругов. Широко еще исполь­зуются абразивные круги из карбида кремния различной зерни- ■стости на бакелитовой и магнезиальной связках,

В последнее время в практику полирования камня стали входить твердые полировальники, особенно инструмент, разра­ботанный институтом сверхтвердых материалов АН УССР.

Заключительная операция — окантовка и раскрой плит по размерам. Для этого используются фрезерные (окантовочные) станки, оснащенные алмазным инструментом.

Использование шлифовально-полировальных линий создает предпосылки для формирования структуры технологической ли- ~ ний поточного производства и на его основе повышения эффек- > тивности производства. Рядом зарубежных фирм, в том числе «К. Мейер» (ФРГ), «Капелли» (Италия) созданы единые окан- товочно-лолировальные конвейеры.

Задача организации поточного процесса обработки облицо­вочного камня может быть решена путем создания нового вида камнерезного оборудования для распиловки, которое позволило бы разработать принципиально новую технологическую схему производства, предусматривающую непрерывность выпуска го­товой продукции.

* + 1. **Схемы производства продукции из мягкого камня н пород средней твердости**

Технологические схемы складываются из тех же основных технологических процессов, что и технологическая схема произ­водства облицовочных плит из. блоков твердых горных пород, но порядок чередования этих процессов меняется и принимает вид: распиловка — окантовка — фактурная обработка лицевой по­верхности. Такое изменение в последовательности операций оп­ределяется возможностью сохранения площади шлифования вследствие предварительной окантовки, так как породы средней прочности требуют меньщих давлений инструмента при обра­ботке.

Для производства облицовочных изделий применяются три типа технологических схем.

Технологическая схема типа I состоит из следующих опе­раций:

распиловка блоков однодисковыми камнераспиловочными станками на блоки-заготовки толщиной от 150 до 400 мм;

разбрусовка полученных заготовок на бруски-заготовки на многодисковых распиловочных станках;

распиловка брусков-заготовок на облицовочные плиты мно­годисковыми распиловочными станками;

фактурная обработка лицевой поверхности на шлифовально­полировальном конвейере.

Технологическая схема типа II предусматривает использова­ние минимального числа оборудования и рекомендуется для про­изводства облицовочных изделий из пород средней твердости и •особенно цветного мрамора..

Распиловка блоков' осуществляется на ортогональных стан­ках (типа Т/^-66), который позволяет получать плиты необхо­димой толщины и ширины непосредственно из блока (размеры плит ограничиваются диаметром используемого инструмента).

Окантовка плит выполняется на станках с автоматической подачей режущего инструмента (типа БКЗ-9 и др.).

Фактурная обработка — на ленточных шлифовально-полиро­вальных конвейерах или другие станках.

По технологической схеме типа III распиловка блоков на плиты-заготовки осуществляется на рамных станках. Окантовка и раскрой плит выполняется по размерам. Абразивная обра­ботка производится только лицевой поверхности.

Облицовочные изделия по схемам типа І, II и III обрабаты­ваются с использованием алмазного инструмента на всех опе­рациях.

Одной из наиболее эффективных форм построения современ­ного производства является поточный метод (модель СМР-034\* модель Тэ-матик и др.)\*

* + 1. Вспомогательные операции при производстве плит

из твердого камня, пород средней твердости и мягкого камня

К вспомогательным операциям относятся: формирование ста­вок; доставка ставок (блоков) в отделение распиловки; раз­борка распиленных ставок (блоков); пакетирование плит-заго­товок на поддонах; транспортирование плит-заготовок (брусков- заготовок) между основными операциями; установка и снятие плит-заготовок (брусков-заготовок) с камнеобрабатывающих станков; иаборка плит в кассеты для операции абразивной об­работки и разборка плит из кассет; комплектация готовой про­дукции; упаковка и складирование готовой продукции.

Все вспомогательные операции должны быть обеспечены подъемнотранспортными средствами, для механизации межопе­рационных процессов необходимо применять малые средства ме­ханизации, промышленные роботы и т. д. Особое значение должно уделяться пооперационному контролю и контролю каче­ства готовой продукции.

* + 1. Схемы производства облицовочных изделий на основе природного камня

При производстве облицовочных изделий на основе природ­ного камня применяются три схемы.

1. Производство декоративных плит на основе природного1 камня из искусственно отформованных блоков (тип II) осущест­вляется по тем же технологическим схемам, что а производстве изделий из пород средней твердости.
2. Производство декоративных плит на основе природного камня — прессованных. Эта технологическая схема 'состоит из следующих операций:

подготовка декоративных заполнителей (мрамор, базальт и др.) фракций от 0 до 5 мм, от 5 до Ю мм и от 10 до 20 мм и вяжущцх — белого цемента марки не ниже М-500 для декора­тивного1 сдоя и серого цемента для нижнего слоя;

подготовка бетонной смеси для верхнего и нижнего слоев плиткиГійя. этого используются бункера-накопители, дозаторы\* бетоносмесители;

ч

собственно производство плит на прессе типа «Атомик-530» или другого типа;

термовлажностная обработка плит, а для плит с орнамен­том — заполнение орнамента с последующей, термовлажностной обработкой. Время термовлажностной обработки не менее 20 ч;

выдержка плитки на площадке отстоя с дальнейшей фактур­ной обработкой на шлифовально-полировальном конвейере.

На промежуточных операциях используются грузоподъемные средства и специфические контейнеры и кассетные накопители.

1. Производство плит на основе природного камня — склеен­ных (тин Ш).
   * 1. Рекомендации по компоновке жамнеобрабатывающих заводов

Камнеобрабатывающий завод рекомендуется ■предусматри­вать при наличии следующих зданий и сооружений: склад сырья, главный корпус, отделение термоструйной обработки, очистные сооружения, отделение по утилизации отходов производства, склад готовой продукции, вспомогательные помещения.

Главный корпус рекомендуется делить на отделения: распи­ловки, раскроя и окантовки, фактурной обработки. Отделения .должны быть разделены стенами и перегородками с соответ­ствующей грузоподъемно-транспортной связью.

В главном корпусе целесообразно сблокировать все техноло­гические переделы производства, а также сопутствующие и вспомогательные службы: пульпонасосные, трансформаторные подстанции, ремонтно%еханические пункты, административно- бытовые помещения и т. д.

Склады сырья и готовой продукции должны иметь вводы же­лезной и автомобильной дорог под грузоподъемные средства.

Склад сырья и главный корпус должны быть соединены не менее, чем двумк рельсовыми путями для транспортирования ■блоков на тележках в корпус и возвращения порожних тележек на склад. • ^

Отделение термоструйной обработки еЛедует размещать вблизи главного корпуса со стороны отделений распиловки и раскроя с образованием кабин для .каждого рабочего-камено- теса. Кабины располагают только в один ряд-. Кабина должна иметь три стены. Основные размеры кабины: ширина по фрон­ту — 5 м, глубина — 5 м, высота по фронту — 4,8 м.

/ Размещение производственного оборудования для различных операций

Распиловка камня Однорядное с организацией продольного

I проезда, с расположением передаточной

тележки вдоль фронта станков

Расстояния между станками и расстояния от станков до стен и колонн здания должны быть следующие: между станками по фронту — 700—2000 мм; между тыльными сторонами станков — 700—1500 мм; между станками при поперечном расположении— 1300—2000 мм; от стен и колонн здания до тыльной или боковой стороны станка — 700—1000 мм; от стен или колонн здания до фронта станка — 300—2000 мм. Расстояния между рядами стан­ков при механизированном верхнем должны быть:

|  |  |
| --- | --- |
| напольном | транспорте |
| Мостовой | Электро­ |
| кран | погрузчик |
| 2—4 | 2,5—4,5' |
| 2—4 | 3,5—5,5 |
| 2—5,5 | 2,5—6 |

Распиловка дисковая .......

Раскрой, окантовка, бучардирование Фактурная обработка

Двухрядное, с расположением проезда между фронтами станков Двухрядное, с расположением проезда между боковыми сторонами станков Двухрядное с расположением проезда между тыльными или боковыми сторо­нами станков

Транспорт

Расстояние, м:

между тыльными сторонами станков . между боковыми сторонами станков . . между фронтами двух рядов станков.

Ширина магистральных проездов в цехах для межцеховых перевозок с учетом двухстороннего движения должна быть не менее 3 м.

Нормы площадей для вспомогательных операций  
к ремонтно-монтажных работ

Разборка ставок, наборка кассет, разборка кассет на один станок, м?. . 12

Площадки промежуточного складирования у станка, м? 10

Комплектация и упаковка готовой продукции, м3/500 тыс. м3 в год гото­вой продукции 36

Ремонтно-монтажные работы на один станок в отделениях, м?:

распиловки 36

раскроя \ , 24

фактурной обработки . . - .... 24

(при установке нескольких станков на каждый последующий станок площадка для ремонтно-монтажных работ должна увеличиваться на 30%)

Нормативная грузоподъемность кранового оборудования, т

Склад сырья . . -

Распиловка •

**Раскрой**

Фактурная обработка

Склад готовой продукции

Тип кранов и их число следует определять проектом с приве­дением обосновывающих расчетов.

1. РАСПИЛОВКА ПРИРОДНОГО КАМНЯ
2. СПОСОБЫ РАСПИЛОВКИ

Разрушение исходной горной породы является обязательной частью любого технологического процесса обработки природ­ного камня.

Распиловка первый и наиболее затратоемкий технологиче­ский процесс, существенно влияющий на трудоемкость после­дующей Обработки, определяющий эффективность всего про­цесса производства облицовочных изделий.

В камнеобработке под распиловкой подразумевается: производственный процесс приближенной обработки, состоя­щий из ряда взаимосвязанных основных и вспомогательных тех­нологических процессов и операций по. переработке блоков на пиленые плиты (распил);

отдельный технологический процесс (собственно распи­ловка), представляющий собой направленное разрушение камня путем воздействия на него режущего инструмента (пиды);

при распиловке воздействие инструмента сосредотачивается в незначительной части объема обрабатываемого камня, что приводит к повышенной его сопротивляемости, характерной для условий всестороннего "сжатия. При распиловке необходимо соз­давать инструментом напряжения в камне, превышающие пре­дел его упругости.

На характер явлений, сопутствующих распиловке н проте­кающих на контакте инструмента с камнем, существенным об­разом влияет конструктивный вид используемого? инструмента, определяющий способ направленного разрушения природного камня, а, следовательно, и всего процесса распиловки.

При распиловке различают три основных способа разруше­ния природного камня, принципиально отличных по характеру воздействия режущего инструмента:

полосовыми пилами (штрипсами) со свободным абразивом (дробовая распиловка);

полосовыми пилами, армированными алмазосодержащими или твердосплавными режущими элементами;

дисковыми пилами, армированными алмазосодержащими или твердосплавными режущими элементами.

Другие способы распиловки являются частными случаями од­ного из перечисленных. Выбор способа распиловки природного

9 Заказ № 379 257

Тье,б л я д а 8.1

Способы распиловки природного каймя

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа природного камня по твердости |  | Твердость |  |  |
| По  шкале  Мооса | По склеро­метру, МПа | Природные камень | Способ распиловки |
| Твердые | 6—7 | 7 970—11200 | Кварцит, гранит, сиенит, диорит, лабрадорит, габ­бро, базальтит. п. Мрамор, мраморо­видный извест­няк, доломит, плотный пёсча- | Полосовыми пилами со свободн ым абра­зивом |
| Средней  твердости | 3—5 | 1 090—5 360 | Полосовыми или дисковыми пилами, армированными алмазосодержащими |
|  | , |  | ник, плотный туф и т. п. | режущими элемен­тами |
| Мягкие | 1—2 | 24—360 | Гипсовый и таль­ковый камни, ангидрит, порис­тый известняк, доломит, неплот­ный туф и т. п. | Полосовыми или дисковыми пилами, армированными твер­досплавными режу­щими элементами |

камня определяется экономической эффективностью и произво­дительностью процесса, которые находятся в непосредственной зависимости от технологических свойств обрабатываемого камня. Оценка эффективности распиловки должна произво­диться .на основе экономико-математических моделей. В каче­стве критерия оптимальности принимается величина приведен­ных затрат на обработку единицы продукции. Наиболее эффек­тивные способы распиловки природного камня, в зависимости рт его технологических свойств (твердости), при существующем техническом уровне развития камнеобрабатывающей промыш­ленности страны приведены в табл. 8.1.. -

Способом распиловки полосовыми пилами со свободным аб­разивом производится около 98 % всех' облицовочных изделий из твердых пород природного камня, выпускаемых в стране. Он характеризуется низкой скоростью резания и высокой трудоем­костью процесса. Несмотря на значительное развитие за послед­нее время технологии алмазно-многодисковой распиловки твер­дых пород на ортогональных станках, дробовая, распиловка по­лосовыми пилами продолжает оставаться основным способом в Производственном процессе распиловки твердых пород при- родкйго камня. Особенно эффективна она при распиловке высо- копр&шых гранитов со. значительным содержанием кварца. Ос- новнымй направлениями совершенствования распиловки полосс- вымк^ЭД^йми со свободным абразивом являются: оптимизация :

режимов резания и рабочих параметров оборудования, подбор рационального состава абразивной пульпы.

При распиловке блоков природного камня средней твердости наибольшее распространение получили полосовые пилы, арми­рованные алмазосодержащими режущими элементами. Этот способ является одним из основных и с экономической точки зрения признается вполне удовлетворительным. Достоинствами алмазно-штрипсовой распиловки являются: относительная про­стота инструмента и возможность его использования на имею­щемся оборудовании, возможность одновременной установки до 40—70 полосовых пил. Основной недостаток — недостаточная жесткость штрипсового полотна при его относительно большой длине, что не позволяет создавать на алмазные зерна удельные давления, необходимые для разрушения камня резанием. Уве­личение удельных давлений приводит к уменьшению длины пил и снижению общей производительности распиловки.

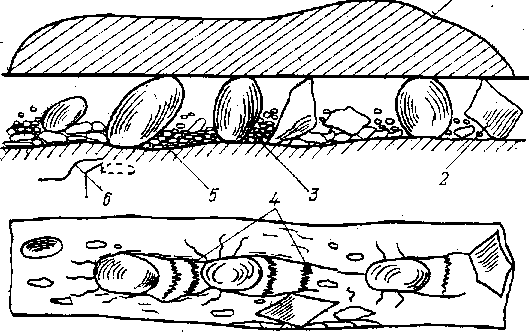
При распиловке пород средней твердости также широкое распространение получил способ резания, основанный на приме­нении дисковых пил, армированных алмазосодержащими режу­щими элементами (алмазных дисковых пил), которые являются наиболее производительным инструментом, применяемым в от­расли. Достаточно высокая жесткость и устойчивость алмазных дисковых пил при незначительной толщине пропила, высокие скорости резания, малые величины торцевого и радиального биений, сравнительно низкие удельные давления на обрабаты­ваемую поверхность позволяют улучшить технико-экономиче­ские показатели. В настоящее время прочно вошли в практику распиловки алмазны^ дисковые пилы средних и больших диа­метров— 1000—3000 мм. Особенно интенсивно внедряется спо­соб алмазной дисковой распиловки блоков небольших размеров, для которых нерационально применение алмазных полосо­вых пил.

1. Распиловка полосовыми пилами со свободным абразивом

/ - \

Вопрос о работе свободного абразива на забое (место кон­такта инструмента с камнем) длительное время был предметом обширных исследований. Поставленные опыты доказали, что разрушение камня при дробовой распиловке происходит не вследствие царапания или строгания, а представляет собой мик­ропроцесс проникновения частичек^дроби в камень, сопровож­дающийся явлениями смятия и скалывания при перекатывании дроби. / '

Штрипсы совершают, в наиболее общем случае, движение по маятниковой траектории, вследствие,вето в крайних положениях

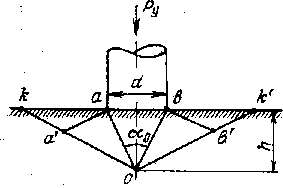


Рис, 8,2. Схема разру­шения камня раздавли­ванием при работе ко­лотой дроби

Рис. 8.1. Схема разрушения камня при дробовой распиловке:

1 — штрилсовая пила; 2 — колотая дробь; 2 — литая дроби 4 — чешуйки

спрессованного камня; '5 — слой раздавленного камня; 6 — трещины



они поднимаются над забоем, а в среднем положении прижи­маются ко дну пропила (при этом вследствие недостаточной жесткости штрипсовой полосы они несколько прогибаются, уве­личивая тем самым продолжительность контакта)-\* Такая схема движения инструмента обеспечивает проникновение абразивной пульпы под штрипсы в момент подъема их, а При опускании на­ходящаяся под рабочей кромкой штрипс дробь прижимается к камню. Под действием усилия подачи каждая частичка дроби," передающая Давление от штрипсовой пилы на камень, вызывает первичное разрушение, образуя на забое небольшую вмятину — ■Так называемое гнездо пластической деформации и раздавли­ваний камня. По контуру площади смятия развивается кольце­вая трещина, направленная в глубь камня, происходит выдавли­вание нарушенной его части и скалывание небольших элемен­тов (рис. 8.1).

Сущность разрушения раздавливанием сводится к следую­щему (рва 8.2). Допустим, что через прочный металлический

инструмент {колотая дробь) к поверхности гранитного тела, за­нимающего нижнюю часть полупространства, прикладывается внешняя сила Ру. Против поверхности ab, через которую переда­ется внешняя сила в теле формируется объем aob, а рядом с ним объемы аоаг и bob', далее объемы аа'к' и bb'kf. Эти объ­емы являются только частью объема тела, приходящего в напря­женное состояние под действием СИЛЫ Ру.

Опыты показывают, что порядок распределения напряжений в хрупких телах до предела упругости сохраняется и за ним. Поэтому анализ продуктов разрушения и распределения напря­жений до предела упругости позволяет проследить процесс раз­рушения по этапам.

Параметрами объема aob являются размер и форма поверх­ности ab и угол сео, равный углу упругого равновесия породы в данном состоянии. На поверхность этого объема действуют по­стоянные касательные напряжения, несколько большие каса­тельных напряжений на поверхностях аа' и ЪЪГ. На остальных поверхностях касательные напряжения меньше.

Вследствие этого при росте силы Ру деформации упругого разрушения сначала возникают у точек а и b и почти одновре\*- менно распространяются в направлении к точкам о, а! и ЬОд­нако в направлениях а' и bf условия для развития остаточных деформаций непрерывно ухудшаются. После того, как они до­стигнут точек а' и Ь'7 они смогут успешно, развиваться только в направлениях точек А и А' (см. рис. 8.2). Эти деформации, на­оборот, протекают с увеличивающейся скоростью, так как ус­ловия их развития непрерывно улучшаются в связи с ростом свободы для смещения. В конечном итоге происходит отделение объема kok'. Такой вид разрушения называется раздавлива­нием.

В случае приложения внешней силы через инструмент, имею­щий криволинейную поверхность {литая дробь), указанный по­рядок развития деформаций в основном сохраняется, но появ­ляется ряд дополнительных явлений: при действии такого ин­струмента поверхность его, соприкасаясь с забоем, изменяется, а распределение нормальных напряжений становится неравно­мерным.

Наибольшие напряжения будут в центре поверхности соприг косновения, а наименьшие — на контуре (рис. 8.3, а). Степень неравномерности в распределении нормальных напряжений на поверхности соприкосновения выражается отношением:

Отах/ СГср = 1,5, (8.1)

где Птах — напряжение в центре поверхности соприкосновения, МПа; Сер — среднее напряжение по всей поверхности соприкос­новения, МПа.

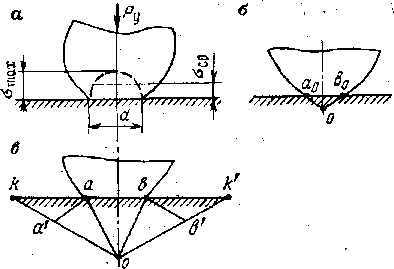


Рис. 8.3. Схема разрушения камня раздавливанием при работе литой дроби

Вследствие этой неравномерности развитие остаточных де­формаций происходит в следующем порядке. Вначале касатель­ные напряжения в камне достигают максимального значения против некоторой площадки в центре поверхности соприкосно­вения (рис. 8.3, б).

В следующий момент, благодаря увеличению силы Ру, по­верхность соприкосновения возрастает, а вместе с ней увеличи­вается и площадка, под которой напряжение достигает предель­ного значения. При этом часть ранее образовавшихся сколов попадает в зажим, а с периметра нового основания начинают развиваться новые разрушения и т. п.

Производя последовательные построения (рис. 8.3, в) не­трудно установить, что наконец настанет момент, когда дефор­мации разовьются в полной мере и под инструментом произой­дет разрушение (раздавливание) породы с полным отделением объема &о£'.

Если же величина внешней силы Ру будет меньше, чем это необходимо для раздавливания, то деформации разрушения за­кончатся образованием сдвигов на какой-то промежуточной ста­дии развития. В таком случае в результате действия инстру­мента в камне образуется объем, внутри которого материал будет нарушен системой взаимно пересекающихся волосяных трещин. Такой вид разрушения называют смятием.

”. Возвратно-поступательное движение штрипс вызывает пере­катывание прижатых к забою дробинок. Ввиду незначительного диаметра дроби, частота ее перекатывания весьма значительна (до 30—30 тыс. об/мин).

В качестве свободного абразива наиболее широко применя­ется литая дробь, имеющая отклонения от правильной сфериче­ской формы. Перекатывание дробинок с переменными разме­рами в разных сечениях приведет к появлению .динамических

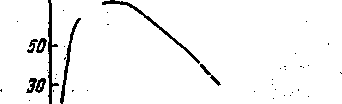
нагрузок. Необходимо также учитывать и динамический харак­тер приложения усилий резания (штрипсовая пила в момент ка­сания с камнем наносит удар по частичкам.дроби). Таким об­разом, по характеру действующих сил процесс дробовой распи­ловки можно рассматривать как ударно- или вибрационно-абра­зивный. В случае работы расколовшейся на части дроби непра­вильной формы или колотой дроби динамические нагрузки имеют тем большие значения, чем крупней частицы дроби и больше разница в размерах этих частиц. Вместе с тем при включении в работу частиц дроби плоской формы, а также ко­лотой дроби или сечки с острыми гранями такой абразив не пе­рекатывается по забою, а волочится по нему, вонзившись в штрипс. В этом случае его работа в непосредственном про­цессе разрушения камня крайне незначительна, так как его воз­действие на камень имеет характер истирания забоя. В то же время присутствие такой дроби в абразивной пульпе в опреде­ленной пропорции (до 30 %) желательно, поскольку частички ее положительно влияют на эффективность процесса распи­ловки. Во-первых, они разделяют крупную литую дробь, и спо­собствуют более равномерному ее. распределению' по дну про­пила; во-вторых, играют роль скребка, своевременно вынося­щего переизмельченные частицы, шлама из пропила.

Каждое качание пильной рамы вызывает последовательное внедрение частичек дроби в камень,.выкалывание мелких эле­ментов, сдвиг их и подготовку к дальнейшему разрушению путем создания мелких трещин в направлении подачи.

Вследствие непрерывности процесса распиловки каждый штрипс должен разрушать за рабочий ход -слой камня, толщина (высота) которого соответствует:рабочей подаче за это время. Если это условие не соблюдается и величина подачи превышает толщину снимаемого, слоя камня, происходит перегрузка и увод штрипс. При распиловке размер дроби постоянно уменьшается; так как она циклично возвращается в пропил для повторного использования. Практическим опытом и проведенными Исследо­ваниями установлено, что максимальная производительность распиловочного станка (при прочих равных условиях) обеспе-

Рис. 8.4. Зависимость скорости рабочей подачи ои от диаметра дроби

ггп,мм/ч. ?0- ^



-и 1—1 I—I—I

0г5 1 2 й$3 мм

чивается при использовании дроби диаметром 0,8—1,5 мм (рис. 8\*4),

Однако, увеличение диаметра дроби отрицательным образом влияет на качество распила, что в- свою очередь увеличивает за­траты на фактурную обработку. Поэтому в практической дея­тельности оптимальным считается применение дроби фракции 0,8—1,2 мм.

8Л.2. Распиловка полосовыми пилами, армированными режущими элементами

В зависимости от прилагаемой нагрузки различаются такие виды разрушений, как поверхностное, когда наблюдается упру­гое вдавливание резца в камень без погружения в него, уста­лостное—при неоднократном приложении нагрузки, и объем­ное. Эти виды деформаций в зависимости от прикладываемой нагрузки имеют место в той или иной степени при распиловке природного камня и с увеличением нагрузки один вид деформа­ции переходит в другой. Причем каждый последующий вид де­формации более эффективен, чем предыдущий, но в это же время требует больших затрат мощности. Если внешняя, при­кладываемая сила мала, то разрушение породы будет происхо­дить в результате истирания. При дальнейшем увеличении на­грузки истирание перейдет в усталостное разрушение, а затем в раздавливание. Раздавливание при соответствующих условиях может перейти в резание. Таков характер и порядок развития деформаций в горных породах под действием внешних сосредо­точенных нагрузок. Однако, при установившемся режиме ра­боты инструмента обычно один вид деформаций является прева­лирующим.

Распиловка камни полосовыми пилами, армированными ре­жущими элементами, представляет собой процесс последова­тельного скалывания породообразующих частиц режущими эле­ментами инструмента.

Наиболее наглядно механизм резания может быть рассмот­рен на примере твердосплавной штрипсовой пилы, режущие эле­менты которой имеют точно заданные геометрические пара­метры. При воздействии твердосплавного резца на камень про­цесс скалывания носит циклический характер и разделяется на четыре стадии (рис. 8.5). Первая стадия цикла заключается в заглублении режущего элемента в камень с образованием тон- кодисперсных продуктов разрушения, при этом в зоне его кон- такта с камнем создается объемное напряженное состояние. На второй стадии по мере дальнейшего заглубления резца в камень под действием усилия резания и подачи тонкодисперсные про­дукты разрушения накапливаются, а зона объемного напряжен­ного состояния забоя увеличивается. Находясь в условиях объ-

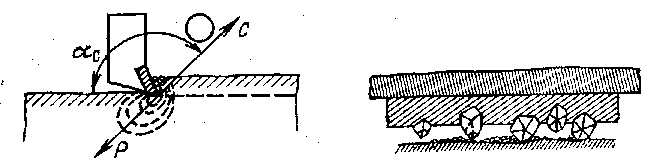


Рис. 8.5. Схема воздействия режу- Рис. 8.6. Схема воздействия режу­щего твердосплавного элемента на щего алмазного элемента на камень

камень (С — сжатие; Р — растяже­ние: ас — угол скола)

емного сжатия, тонкодисперсные продукты разрушения форми­руют уплотненное ядро определенного объема, который зависит в первую очередь от глубины резания. Часть продуктов разру­шения «истекает» через зазоры между резцом и стенками про­лила. Третья стадия заключается в воздействии ядра на дно пропила с деформацией последнего и образованием системы трещин. В, этот период происходит: нарастание напряжений в зоне контакта ядра с дном пропила до того момента, когда их величина достигнет предела прочности камня. Далее насту­пает четвертая стадия — раскрытие трещин, завершающееся вы­ходом их до открытой поверхности забоя и массива крупного элемента стружки с одновременным выбросом тонко дисперсных продуктов разрушения, составляющих ядро. В этот момент уси­лие резания на контакте режущего элемента с камнем падает до нуля. На этом цикл разрушения заканчивается и далее периоди­чески повторяется по мере продвижения режущего элемента в направлении резания.

В отличие от твердосплавных штрипсовых пил со строго ори­ентированным расположением режущих элементов процесс ал- мазно-штрипсовой распиловки можно классифицировать как ре^- зание инструментом с геометрически нёопределенной режущей кромкой, представляющее собой «массовое царапание», при ко­тором отдельные следы от алмазных зерен перекрывают друг друга (рис. 8.6). Характер воздействия каждого отдельного ра­ботающего алмазного зерна на камень приблизительно анало­гичен процессу резания его твердосплавным режущим эле­ментом.

Дальнейшая оптимизация алмазно-штрипсовой распиловки неразрывно связана с созданием теоретических основ процесса алмазно-абразивного разрушения природного камня. Трудности в решении этой проблемы обусловлены случайным распределе­нием режущих элементов (зерен) на рабочей поверхности ин­струмента, сложным механизмом формирования срезов на за­бое, не поддающимся абсолютно точному описанию обычнымиметодами, и многообразием явлений, происходящих непосред­ственно в контактной зоне и зависящих от различных взаимо- влияющих факторов. Как показали опыты, в механизме разру­шения камня алмазными зернами преобладает объемное разру­шение скалыванием и сдвигом, при котором элементы скола в ряде,случаев образуются в результате действия на камень группы зерен, одновременно работающих в непосредственной близости друг от друга\* При этом по-видимому, происходит смы­кание трещин, образованных соседними алмазными зернами, со­провождающееся откалыванием от массива общего элемента и выбросом его из пропила. Число зерен, участвующих при разру­шении, зависит прежде всего от режима резания и распределе­ния зерен в объеме алмазоносного слоя.

1. **Распиловка дисковыми пилами, армированными режущими элементами**

Наибольшее распространение получила распиловка алмаз­ными дисковыми пилами, которая по характеру явлений, проте­кающих в месте контакта инструмента с камнем, во многом аналогична рассмотренному процессу алмазно-штрипсовой рас­пиловки. Основным видом разрушения при алмазно-дисковой распиловке является резание, характеризующееся высокими ок­ружными скоростями, удельными нагрузками и энергоемкостью процесса. 4

„В. А. Александровым установлен ряд теоретических положе­ний, необходимых для управления процессами алмазно-диско­вой распиловки природного камня.

1. Распределение зерен в объеме алмазоносного слоя подчи­няется закону Пуассона, а расстояния между ними на рабочей поверхности инструмента — показательному закону распреде­ления.

(8.2)

п\

где Рп(0 — вероятность того, что в определенном объеме или на линейном участке число зерен N будет равно п; Я — интен­сивность событий (среднее число зерен, приходящихся на еди- Пйцу длины).

■ % Распределение зерен по вылетам на рабочей поверхности алмазоносного слоя подчиняется нормальному закону, описы­ваемому интегральной функцией Гаусса

**(8.3)**



где \* — стандартизированный параметр нормального закона

I = (б4 —б)/о, (8\*4)

где — текущие значения вылета зерен; Ь — средневзвешенное значение вылета зерен; о — среднеквадратичное отклонение ряда.

1. При резании твердых пород природного камня практиче­ски все зерна имеют гладкую площадку износа, средневзвешен­ный размер которой не зависит от концентрации, растет при уве­личении зернистости и снижается при повышении производи­тельности по закону прямой.
2. С учетом вероятностного метода выведены расчетные за­висимости для определения числа зерен, непосредственно участ­вующих в резании, и расстояний между ними.

N = *А’39л'к* АУр + *Ф*-*(*-*')* . (8-5)

р 210й Р 2

где Л^р — число зерен, участвующих в резании; &— условная концентрация алмазов, %; «1 — число зерен в одном карате ал­мазов; ДУР— рабочий объем, мм3; ^—находится по специаль­ным таблицам приложений теории вероятности;

\*1 = (^шах—Ь)1 о; (8‘6)

<1цих = 2«пНр/(60ц0), (8-7)

ип — скорость подачи, м/с; Яр —глубина резания, м; По — ок­ружная скорость ревания, м/с.

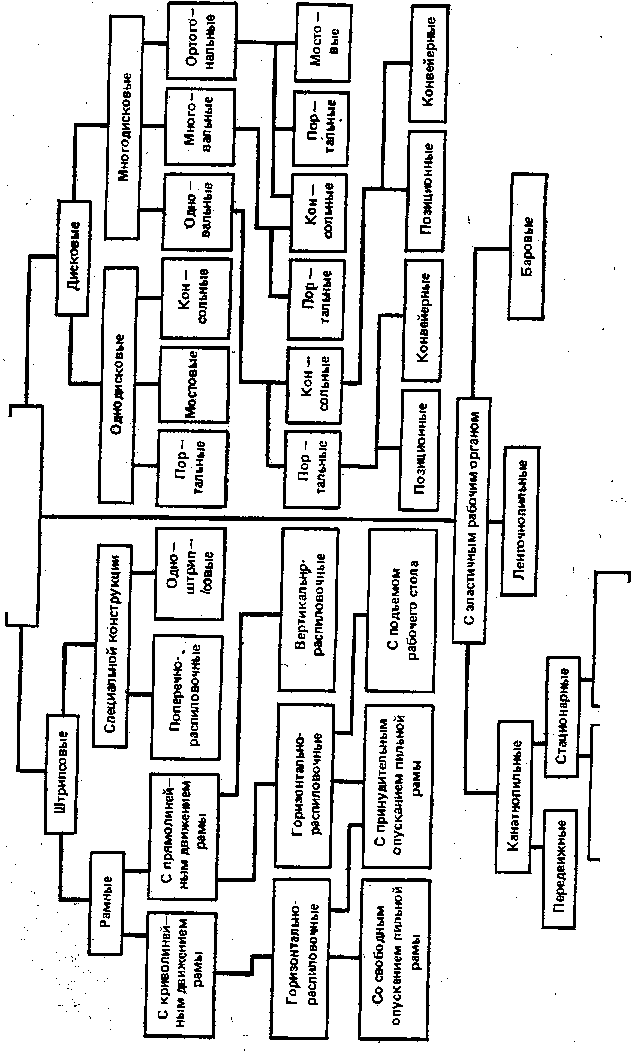
1. КАМНЕРАСПИЛОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Производство облицовочных изделий из природного камня начинается с распиловки блоков на плиты распила, который осу­ществляется камнераспиловочным оборудованием.

В зависимости от функций, выполняемых в процессе распи­ловки, камнераспйловочное оборудование подразделяется на станочное и околостаночное.

Станочное оборудование является основным и пред­назначено для распиловки блоков природного камня на плиты распила, а также для опиливания граней блока (их пасси­ровка). ,

Околостаночное оборудование — вспомогательный вид камнераспиловочного оборудованияпредназначено для обслуживания распиловочных станков на всех стадиях Произ­водственного процесса распиловки (злектролафеты, дозаторы, рекуператоры, сепараторы, средства автоматизации и Др.).



Камнераспиловочные станки

I Однострунные ^ І Многострунные Рис, 9 7: Классификация камнераспидовочных станкоц

Современные распиловочные станки характеризуются много­образием технических решений исполнения рабочего инстру­мента и кинематических параметров его работы.

Существующее многообразие объясняется поиском решений оптимизации процесса распиловки и повышения его экономиче­ской эффективности путем создания конструкций станков по на­значению.

Наиболее распространенная схема классификации распило­вочных станков показана на рис. 8.7.

В соответствии с этой схемой в зависимости от вида исполь­зуемого рабочего инструмента, распиловочные станки подразде­ляются на штрипсовые,. дисковые н станки с эластичным рабо­чим органом. Каждый из этих типов, в свою очередь\*, подразде­ляется на группы по конструктивным или технологическим при­знакам. В дальнейшем конструкции камнераспиловочных стан­ков рассматриваются в соответствии с данной классификацией.

1. **Штрипсовые распиловочные станки**

Штрипсовыми называются распиловочные станки, рабочим инструментом которых являются полосовые пилы (штрипсы), совершающие в процессе распиловки возвратно-поступательное движение.

Штрипсовые распиловочные станки составляют основную часть станочного парка страны и применяются для распиловки твердых и средней крепости пород природного камня.

Конструктивно штрипсовые станки разделяются на рамные и специальной конструкции. '

Распиловочные станки рамного типа в настоящее время яв­ляются наиболее распространенным типом распиловочного оборудования. Их широкое распространение обусловлено сле­дующими преимуществами:

высокая экономическая эффективность распиловки твердых и средней крепости пород природного камня;

возможность распиловки крупногабаритных блоков или ста­вок, скомплектованных из нескольких блоков;

возможность одновременной установки большого числа штрипсовых пил (до 100 щт);

возможность получения крупногабаритных плит незначи­тельной толщины;

относительно низкая энергоемкость процесса.

Станкам рамного типа присущ единый принцип исполнения рабочего органа (пильной рамы) в виде замкнутой по контуру прямоугольной сварной или литой конструкции, внутри кото­рой натянуты штрипсы.

Конструкции рамных станков разнообразны, однако все станки этого типа имеют общие основные узлы: станину, пнль-

ную раму, главный привод, механизм рабочей подачи и станоч­ную тележку.

Станина образует рабочее пространство станка и служит базой для крепления пильной рамы и основных узлов.

Главный привод обеспечивает возвратно-поступательное движение пильной рамы с криволинейной или прямолинейной траекторией ее движения.

В зависимости от траектории движения пильной рамы рас­пиловочные станки подразделяются на две большие группы по кинематическому принципу: станки с криволинейным и прямо­линейным движением пильной рамы.

В зависимости от плоскости перемещения пильной рамы станки первой группы относятся к станкам с горизонтальным рабочим ходом пильной рамы, а станки второй группы подраз­деляются на станки с горизонтальным рабочим ходом пильной рамы (горизонтально-распиловочные) и станки с вертикальным рабочим ходом пильной рамы (вертикально-распиловочные).

Горизонтально-распиловочные станки с прямолинейным ра­бочим ходом пильной рамы в зависимости от способа подачи подразделяются на станки с принудительным опусканием пиль­ной рамы и станки с подъемом рабочего стола.

Горизонтально-распиловочные станки с криволинейным ра­бочим ходом пильной рамы по способу подачи подразделяются на станки с принудительным и свободным опусканием пильной рамы.

Штрипсовые станки специальной конструкции предназна­чены для пассировки блоков или выпиливания плит-заготовок для последующей их разбрусовки.

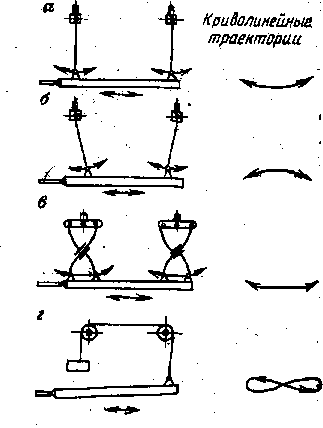
В свою очередь станки специальной конструкции подразде­ляются на поперечно-распиловочные («треннзеге») и одно- штрипсовые («моноламе»)Отличительной особенностью одно- штрипсовых станков является отсутствие пильнрй рамы.

Станки с криволинейным движением пильной рамы. Наибо­лее широкое распространение в отечественной и зарубежной практике получили станки с криволинейным движением пиль­ной рамы, применяющиеся для распиловки прочных пород при­родного камня полосовыми пилами и свободным абразивом. Станки этой группы выполняются со свободным или принуди­тельным опусканием пильной рамы. Отлйчие между ними со­стрит в сочленении подвесок пильной рамы с ходовыми гай- ками подачи.

Свободное опускание пильной рамы и регулирование скоро- подачи обусловливается массой рамы. Эта система по- дачя предупреждает перегрузки на станок и инструмент, что позволяет избежать увода штрипс при распиловке и снижает технояйТдо&кйе потери распила. Однако в целом процесс рас­пиловки Йрактеризуется более низкими скоростями подачи.

Система принудительного опу­скания 'пильной рамы позволяет повышать и в дополнительных пределах регулировать давление резания для увеличения скорости рабочей подачи.

Как правило, на современных станках механизм подачи со­



стоит из: привода подачи (элек­тродвигателя), вариатора скоро­сти подачи, редуктора, системы передачи вращения от редуктора на ходовые винты, ходовых вин­тов и гаек, суппортов,

В зависимости от конструкции подвески пильной рамы различа­ют четыре вида траектории кри­волинейного движения ПИЛЬНОЙ рамы: маятниковая, выпуклая,

спрямленная и восьмеркообраз­ная (рис. 8.8). Рис. 8.8. Принципиальные схемы

Маятниковая траектория дви- подвесок пильной рамы и виды

жения достигается иопользова- ч»««»«\*"“ траекторий:

а — маятниковая; о — выпуклая; в —

НИеМ На СТаНКе простых пар ал- спрямленная; 6 — восьмеркообрааная

лельно установленных между со­бой подвесок (СМР-043, «Империал», «Адидже» и др.) и имеет характер дуги окружности с радиусом, равным длине подвески, обращенной выпуклостью вниз.

Положительными факторами рамных станков, работающих по маятниковой траектории движения рамы, является наличие свободного хода пильной рамы в момент отсутствия контакта штрипс с камнем, что дает возможность накапливать кинемати­ческую энергию, используемую впоследствии в период резания, а также ударное внедрение абразива в камень при смене край­него верхнего на крайнее^ нижнее положение штрипс при рас-\* . пиловке.

Существенными недостатками станков этого типа являются отсутствие постоянного контакта инструмента с камнем, малые скорости резания и наличие дезоксиала, Т; :е. смещения оси ка­чания пильной рамы (так как по мере снижения уровня реза­ния конец шатуна привода рамы описывает не прямую, а дугу, радиусом которой является его длина). Смещение оси качания для станка 1925 составляет около 30 мм. Такое смещение не может вызвать опасных напряжений, способных привести к преждевременному износу узлов станка, однако оно создает значительные технологические затруднения, связанные с обра­зованием уступов по концам штрипс вследствие их износа,которыми наносятся удары по блоку, нарушая его устойчи­вость.

В практике снижение вредного воздействия или полное уст­ранение дезоксиала достигается различными способами: удли­нением шатуна пильной рамы, применением пильных полотен специальной конструкции, использованием шатунов с саморегу­лирующейся его длиной, сохранением постоянного уровня ре­зания путем подъема распиливаемой ставки по мере рас­пиловки и др.

В настоящее время удлинение шатуна применяется крайне редко, так как удлинение шатуна делает станки громоздкими. Более приемлемым является использование шатунов перемен­ной длины. На станках «Империал» фирмы «Грегори» (Ита­лия) используются специальные саморегулирующиеся устрой­ства, позволяющие менять длину шатуна в процессе работы автоматически.

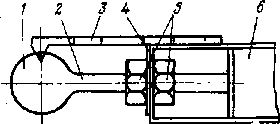
Длина шатуна изменяется специальным гидроцилиндром с таким расчетом, что подвеска пильной рамы при любом ее положении по высоте отклоняется от своего вертикального по­ложения в обе стороны на одинаковый угол. Однако эти уст­ройства не получили широкого распространения вследствие своей сложности. Более простое и распространенное решение этого вопроса достигается дискретным изменением длины ша­туна в зависимости от высоты нахождения пильной рамы при распиловке, однако выбор оптимальной длины шатуна проис­ходит «на глаз», так как на применяемых станках отечествен­ного и зарубежного производства не предусмотрены приспособ­ления для ее точной установки. Выбор оптимальной длины шатуна в зависимости от высоты нахождения пильной рамы рас­пиловочного станка решен на предприятиях объединения «Жи- томирнерудпром» (Соколовский карьер), путем установки го­ризонтальной мерной линейки <5 на корпусе подшипника 1 вала эксцентрика, а на вилке 2 — указателя 4 (рис. 8.9).. Разметку линейки осуществляют следующим образом. На незагруженном станке вхолостую постепенно опускают пильную раму и через каждые 30 см показаний вертикальной линейки наносят метки, на горизонтальную, регулируя длину шатуна 6 с помощью ре­гулировочных гаек 5 (см. рис. 8.9). При работе станка рабочий сДедит за тем, чтобы соответствующие метки на вертикальной и горизонтальной линейках совпадали, своевременно удлиняя или укорачивая длину шатуна.

В конструкциях отдельных моделей Станков («Адидже», «Тшииво») дезоксиал' полностью исключается вследствие ис- полъаованяя главного привода, синхронно опускающегося вме­сте с рамой от общего механизма подачи.

В целях создания постоянного контакта штрипс с камнем, а, следовательно, и повышения производительности распило-

вочных станков разработаны специальные конструкции под­весок, изменяющих траекторию движения рамы при рас­пиловке. Наибольшее распространение в конструкциях под­весок получила система подвеса рамы на четырехзвеннике П. Л. Чебышева.

Рис. 8,9. Схема установ­ки линейки контроля длины шатуна



Четырехзвенная подвеска (МЗС-2, отдельные исполнения станка 1925) обеспечивает спрямленную траекторию движения пильной рамы, которая представляет собой отрезок прямой с незначительными скруглениями на концах и обеспечивает длительный контакт инструмента с камнем. Спрямленный ха­рактер траектории позволяет использовать для распиловки не только абразивный, но и алмазный инструмент.

Станки с четырехзвенной подвеской не получили широкого распространения из-за недостаточной ее надежности.

Значительный успех достигнув фирмой «BRA» (Италия) в конструкциях станков «Супер-Макс», характеризующихся вы­пуклой траекторией движения, которая достигается при ис­пользовании на станке простых подвесок, нижние оси крепле­ния которых к раме сближены к центру, в результате чего траектория имеет характер дуги, обращенной выпуклостью вверх. Данная траектория движения рабочего инструмента обеспечивает непрерывно перемещающийся кратковременный контакт по всей длине реза, что позволяет повысить давление распиловки при относительно невысокой энергоемкости про­цесса.

Восьмеркообразная траектория движения достигается ис­пользованием на станке только одной пары эластичных под­весок, закрепленных на передней части рамы,: а задний конец рамы крепится непосредственно к кривошипу главного при­вода. Станки с восьмеркообразной траекторией движения из-за ограниченной области применения промышленного распростра­нения не получили.

Технические характеристики камнераспиловочных станков, с криволинейной траекторией движения в зависимости от спо­соба подачи пильной рамы приведены в табл. 8.2 и 8.3.

Характерным представителем камнераспиловочных станков этой группы является отечественный штрипсовый распиловоч­ный Станок СМР-043 с маятниковым движением и принуди­тельным опусканием пильной рамы. Станок состоит из колонны в сборе 1, двух маятниковых подвесок 3, пильной рамы 2,

Т а <5 л и ц а 8.2

**Техническая характеристика камнерас пило вечных станков с криволинейным двн**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Модель станка | Максимальные размеры \*, мм | | |
| Длина | Ширина | Высота |
| к-зм | 11 250 | 3340 | 4400 |
|  | 2 500 | 1400 | 1250 |
| МЗС-2 | 10 200 | 4000 | 4600 |
|  | 2 800 | 1500 | 1450 |
| 1925 | 10 300 | 4790 | 5340 |
|  | 2 800 | 1400 | 1400 |
| СМР-043 | 11 800 | 6900 | 5250 |
|  | 2 800 | 2000 | 1600 |

П рои эводитель- ность по граниту, м\*/ч

0,35—0,5 0,5—0,70 0,6—0,75 0,7—1,0

\* В числителе — станка, в знаменателе — ставки

привода пильной рамы 9, шатуна 7, тележки Ц, маховика 8 у привода- тележки 10, привода подачи 5, распределителя абра­зива 4, ограждения станка 6, электрооборудования и установки подготовки и подачи абразива (рис. 8,10).

Таблица 8.3

Техническая характеристика камнераспиловочных станков с криволинейным **дииж**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель стайка | Максимальные размеры \*, мм | | | Производитель­ность по гравнту, м \*/ч |  |
| Длина | Ширина | Высота |
| Империал А-1 | 11 400 | 3150 | • 3650 | 0,7—1,0 |  |
|  | 2500 | 1200 | 1800 |  |  |
| Империал А-2 | 12 400 | 3550 | 3900 | 0,8—1,1 |  |
|  | 3 000 | 1000 | 1000 |  |  |
| Империал А-2км | 13 400 | 3750 | 3900 | о  Г  (О |  |
|  | 4 000 | 2000 | 2000 |  |  |
| Супер-Бра | 14 000 | 4000 | 4800 | 0,9—1,2 |  |
|  | 3 000 | 2000 | 2000 |  |  |
| Супер$!#&; | 14 400 | 5600 | 4800 | 1,0—1,3 |  |
|  | 3500 | 3500 | 2000 |  |  |

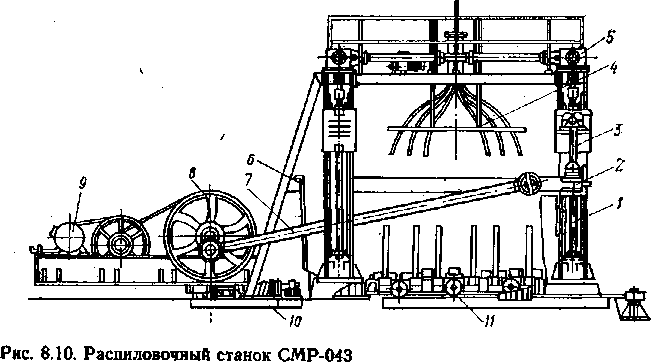
\* В чНсЛйгтеле — станка, в знаменателе — ставки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Максималь­ное число пил | Длина иода рамы, мм | Число  ДВОЙНЫХ  ходов рамы, об/мин | Мощность' главного привода, кВт | Скорость ра­бочей подачи, мм/ч | Масса станка, т |
|  | 40 | 360 | 70 | 28 | 8”-400 | 11,5 |
|  | 60 | 380 | 100 | 40 | 15—^500 | 37,0 |
|  | 40 | 400 | 90 | 55 | 30—1000 | 54,0 |
|  | 60 | 400 | - 75 . | 40 | 7—400 | 47,0 |

На тележку симметрично пЬ длине и ширине укладываются подготовленные к распиловке блоки и, если требуется, закреп­ляются клиньями. На пильной раме устанавливаются и клинь­ями натягиваются штрипсы. Приводом перемещения тележка

ей **нем и** свободным опусканием пильной рамы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Максималь­ное число НИЛ | Длина хода рамы, мм | Число  ДВОЙНЫХ  ходов раны, об/мин | Мощность  главного  привода,  кВ\* | Скороежь рабочей Щ?ДВЧЯ< мм/ч | .Масса , станка, т |
|  | ! 5# | 400 | 75 | 4,5 | ; — | 9,0 |
|  | 65 | 400 | 75 | 9,0 | — | ■ 12,5 |
|  | 80 | 400 | 75 | 13,5. | — | 13,9 |
|  | 60 | 380 | 80 | 18,7 | 0—40 | 25,0 |
|  | 90 | 380 | 80 | 30 | 0-40 | 45,0 |



задвигается с блоком в подрамыое пространство станка и за­крепляется клиновым устройством. Пильная рама опускается к блоку, затем включают привод пильной рамы и насосный агрегат подачи абразивной пульпы.

Пульпа подается механизмом распределения на верх блока и стекает под штрипсы. Штрипсы с пильной рамой подаются» совершая качательное движение, и в нижней точке, касаясь блока, происходит процесс распиловки.

Включением привода подачи через валы, соединяющие, че­тыре редуктора, установленные на колоннах с коническим зуб­чатым зацеплением, вращение передается на вертикальные винты. При вращении винтов суппорты перемещаются по на­правляющим колонн, опуская маятниковые подвески и пиль­ную раму с ‘ набором штрипс на распиливаемую ставку. По окончании распиловки пильная рама поднимается вверх. Абра­зивная пульпа насосом перекачивается в бак-рекуператор» а распиленная ставка, тележка, пильная рама и подрамное пространство станка промываются водой. Распиленная ставка выкатывается и заменяется вновь сформированной, после чего процесс распиловки повторяется.

При работе насосного агрегата часть пульпы проходит че­рез дополнительные сверления в корпусе, чем способствует перемешиванию абразивной пульпы в приемке.

Колонна представляет собой сварную конструкцию, имею- щую коробчатое сечение, открытое со стороны направляющих суппортов. В колонне установлен ходовой винт, по которому переменяется гайка, закрепленная в корпусе суппорта. Ходо­вой винт получает вращение от привода подачи. Маятниковая

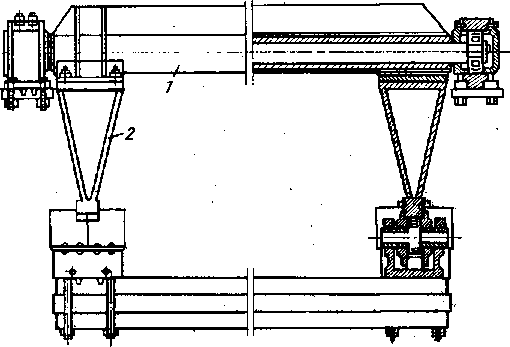


Рис. 8.11. Конструкция маятниковых подвесок станка СМР-043

подвеска состоит из сварной оси 1, выполненной из толстостен­ной трубы с доумя цапфами, и двух стоек 2 (рис. 8.11).

При помощи двух маятниковых подвесок пильная рама со­вершает качание с амплитудой до 400 мм.

Пильная рама сварной конструкции состоит из продольных: и поперечных балок. В проемах поперечных балок на тягах устанавливается комплект штрипсов, натяжение которых про­изводится специальными клиньями.

Привод пильной рамы используется для придания качатель- ного движения пильной раме посредством двух шатунов,

Шатун представляет собой стальную трубу с двумя прива­ренными головками, которые являются корпусами подшипни­ков. Корпуса подшипников выполнены разъемными, что создает удобства для присоединения шатуна к приводу и к пильной раме.

Ставка, сформированная на тележке, транспортируется в рабочее пространство станка под пильную раму. ТелеЖка по­лучает движение от привода, состоящего из электродвигателя, клиноременной передачи, редуктора и канатоведущего бара­бана. Канат через систему блоков подсоединен к чалочному устройству тележки.

Привод подачи представляет собой двухступенчатый ци­линдрический редуктор, быстроходный и тихоходный, валы ко­торого имеют по два выходных конца. К одному концу быстро­ходного вала через втулочно-пальцевую муфту присоединен электродвигатель ускоренной подачи. К другому концу через электромагнитную муфту присоединен электродвигатель по­стоянного тока, бесступенчато изменяющий число оборотов^

в широких пределах. Электродвигатель работает в комплексе с тиристорным электроприводом ЭТОЙ. Во время работы элек­тродвигателя ускоренной подачи электромагнитная муфта отключается.

Кинематика и динамика станков с маятниковой траекторией движения. Параметры работы станков рассмотрим, представив механизм станка как четырехзвенный шарнирный механизм (рис, 8.12).

При равномерной угловой скорости вращения кривошипа рама со штрипсами при каждом ее ходе совершает колебатель­ное движение с неравномерной скоростью, изменяющейся в пределах от и=0 в «мертвых точках» до 1>=тах в среднем положении. Вследствие неравномерного движения и значитель­ной массы движущихся частей рамы возникают большие инер­ционные усилия, которые лимитируют скорость вращения кривошипа. '

Скорости отдельных звеньев механизма распиловочного станка определяются из плана скоростей одного из промежу­точных положений четырехзвенного механизма (рнс. 8.13).

ос = уяъта/$т$, (8.8)

где цс — мгновенная скорость движения рамы в точке С, м/с; цв “ окружная скорость движения кривошипа в точке В, м/с;

% — я(71/30 = сошС (8.9)

л — частота вращения кривошипа, мин-1; г — радиус криво­шипа привода станка, м.

Подставив значение ос в формуле (8.9) в выражение (8.8), получим

<ГЯ 8ІП« ЗІП Р

(8Л0)

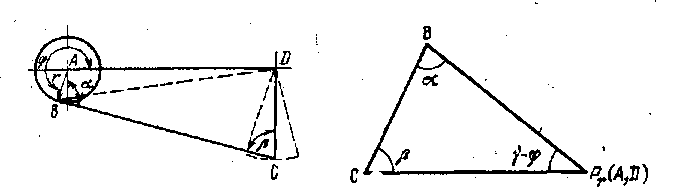


Рис. 8.12. Схема четырехзвен- Рис. 8.13. План скоростей пильной

ного шарнирного механизма рамы для одного из положений че­

тырехзвенного механизма

ю частота вращения кривошипа составляет 75— 80 мииг1. Скорость движения рамы на протяжении одного хода)

изменяется в широких пределах, достигая максимума при по­вороте кривошипа на 90°.

Рис. 8.14. Схема дейст­вий сил распиловочного станка

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| L -і | L , | | | |
|  | L l A | | |  |
| if |  | | | і  j |
| 7 |  |  |  | ' к |

Учитывая значительную длину шатуна, малый радиус криво­шипа и сравнительно большой радиус подвески рамы, можно для определения ускорений воспользоваться уравнением для кривошипно-шатунного дезаксйального механизма

°в ^cos <р +--j— cos 2<р—~~ sin , (8.II)

где L —длина шатуна, м; а-—величина дезаксиала, м; ф — угол поворота кривошипа, градус..

При увеличении частоты вращения, кривошипа ускорение достигает больших значений и резко возрастает. Так, увеличе­ние частоты вращения двойных ходов рамы с 60 до 106 мин-1 приводит к увеличению ускорения на 225 %,

В процессе работы на каждую штрипсовую пилу действуют силы Pi и Р2 (рис. 8.14)—составляющие усилий подачи, вели­чина которых меняется в зависимости от положения штрипс, характеризуемого углом <р, т. е.

Pi — Рщ cos ф; Р3 = Рпг cos <р; (8,12)

Рр — усилие, с которым шатун тянет пилу; величина этого усилия зависит от положения шатуна (угол а) и сил сопротив­ления резанию; ду— результирующее удельное сопротивление резания и подачи; направление этих сил определяется углом Р; <3 — усилия натяжения штрипс.

Из условия равновесия действующих сил и моментов по­лучаем следующие соотношения.

1. Соотношение между составляющей Я\* усилия подачи н суммарным удельным сопротивлением Цу

Pi — Яу

*I* (*1/2* + *4)*2

COS Р COS ф

(8.13)

2. Соотношение между усилием Рр, с которым шатун Дей­ствует на штрипс, и суммарным удельным сопротивлением ду

sin (р + Ф) cos (<р — сх)

(в 14)

Удельное сопротивление <7у зависит от физико-механических •свойств природного камня, а также от условий и режимов ре­зания, в частности, от скорости резания, подачи и ширины штрипс.

3. Соотношение между составляющей Р2 усилия подачи и -суммарным удельным сопротивлением <7У

\_р„ = gyl sin(ft + g) \_ (1/2 + d) cos р

cos (<р — а)

cos q>

(8Л5)

Вертикальная составляющая - удельного сопротивления за­висит в основном от физико-механических свойств природного жамня, размеров зерен дроби, а горизонтальная составляющая -Я у удельного сопротивления — от скорости резания, величины подачи, а также размеров дроби.

Угол р определяется из соотношения

*Ч$ = Ях!Яу* (8.16)

Во время работы станка схема нагрузок на раму изменя­ется, так как на нее, кроме сил натяжения, действуют инер­ционные силы Ра и усилие резания. Вследствие этого величина и направление результирующего усилия, действующего на раму в течение одного оборота кривошипа, изменяются в широких пределах. Наличие большой массы рамы отрицательно влияет на равномерность хода рамы и не позволяет увеличить число ходов рамы в единицу времени. Для сглаживания неравномер­ности хода рамы в системе привода устанавливается массивный маховик.

Станки с прямолинейным движением пильной рамы. Камне­распиловочные станки с прямолинейным движением пильной рамы получили широкое распространение в связи с внедрением и совершенствованием полосовых пил, армированных алмаз­ными режущими элементами. Рациональной областью примене­ния алмазно-штрипсовых станков с прямолинейным движением пильной рамы является распиловка природного камня средней твердости. Для увеличения производительности станков стре­мятся к продолжительному и постоянному контакту инстру­мента с камнем, что обеспечивается прямолинейным движе­нием пильной рамы. Основные конструктивные элементы этого типа станков аналогичны станкам с криволинейным движением рамы.

Отличительной особенностью станков с прямолинейным дви­жением пильной рамы является отсутствие подвески. Рама со- вершает возвратно-поступательное движение в специальных прямолинейных направляющих, движение передается от глав­ного Привода через кривошипно-шатунный механизм.

В конструкциях станков одинаково широко распространены направляющие скольжения И качения. Призматические направ-

*Ш*

ляющие скольжения применяются с плоскими направляющими (станки СМР-032, 2992, Диага-40, ЖСК, СВТ). Рабочие по­верхности направляющих скольжения непрерывно смазываются принудительной подачей масла, что сокращает трение и ^улуч­шает теплоотвод из зоны контакта трущихся поверхностей.

Направляющие качения конструктивно выполняются в двух вариантах: с роликами, оси которых неподвижно закреплены! в суппортах;

с роликами, перемещающимися с пильной рамой.

Горизонтально-распиловочные станки с прямолинейным^ движением пильной рамы по принципу положения уровня ре­зания подразделяются на:

1. Станки с переменным уровнем резания, характерной осо­бенностью которых Является сохранение уровня кривошипно­шатунного механизма и принудительное опускание пильной: рамы (за исключением модели ЛВГ-С) по мере углубления' пропила. Современные станки этого типа позволяют вести рас­пиловку природного камня в-автоматическом режиме по задан­ным параметрам усилия резания.
2. Станки с постоянным уровнем резания характерны тем,, что рабочая подача осуществляется вследствие подъема рабо­чего стола с распиливаемым блоком, а пильная рама движется на одном постоянном уровне. Это дает ряд важных преиму­ществ по сравнению с традиционными распиловочными стан­ками, главным из которых является постоянное сохранение на одном уровне плоскости пильной рамы и оси главного привода,, что исключает дезаксиал. Это, в свою очередь, позволяет пре­дельно сократить Длину шатуна н общие размеры станка, уменьшить массу подвижных узлов, а, следовательно, снизить- вредные инерционные. нагрузки. В результате скорость реза­ния существенно возрастает, а регулирование ее осуществля­ется плавно и в широком диапазоне.

Штрипсовые станки с поднимающимся столом представ­ляют собой высокопроизводительный вид камнераспиловочного оборудования. Производительность их при распиловке природ­ного камня средней твердости (мрамора) составляет 10— 16 м2/ч.

Техническая характеристика камнераспиловочных станков: с прямолинейным движением и горизонтальным расположе­нием пильной рамы приведена в табл. 8.4 и 8.5.

Конструкции станков этой группы рассмотрим на примере- модели СМР-032 (рис. 8.15).

Станок состоит из пильной рамы, колонн в сборе, суппорт­ной балки, привода возвратно-поступательного движения пиль­ной рамы, привода подачи пильной рамы, гидронатяжного- устройства, тележки, привода тележки и системы охлажде­ния.

Таблица 8.4

Техническая характеристика горизонтально-распиловочных станков с прямолнн

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель станка | Максимальные размеры \*, мм | | | П р он звод и тел ь • ность по граниту м\*/ч |
| Длина | Ширина | Высота |
| 2992 | 12 880 | 5200 | 3860 | 4—6 |
|  | 3 000 | 1800 | 1600 |  |
| СМР-032 | 12 150 | 4510 | 4645 | 4—7 |
|  | 2 800 | 1400 | 1400 |  |
| СМР-069 | 12 500 | 6000 | 5000 | о м |
|  | 2 800 | 2000 | 1800 | О'— |
| Диага 20Ж | 15 500 | 4200 | 4200 | 4—5 |
|  | 3 000 | 1300 | 1800 |  |
| Диага ЗОЖСК | 16 000 | 4500 | 4200 | 5—7 |
|  | 3500 | 1500 | 1800 | - |
| Диага 40ЖСК | 16000 | 4500 | 4200 | 6—8 |
|  | 3 500 | 1500 | 1800 |  |
| Диага 50ЖСК | 16 000 | 4800 | 4200 | 6—8 |
|  | 3 500 | 1800 | 1800 |  |
| Диага ЗОЖСК | 16 000 | 4800 | 4200 | 9—12 |
|  | 3 500 | 1800 | 18Q0 |  |
| Диага 70ЖСК | 16 000 | 5000 | 4200 | 10—14 |
|  | 3500 | 2000 | 1800 |  |
| CBH-200I | 15 300 | 500C | 4350 | 8—10 |
|  | 3 100 | 1800 | 1800 |  |
| СВНУ I | 15 300 | 5000 | 4350 | 10—12 |
|  | 3 100 | 1800 | 1800 |  |
| СВНУ и | 15 300 | 5000 | 4350 | 10—14 |
|  | 3 100 | 2000 | 1800 |  |
| СВНУ III | 15 300 | 5000 | 4350 | 10—16 |
|  | 3 100 | 2000 | 1800 |  |
| ЛВГ-С I | 16 500 | 4500 | 4500 | 0,3—0,6 |
|  | 3^50 | 1500 | 1300 |  |
| ЛВГ-С 11 | 16 500 | 4500 | 4500 | 0,4—0,7 |
|  | 3 250 | 1500 | 1800 |  |
| ЛВГ-С Ш | 16 500 | 4500 | 4500 | о  3  о |
| .' ■■ | 3 250 | 1500 | 1800 |  |

\* В числителе — станка, в знаменателе — ставки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | МаксиМаль» вое число пил | Длина хода рамы, мм | Числе  ДВОЙНЫХ  ходов рамы, об/мин | Мощность  главного  привода,  кВт | Скорость  рабочей  подачи.  ” Мм/ч " | Масса станка, т |
|  | 40 | 500 | 120 | 55 | 40,5—405 | 42,0 |
|  | 40 | 500 | 100 | 75 | 20—400 | 43,1 |
|  | 65 | 700 | 88 | 110 | 20—380 | 52,0 |
|  | 20 | 500 | 80 | 22 | 60—600 | 14,7 |
|  | 30 | 500 | 120 | 55 | 60—600 | 32,8 |
|  | 40 | 500 | 120 . | 75 | 60—600 | 33,8 |
|  | 50 | 500 | 120 | 85 | 60—600 | 36,0 |
|  | 60 | 500 | 120 | 95 | 60—600 | 37,0 |
|  | 70 | 500 | „ 120 | 140 ' | 60—600 | 44,5 |
|  | 50 | 700 | 105 | 90 | 110—660 | 49,5 |
|  | 60 | 700 | 105 | ПО | 110—660 | 51,0 |
|  | 70 | 700 | 105 | 132 | ИО-660 | 58,0 |
|  | 80 | 700 | 105 | 160 | 110—660 | 65,0 |
|  | 10 | 500 | 80 | 22 | 10—80 | 19,9 |
|  | 20 | 500 | 80 | 30 | 10—80 | 20,1 |
|  | 30 | 500 | 80 | 45 | 10—80 | 20,3 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель станка | Максимальные размеры \*, мм | | | Производитель­ность по граниту, М\*/ч |
| Длина | Ширина | Высота |
| ЛВГ-С IV | 16 500 | 4500 | 4500 | р  I  о |
|  | 3 250 | 1500 | 1800 |  |
| ЛВГ-С V | 16 500 | 4500 | 4500 | 0,7—1,2 |
|  | 3 250 | 1800 | 1800 |  |
| ДМ-75 | 14 000 | 3500 | 4 4000 | 10—14 |
|  | 3 000 | 2000 | 2000 |  |
| ДМ0500 | 16 500 | 4600 | 4200 | 10—14 |
|  | 3 400 | 2000 | 2000 |  |
| ДМ-1000 | 16 500 | 4600 | 4100 | 10—15 |
|  | 3 400 | 2000 | 2000 |  |
| Днабретон IХС 110 | 15 500 | 4600 | 4200 | 8-—'11 |
|  | 3 000 | 1600 | 2000 |  |
| 1ХС 130 | 16000 | 4600 | 4200 | 8—12 |
|  | 3 500 | 1600 | 2000 |  |
| 1ХС\*220 | 15800 | 4800 | 4200 | 9—14 |
|  | 3 300 | 1800 | 2000 |  |
| 1ХС1230 | 16 000 | 4800 | 4200 | 9—14 |
|  | 3500 | 1800 | 2000 |  |
| 1ХС 330 | 16 000 | 5000 | 4200 | о  СП |
|  | 3500 | 2000 | 2000 |  |

\* В числителе — станка, в знаменателе — ставки.

Станок представляет собой пррстранственную конструкцию из четырех колонн, установленных вертикально на фундаменте и жестко скрепленных в верхней части продольными и попе­речными балками.

На отдельном фундаменте установлен главный привод — природ горизонтального возврат но-поступательного движения пильной рамы, осуществляемый при помощи двух шатунов. Глашей привод состоит из электродвигателя с повышенным пусковом моментом, клиноременной передачи и главного вала. На глйвдом валу установлены два кривошипа и маховика. Вра­щение от шкива, установленного на валу электродвигателя, клиновыми ремнями передается на маховик.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Макси­  мальное  ЧИСЛО  пил | Длина  хода  рамы»  мм | Число двойных ходов рамы, об/мин | Мощность  главного  привода,  кВт | Скорость  рабочей  подачи,  мм/ч | Масса станка, т |
|  | 40 | 500 | 80 | 60 | 10—80 | 21,2 |
|  | 50 | 500 . | 80 | 80 | 10—80 | 22,5 |
|  | 80 | 500 | 80 | 45 | 0-300 | 25,0 |
|  | 88 | 520 | 80 | 75 | 0—^-300 | 37,0 |
|  | 88 | 500 | 80 | 75 | 0—300 | 40,0 |
|  | 64 | 520 | , 115 | 90 | 60—450 | 51,0 |
|  | 64 | 520 | 115 | 90 | 60—450 | 51,0 |
| 1 | 72 | 520 | 110 | 90 | 60-450 | 52,0 |
| г  I | ,72 | 520 | 110 | 90 | 60—450 | 52,0 |
| . | 80 | 520 | \*  100 | 90 | 60—450  • | 53,0 |

На каждом пальце кривошипа смонтированы задние го­ловки шатунов; передние головки шатунов установлены на пальцах пильной рамы.

Две сварные колонны, имеющие коробчатое сечение, распо­ложенные со стороны главного привода, смещены внутрь по ширине станка с целью обеспечения движений шатунов, умень­шения длины вала главного привода и ширины станка.

В верхней части станка на поперечных балках установлен привод подачи (подъема и опускания) пильной рамы.

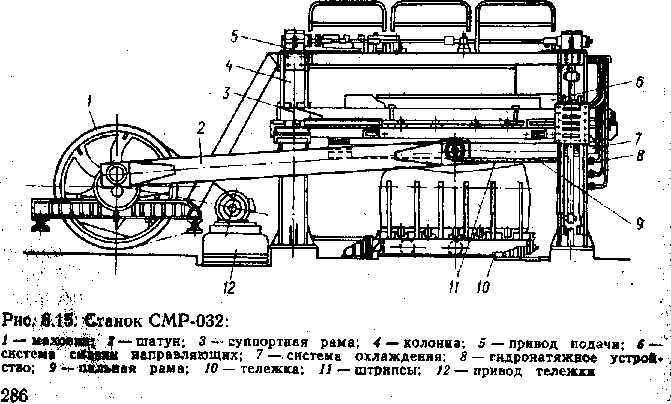
По вертикальным направляющим колонн при помощи ходо­вых винтов перемещаются четыре суппорта с суппортными бал­лами. Синхронное вращение винтов обеспечивается приводом подачи.

Т а б л и ц а 8.5

Техническая характеристика горнзонтально-распиловочн ых станков с лрямолнн

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель станка | Максимальные размеры \*, мм | | | Производитель­ность по граниту, - Ы\*/ч |
| Длина | Ширина | Высота |
|  | 12 130 | 5300 | 4500 |  |
| ТЛ 15 |  |  |  | 9—12 |
|  | 3 200 | 1500 | 2000 |  |
|  | 13 250 | 3300 | 4500 |  |
| Рапидор I |  |  |  | 6—9 |
|  | 3 000 | 1200 | 1800 |  |
|  | 13 250 | 3300 | 4500 |  |
| Рапидор II |  |  |  | 7—10 |
|  | 3 000 | 1200 | 1800 |  |
|  | 13 250 | 3600 | 4500 |  |
| Рапидор III |  |  |  | 8—10 |
|  | 3 000 | 1500 | 1800 |  |
| Рапидор IV | 13 250 | 4000 | 4500 | 9—12 |
|  | 3 000 | 1800 | 1800 |  |
| Рапидор V | 13 250 | 4000 | 4500 | 9—12 |
|  | 3 000 | 1800 | 1800 |  |
| Рапидор VI | 13 250 | 4200 | 4500 | 10—14 |
|  | 3 000 | 2000 | 1800 |  |
| КС-2 | 5 470 | 3365 | 4040 | 3-5 |
|  | 2500 | 1300 | 1400 |  |

\* В числителе — станка, в знаменателе — ставки.



|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Максималь­ное число лил | Длина хода рамы, мм | Число двойных ходов рамы, об/мин | Мощность  главного  привода,  кВт | Скорость рабочей по­дачи, мм/ч | Масса стайка, т |
|  | 60 | 500 | 120 | 55 | 0—600 | 22,0 |
|  | 30 | 540 | 120 | 55 | 90—650 | 31,0 |
|  | 40 | 540 | 120 | 80 | 90—650 | 33,6 |
|  | 50 | 540 | 120 | 90 | 90—650 | 34,0 |
|  | 60 | 540 | 120 | 110 | 90—650 | 55,2 |
|  | 70 | 700 | 105 | 130 | 90-650 ' | 60,5 |
|  | 80 | 700 | 105 | 150 | 90—650 | 62,5 |
|  | 37 | 400 | 70 | 55 | 20—500 | 13,5 |

. Суппорты колонны попарно связаны между собой в про­дольном направлении двумя балками, несущими направляю­щими, по которым перемещается пильная рама.

Пильная рама представляет собой сварную конструкцию, состоящую из продольных и поперечных балок.

В продольных балках крепятся пальцы шатунов. Ву проемах поперечных балок на специальных тягах устанавливается ком­плект штрипсов и. крепится гидронатяжное устройство для их натяжения. Гидронатяжное устройство предназначено для со­здания номинального усилия натяжения каждого штрипса.

Привод подачи предназначен для осуществления рабочей подачи с бесступенчатым регулированием скорости подачи и ускоренного подъема и опускания пильной рамы. Привод по­дачи смонтирован на сварной раме, которая установлена на продольных балках в верхней части станка и тем самым , свя­зывает их между собой.

Система смазки служит для принудительной подачи- мадала на направляющие возвратно-поступательного движения пиль-

Техническая характеристика вертикально-распиловочных станков

СМР-007

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Максимальные размеры \*, мм | | | Производитель­ность по граниту, н\*/ч |
| Длина | Ширина | Высота |
| 10 500 | 4945 | 5820 | 6-8 |
| 2 800 | 1400 | 1400 |
| 10 500 | 3700 | 3700 | 10—14 |
| 4 000 | 1650 | 1700 |
| 3 810 | 2590 | 2650 | 10—14 |
| 1200—1800 | 500 | 500 |

Модель станка

\* В числителе — станка, в знаменателе — ставки.

НВД-60

Р-506

ной рамы. Каждая из четырех пар направляющих имеет инди­видуальную систему смазки.

В рабочую зону станка подается сформированная на те­лежке ставка, перемещаемая приводом передвижения тележки. Тележка перемещается по рельрам, установленным на фунда­менте станка и фиксируется в рабочей зоне станка специаль-' ными упорами. В зону резания по системе охлаждения пода­ется вода.

Распиловочные станки с горизонтальным расположением; пильной рамы имеют ряд существенных недостатков, заключа­ющихся в сложности удаления с достаточной полнотой про­дуктов разрушения (шлама), образующихся в процессе рас- ; пиловки и невозможности создания поточности производ­ства. ^

Для устранения этих недостатков современным отечествен-1 ным и зарубежным конструированием ведутся разработки и выпускаются станки с прямолинейной траекторией движения пильной рамы в вертикальной плоскости. В станках этой группы вертикальное расположение штрипс сокращает их длину вследствие того, что распиловка осуществляется по вы­соте, а не по длине. Это приводит к сокращению длины штрипе,^ в результате увеличивается жесткость инструмента и уменьшав егся масса подвижных частей, что позволяет осуществлять рас­пиловку на повышенных скоростях (до 5 м/с). Высокие скорой! ста резания, эффективное шламоудаление и охлаждение ия-] струмента увеличивают производительность станка.

Въшускаемые отечественной промышленностью станки с вер^ ти калькой пильной рамой предназначены в основном для ал-й мазяо-штрипсовой распиловки пород мягких и средней тверді

дости, реже для распиловки твердых пород. Однако, как по­казал опыт эксплуатации станка СМР-007 Беличским камне­обрабатывающим заводом, эти станки нуждаются в существен­ной доработке и совершенствовании конструкции; Техническая характеристика камнераспиловочных Станков с вертикальным расположением пильной рамы приведена в табл. 8.6.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Максималь­ное коли­чество пил, шт. | Длина хода рамы, мм | Число двойных ходов рамы, об/мдн | Мощность  главного  привода,  кВт | Скорость  рабочей  подачи,  мм/ч | Масса станка, т |
|  | 40 | 500 | 128 | 75 | 30-13 800 | 35,0 |
|  | 60 | 600 | 120 | 95 | — | 35,0 |
|  | 12 | 360 | 120 | 40 | 0—1200 | 8,84 |

В зарубежной практике используются станки специальной конструкции с малым числом штрипс («треннзеге») и одно- штрипсовые («моноламе»). В качестве инструмента исполь­зуются штрипсы, армированные алмазными режущими элемен­тами, что позволяет осуществлять распиловку блоков любой твердости. Однако, в практической деятельности эти станки имеют ограниченное применение. Достоинством данных станков является возможность распиловки крупногабаритных блоков, так как приемные рабочие параметры станка один линейный размер блока не^ ограничивают. Отечественная Промышлен­ность штрипсовые' станки специальной конструкций не выпу­скает. Техническая характеристика основных моделей зарубеж­ных распиловочных станков специальной конструкций при­ведена в табл. 8,7.

Кинематика и динамика станков с'прямолинейным движе­нием пильной рамы при алмазно-штрцпсовой распиловке. В процессе алмазно-штрипсовой распиловки пильная рама по­лучает главное движение от кривошипно-шатунного механизма и вспомогательное (поступательное) движение — от механизма подачи (рис. 8.16). -

Скорость резания V — перемещение в единицу времени ре­жущей кромки инструмента относительно поверхности забоя,— определяет скорость отделения частиц камня.

10 Заказ № 379

289

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель . станка | Фирма (страна) | Максимальные размеры | | \*, мм |
| Длина | Ширина | Высота |
|  |  | Поперечно-расп | | И Л о в О Ч |
| ВЖР-2 | «Фиккерт» (ФРГ) | 10 000 | 2600 | 2600 |
| ^ ' | Не ограничено | юбо" | 1450 |
| «Супер» | «Ван Вурден» (Голландия) | 13 000 | 3000 | 3000 |
| Не ограничено | 2700~ | 1800 |
| ІХА-151 | «Бретон» (Италия) | 10 400 | 2050 | 2700 |
|  | Не ограничено | 3000 | 1600 |

Таблица 8.7

Техническая характеристика штрипсовых станков специальной конструкции

/Одноштрипсовые распилово

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| МРМ | НРБ | 7 800 | 1425 | 4200 |
|  |  | Не ограничено | 3500 | 2200 |
| Пума | «Грегори» (Италия) | — . | — | — |
|  | Не ограничено | 3500 | 2000 |
| МО-350 | «Морденти» (Италия) | 7 000 | 800 | 5000 |
|  | Не ограничено | 3500 | 2200 |

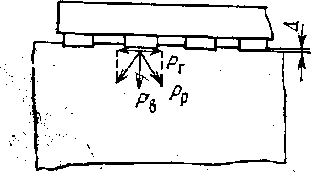
• В числителе — станка, в знаменателе — ставки.

Скорость рабочей подачи перемещение ревущей кромки инструмента в направлении, перпендикулярном главному дви­жению, обеспечивает непрерывность врезания инструмента в камень. При алмазно-штрипсовой распиловке скорость рабо­та ™ЙЧИ большинства современного оборудования явля­ется величиной постоянной.

Главное и вспомогательное рабочие движения определяют траекторию относительного рабочего движения. Как показали

^ *IV?*

Рис. 8.16. Схема дейст­вия сил при алмазно- штрипсовой распиловке



.4-

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Производи\* | Макси-' | Длина | Число | Мощность | Скорость  рабочей | Масса  станка, |
|  | тельность | мальиое | хода | двойных | главного |
|  | по грани- | число | рамы, | ходов рамы, | привода, | подачи, |
|  | ту,,м\*/ч | пил | мм | об/мин | кВт | ым/ч |  |

н ы е1 станки {«трел зет е»)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1,5—2,5 | 3 | 450 | 70 | 24,0 | 0—600 |
| 4—6 | 15 | 500 | 125 | 75,0 | — |
| 4—6 | 15 , | 520 | 80 | 30,0 | 90-530 Л |

10,0

11,5

: 17,5

исследования, скорость резания штрипсовых пйл непостоянна, зависит от угла поворота кривошипа <р, в конце каждого хода пильной рамы равна нулю и определяется выражением

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0,9—1,5 | І | 500 | 100 | 13,0 | — |
| 0,9—1,3 | 1 | 400 | 120 | . 11,2 | . , — ■ ' |
| 0,9—1,6 | 1 | 400 | 130 | 15,0 | — |

**чные станки («мо н о л а м е»):**

.7,3

7,5

с = \*>о^5Ш(р + -^-8т2ф^, (8.17)

где Оо — скорость движения кривошипа, м/с^ Я — отношение ра­диуса кривошипа к длине шатуна.

На практике для упрощения расчетов пользуются средним значением скорости резания

аСр=Л\*л/60, , • - • (8.18)

где 1Х — длина хода пильной рамы, м; п — частота качаний пильной рамы (число двойных ходов в.минуту). . ^ . >

Одним из основных кинематических параметров алмазной распиловки является толщина среза, камня А, в значительной степени влияющая на технологические показатели процесса и предопределяющая эффективность распиловки. Толщина среза камня является основной характеристикой, определяющей

10\* , 291

формообразование стружки и условия ее отделения от обраба­тываемого камня.

Принимая в первом приближении скорость резания за по­стоянную величину, определим толщину среза за один ход штрипс '

А = п„/(60л).

(8.19)

Тогда толщина среза, снимаемая одним режущим элементом штрипсовой пилы, определяется из выражения

3600- 10\*ср

4Х=—^

(8.20);

60 *п1х*

где ип—скорость рабочей подачи, мм/ч; £ — шаг режущих эле­ментов, ММ. «

Из выражения (8.20) с учетом принятого допущения еле— дует, что толщина среза одного режущего элемента штрипсо-: вой пилы прямо пропорциональна скорости подачи и обратно пропорциональна скорости резания. Толщина' среза оказывает существенное влияние на ^эффективность процесса распиловки,; так нак от нее зависят важнейшие показатели процесса — уси-: лие резания, энергоемкость, произйодителькость, износостой- \ ^ кость инструмента и др. - ;

Сложные явления, происходящие при воздействии инстру-1 мента на обрабатываемый камень й процессе алмазно-штрип- совой распиловки, трудно поддаются изучению как аналитиче­ским, так и экспериментальным путек. Силовые показатели яв­ляются результирующими, и могут интегрально характеризовать влияние различных факторов на процесс.

В процессе распиловки на камень со стороны рабочего, ин­струмента действуют силы, важнейшими из которых являются: сила взаимодействия режущих элементов штрипс с забоем (сила резания), сила взаимодействия режущих элементов штрипс с шламом и сила трения режущих элементов о стенки пропила.

В процессе алмазно-штрипсовой распиловки равнодействую­щую силу резания (Яр) можно разложить на силу по направ­лению скорости резания, называемую тангенциальной Рт и по направлению подачи, называемую нормальной — РЕ (см. рас. 8.17).

; Составляющие силы- резания зависят от физико-механиче- сках свойств обрабатываемого камня, режимов резания, со­стояния режущего инструмента. Эмпирически выведенные, ра­счетные зависимости для определения тангенциальной и нор­мальной сил резания имеют вид:

(8.21)



где 1 — длина реза, мм; Ь — ширина среза, мм; 13—:длина ре­жущего элемента (алмазного бруска),..мм.

Рв-

vnbL 36■106иср



(8.22)

Коэффициенты и гп\ меняются в зависимости от состоя­ния режущего инструмента и жесткости системы станок —ин­струмент— камень. В каждом конкретном случае должны быть учтены влияния этих! факторов. Для практических расчетов мо­жно принять &1 = Ш1 = 1ч-2.

Коэффициент кр и тр пропорциональны работе разрушения и зависят от твердости камня. , . .

Коэффициенты £тр и тТр пропорциональны работе трения л\* зависят от твердости и абразивности обрабатываемого камня.

Значения коэффициентов Атр, тр, ттр для, алмазно- штрипсовой распидовки приведены в табл. 818.

Скорость резания является одним из основных критериев оценки эффективности распиловки. При одинаковой толщине среза с повышением скорости резания увеличивается произ­водительность процесса. С увеличением скорости резания при постоянной подаче силы резания меняются по гиперболиче­скому, закону, однако, при сохранении5 постоянной толщины среза скорость резания в данном диапазоне не влияет на сило­вые показатели.

Удельные соотношения между нормальной и тангенциаль­ной силами резания, приведенные к единице рабочей Площади' режущих элементов в зависимости от твердости обрабатывае­мого камня, определены экспериментальным путем и приве­дены в табл. 8.9.

К околостаночному оборудованию относятся вспомогатель­ные механизмы и приспособления, обеспечивающие функцио­нальную деятельность штрипсовых камнераспиловочНых стан­ков в комплексном процессе распиловки и не относящиеся не- посредственно к их конструкции.

Таблица 8.8

Коэффициенты &р, тр, &тр и ттр по данным НИИКС

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Обрабатываемый камень | \*Р | "V | \*тр | оттр |
| Туф артикского типа | 10 | 20 | 0,004 | . 0,006 |
| Туф фельзитовый | 35 | 60 | 0,008 | 0,024 |
| Мрамор коелгинский | 90 | 185 | 0,01 | 0,035 |
| Базальт паракарский | 65 | 260 | 0,009 | 0,04. |
| Гранит ново-даниловский | 185 | 560 | 0,012 | 0,06 |
| Гранит янцевскнй | 210 | 635 | 0,013 | 0,079 |

Т а б л и ц а 8.9

Составляющие силы резания, Н/см\*

Степень обрабатывав'  
мости камня

Тангенциальная

составляющая

Нормальная

составляющая

Твердая

Средней твердости Мягкая

50-120 20—30 12—20

200—500 80—130 40-70

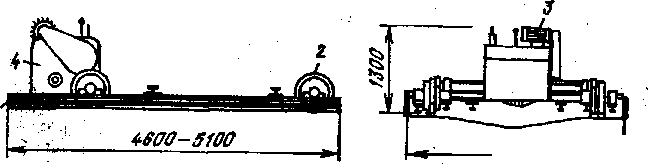
Электролафет. (передаточная тележка) является нестан­дартным видом оборудования и предназначен для доставки сформированных ставок к распиловочным станкам, а также для вытяжки и транспортирования распиленных ставок на за­пасные пути или к месту разборки распила. Электролафет со­вершает маневровые перемещения вдоль фронта распиловоч­ных станков и обеспечивает их своевременную загрузку и вы­грузку, что снижает технологические простои станков и повышает коэффициент их использования во времени.

Электролафет изготавливается в местных условиях с кон­структивными размерами в зависимости от установленных рас­пиловочных станков (рис. 8,17). Как правило, его грузоподъ­емность составляет не менее 40 т. Электролафет представляет собой сварную платформу 1 (выполненную из швеллера № 30) с ходовой частью 2 и перемещающуюся по рельсам посред­ством индивидуального электропривода 3 (см. рис. 8.17). При­вод хода осуществляется от электродвигателя переменного тока мощностью 4,5 кВт через ременную передачу и редуктор. Скорость перемещения электролафета 15—18 чм/мин, что по­зволяет обслуживать до 20 штрипсовых распиловочных станков. На платформе перпендикулярно направлению ее перемещения устанавливается рельсовый путь для закатывания на него за­груженных станочных тележек. Ходовая часть платформы с на­правляющими ее движения размещается ниже уровня отметки пола таким образом, чтобы уровень рельсовых путей на плат-

*1*

Рис. 8.17. Передаточная тележка {электролафет)

2200



форме точно совпадал с уровней рельсовых путей станочных тележек.

На электролафете 4 устанавливается лебедка, которая че­рез 'систему блочков затаскивает на платформу загруженную станочную тележку и доставляет ее под распиловочный станок (см. рис. 8.17).

Одним из- факторов, существенно влияющих на производи­тельность . штрипсовых распиловочных стайков н качество рас­пила, является состав абразивной пульпы. Для поддержания качественного состава абразивной пульпы в заданных пределах применяются дозаторы абразива (дроби) и сепараторы пульпы.

Дозаторы дроби предназначены для поддержания в задан­ных пределах рабочей фракции дроби в пульпе на протяжении всего процесса распиловки посредством дозированного добав­ления дроби на восполнение изношенной.

Существует множество принципиально отличных конструк­тивных решений изготовления дозаторов. В настоящее время широко применяются вибрационные, механические и электро­магнитные дозаторы.

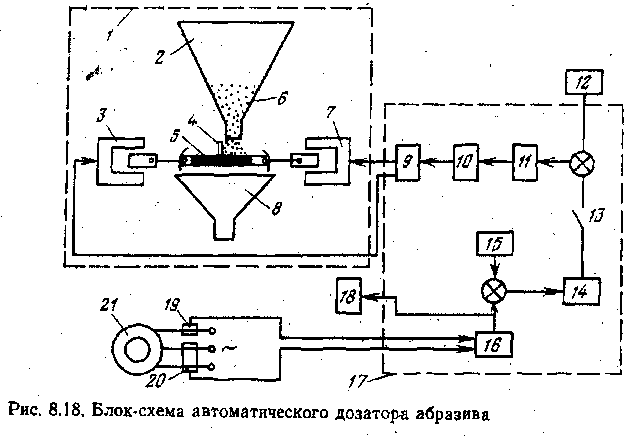
Вибрационные дозаторы просты в изготовлении и представ­ляют собой бункер, установленный над зумпфом (приямком), в который насыпается дробь. К днищу бункера присоединен резиновый патрубок с металлической головкой на конце, со­прикасающейся с якорем электромагнита. При включении электромагнита головка начинает вибрировать, вследствие чего дробь поступает из бункера через патрубок в зумпф, где цир­кулирует пульпа.

Основным недостатком> этого типа дозаторов является невоз­можность точного (строго заданного) в широких пределах ре­гулирования подачи дроби в пульпу, что не позволяет оптими­зировать состав абразивной пульпы в течение всего времени распиловки, а, следовательно, снижает ее эффективность.

Контроль состава пульпы и регулирование, содержания дроби в заданных пределах осуществляется оператором интуи­тивно по внешним, часто ошибочным признакам. Таким обра­зом, проблема решается лишь частично и уровень стабилиза­ции качественного состава пульпы не достигает желаемого.

В последнее время э отечественной и зарубежной практике наиболее важным техническим решением в конструкциях доза­торов считается дискретное, в широких пределах регулируемое дозирование, которое обеспечивается автоматическими механи­ческими дозаторами черпакового типа иЛи электромагнитными.

Наиболее совершенной конструкцией автоматического меха­нического дозатора черпакового типа являются дозаторы Т/Д04, Т/Д08 фирмы «Альфа» (Италия), позволяющие дискретно ре­гулировать подачу абразива в диапазоне от 1,4 до 19 $г/ч и от 2,8 до 38 кг/ч.



Успешно эксплуатируются на Кондопожском камнеобраба­тывающем заводе электромагнитные дозаторы конструкции Росавтоматстрома. Электромагнитный дозатор выполнен с авто­матической системой управления подачи дроби в абразивную пульпу. При малой величине дискретной дозы, не превышаю­щей 50 г, дозирование можно считать практически непрерыв­ным.

Производительность дозатора определяется частотой сраба­тывания электромагнитного исполнительного механизма. Сиг­нал управления исполнительным механизмом формируется бло­ком управления.

в Принцип автоматизации основан на зависимости средне­действующего значения активного тока, потребляемого элек­тродвигателем насоса, от плотности пульпы, которая зависит от содержания в ней дроби и шлама. Разделение на два этапа процесса контроля плотности пульпы по активному току, по­требляемому электродвигателем насоса, заложено в основу способа автоматизации дозирования дроби и использовано при создании устройства для контроля и регулирования качествен- ногр состава пульпы.

Щяок-схема устройства показана на рис. 8.18. Устройство сосщ^т из дозатора 1 и системы управления 17. Дозатор пред­ставляет собой сварную раму, на которой размещены бункер­на ко питель и электромагнитный исполнительный механизм. Ра-‘ бота дозатора осуществляется следующим образом. Дробь 6 из . бункер а-на коп и тел я 2 высыпается под собственным весом на: 296

подвижный лоток 5. Дробь, попавшая на лоток, приобретает форму конуса с естественным углом откоса, а величина дозы определяется расстоянием между выходным отверстием бун­кера накопителя и лотком. При срабатывании электромаг­нита 7 подвижный лоток совершает поступательное движение и сбрасывает при помощи уступа 4 дробь, находящуюся на лотке, через конус 8 в приямок. Следующий цикл работы исполни­тельного механизма дозатора повторяется аналогично, но в противоположном направлении движения лотка 5 при сраба­тывании электромагнита 3 (см. рис. 8.18).

Блок управления конструктивно выполнен в виде пульта уп­равления и устанавливается на стойке в непосредственной бли­зости от камнераспиловочного станка. В блоке управления предусмотрено два режима работы: автоматический и полу­автоматический.

Автоматический режим работы дозатора соответствует пе­риоду приготовления свежей пульпы. Блок управления обеспе­чивает поочередное, включение электромагнитов .3 и 7 доза­тора 1 с заданной частотой. Частота включения выбирается из условия обеспечения максимальной производительности доза­тора и задается при настройке системы. Переключатель режи­мов ІЗ находится в этот период в положении «автоматиче­ский», , что соответствует его замкнутому состоянию. Сигнал с нуль-органа 14 преобразуется в последовательность импуль­сов преобразователем напряжения 11, делителем частоты 10 и поступает на силовой блок 0, выполняющий одновременно функцию коммутатора, обеспечивающего поочередное включе­ние электромагнитов б частотой сигнала делителя частоты. В ре­зультате поступления дроби в пульпу ее плотность возрастает и, соответственно, растет мощность, потребляемая электродвигате­лем 21 (см. рис. 8.18).

Сигналы с датчика Тока 19 и датчика напряжения 20 по­ступают на преобразователь активной мощности 16, формиру­ющий сигнал, пропорциональный активной составляющей мощ­ности, потребляемой электродвигателем насоса. Сигнал преоб­разователя постоянно сравнивается с сигналом задатчика 12 минимальной плотности пульпы 15. При достижении их равен­ства срабатывает нуль-орган и сигналом с его выхода через переключатель 13 запрещается дальнейшая работа дозатора в автоматическом режиме. Визуальный контроль за производи­тельностью дозатора и фактической плотностью пульпы осуще­ствляется по индикатору плотности 18 (см. рис. 8.18).

После достижения минимально заданной плотности пульпы дозатор переводится на полуавтоматический режим раЙкУгЫ. Для этого переключатель режима работы переводится в. разом­кнутое состояние, и при помощи ручного задатчика производи­тельности , устанавливается, исходя из условий технологии,

требуемая производительность дозатора. Сигнал с задатчика производительности, как и в случае работы в автоматиче­ском режиме, определяет чат, стоту срабатывания электро­магнитов и тем самым обеспе­чивается постоянное поступле­ние дроби в пульпу.

В процессе распиловки плотность пульпы постепенно растет вследствие увеличения образуемого шлама. Соответ­ственно растет мощность, по­требляемая электродвигате­лем насоса и ее активная со­ставляющая, По показанию индикатора плотности оцени­вается качество пульпы по со­держанию в не» шлама и свое­временно принимается реше­ние на ее промывку.

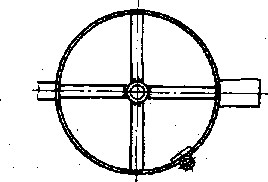
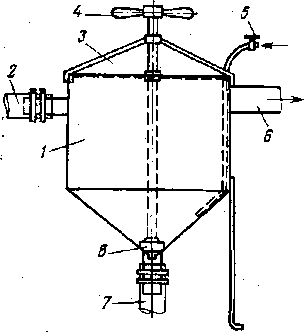


Рис. 8.19, Сепаратор пульпы

Сепараторы пульпы пред­назначены для очистки (про­мывки) ее от шлама. В про­цессе распиловки плотность пульпы возрастает за счет уве­личения содержания шлама, т. е. повышение плотности в дан­ном случае говорит о снижении качества пульпы. При произ­водстве тонкого расйила (толщина 2,5—3,5 мм) за смену обра-

Техническая характеристика автоматического

электромагнитного дозатора дроби

**0,5—29,9**

**33,3**

**5 ■** \*■

10 ; 220 .

200

**500X 300X 780 ^**

*■л*

Производительность, кг/ч ......

Доза, г

Погрешность дозирования,’ %, не более

Вместимость бункера, л '

Напряжение питающей сети] В ,\*.]]■\*

Потребляемая мощность, Вт, не более

Основные размеры дозатора, мм ]

зувтся и поступает в приямок 0,15—0,25 м3 шлама в плотном | теле, что составляет 30—50 %, объема приямка насоса. Следо- - вательно, для своевременной очистки пульпы от шлама необхо- димо 1—2 раза в смену производить ее сепарацию. |

л ^ е®^РатоР представляет собой бак вместимостью 0,1— :1 в Днище которого расположено сливное отверстие 7, I перекрывающееся клапаном 8 (рис. 8.19), В верхней части ^ имеется сливной шламовый канал б, канал для подачн ]|| 298 ';3|

пульпы 2 и канал для подачи воды 5. Во время работы, не . останавливая распиловочного станка н не прекращая подачу пульпы, медленйо открывается клапан, перекрывающий ка­нал 2, и сепаратор наполняется пульпой, после чего канал 2 перекрывается. Клапан 8 немного открыт для возможности по­стоянного сброса в приямок осажденной дроби; через канал 5 к днищу сепаратора подается вода. Под действием восходящей струи воды частицы шлама поднимаются вверх и сливаются в шламовый канал. Дробь под действием собственного веса осаждается на дно сепаратора, полностью открывается кла­пан 3 и дробь сбрасывается в приямок, Сепарация пульпы производится несколько раз до полной ее промывки.

В последних моделях итальянских камнераспиловочных станков (Те-Ма, БРА-ТЖ-3) устанавливаются автоматические сепараторы пульпы, которые включаются через определенные промежутки времени и в автоматическом режиме осуществля­ется ее промывка.

1. Дисковые распиловочные станки

Длительное время при распиловке средних и твердых пород природного камня не повышалась производительность обра­ботки. В силу существенных недостатков штрипсовой и канат­ной распиловки эти способы обработки на данном техническом уровне не могли привести к радикальным изменениям., В связи с этим исследования были направлены на разработку станков, основанных на применении наиболее производительных алмаз­ных инструментов— Дисковых пил.

В настоящее время принцип алмазно-дисковой распиловки получил широкое применение благодаря высокой скорости ре­зания, ^

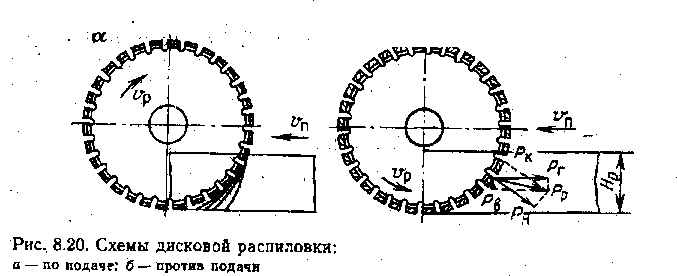
Станки, оснащенные алмазными дисковыми пилами, осуще­ствляют следующие технологические операции; распиловка блоков на плиты, пассировка блоков для получения блоков-за­готовок, окантовка (обрезка) кромок облицовочных плит.

К основным преимуществам данного типа распиловочного оборудования , следует отнести высокую производительность, конструктивную простоту и малую металлоемкость, обеспечи­вающую относительно невысокую их стоимость.

Недостатками дисковых распиловочных станков являются низкий коэффициент использования инструмента (до 0,35), зна­чительная мощность электропривода и большой шум станков

в процессе их работы. —■ .—

^ Все виды дисковых распиловочных станков независимо от конструктивных особенностей можно разделить на две Группы в зависимости от способа подачи. К первой группе относятся станки, подача в которых осуществляется подъемом рабочего



стола с блоком. У станков второй группы рабочий стол с бло­ком неподвижны, а подачу получает шпиндельный узел с вра­щающимся . диском. Движение ’подачи осуществляется различ­ными механизмами: винтовой передачей, гидравлически, кана­том, цепной передачей, реечной парой и их различными комбинациями. Подача бывает как прямолинейная, так и по замкнутой цепи (непрерывная подача при конвейерной системе).

- Процесс дисковой распиловки в зависимости от направления подачи может быть встречным (против подачи) и попутным (по подаче), Причем каждый из этих вариантов имеет свои пре­имущества и недостатки (рис, 8.20). При попутном резании обеспечиваются лучшие условия охлаждения инструмента и сохранность кромок от повреждений. Его недостатком является неравномерность процесса резания. При встречном резании ров­ному протеканию процесса способствует постепенное увеличе­ние толщины среза от нуля до максимума, что повышает стой­кость алмазных дисков, хотя'.несколько ухудшаются условия их охлаждения. При попутном резании толщина среза изменяется в обратном направлении, т. е. от максимальной величины в на­чальный период до нуля при выходе из контакта с камнем. Большинство дисковых распиловочных станков работает по принципу попутного резания. Вследствие значительной глубины резания камня и высоких скоростей вращения алмазные диски Нагреваются, поэтому особая роль в таких станках отводится4 системе охлаждения.

Дисковые распиловочные станки подразделяются по числу установленного на них инструмента на две группы: однодиско- вЫе и многодисковые.

Однодисковые распиловочные станки по конструктивному. исполнению могут быть подразделены на две основные группы: портерные и мостовые. Существует еще целый ряд констру^ч! ТИВНЫХ особенностей станков; число шпиндельных ГОЛОВОК, ВИД'! подачи стола, поворотность головок и др.

У портальных станков станина выполнена в виде портала\*|

а размещенный на ней исполнительный орган имеет только по­перечные перемещения. Рабочая подача у таких станков дости- ■гается вследствие движения рабочего стола с блоком камня под действием механизма подачи. Наиболее характерным пред­ставителем станков этой группы является станок 277 фирмы «Карл Майер» (ФРГ).

Для мостовых станков, например модель ТЗО фирмы «Тер- цаго» (Италия), характерно наличие у станины мощного длин­ного моста, по направляющим которого с помощью механизма подачи осуществляется движение рабочей головки с дисковой пилой и приводом резания, обеспечивающие рабочую подачу. Рабочий стол у таких станков обычно неподвижен или имеет привод поперечного перемещения.

К однодисковым ■ распиловочным станкам отечественного производства относятся модель СМР-005, разработанная Киев­ским СКВ Строммашина и модель Р-612, разработанная ВНИИнерудом. Эти станки не нашли широкого применения из-за своих конструктивных недостатков.

Технические характеристики основных моделей однодиско­вых станков приведены в табл. 8.10.

Многодисковые распиловочные станки. В настоящее время широкое распространение получили многодисковые распиловоч­ные станки, дающие возможность увеличить высоту распиловки благодаря использованию дисков средних размеров и обеспечи­вающие высокую производительность процесса.

Многодисковые станки подразделяются на одновальные, многовальные и ортогональные.

Многодисковые одновальные станки предназначены для рас­пиловки малогабаритных блоков природного камня IV—V групп и брусков заготовок на плиты. Эти станки конструктивно про­сты и неметаллоемки. Основными недостатками станков этой группы являются ограниченная глубина реза и повышенная энергоемкость.

Отличительная особенность одновальных станков — наличие удлиненного рабочего вала с комплектом установленных на него дисковых пил. В зависимости от крепления рабочего вала в опорах качения одновальные станки подразделяются на пор­тальные (крепление с двух сторон) и консольные (крепление с одной стороны).

По характеру обеспечения подачи одновальные станки под­разделяются на позиционные и конвейерные. Позиционные станки имеют подвижный рабочий стол, осуществляющий чел­ночные движения с блоком относительно неподвижного испол­нительного органа.

Конвейерные станки имеют рабочий стол, выполненный в виде транспортера и обеспечивающий непрерывную гйодачу распиливаемых заготовок. Этот способ подачи наиболее про-

Т а б лиц а' 8Л0 ’ '

Техническая характеристика оди о дисковых станков

/■ ' —...

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Модель станка | Максимальные размеры \*, мм | | |
| Длина | Ширина | Высота |
| СМР-005 | 11 150 | 6100 . | 3650 |
| ■ . ^ | 1 зоо. | 2000 | 1000 |
| «А» фирмы «Карл Майер» (ФРГ): | 9 000 | 7000 | 3000 |
| 277А | 3 000 | 1500 | 1000 |
| 277Б | 9 000 | 7000 | 3000 |
|  | 3 000 | 1500 | 1200 |
| «Г» фирмы «Карл Майер» (ФРГ): | 8 000 | 7000 | 3000 |
| 2000Г | . 3 500 | 1500 | 800 |
| 2500Г | 8 000 | 7000 | 3000 |
|  | 3 500 | 1500 | 1025 |
| 2500/2700Г | 8 000 | 7000 | 3000 |
|  | 3500 | 1500 | 1125 |
| 3000Г | 10 000 | 6450 | 3600 |
|  | 3 500 | 1500 | 1235 |
| Модель ТЗО фирмы «Терцаго» (Ита­лия) | 2 580 | 5000 | 1250 |

\* В числителе—станка, в знаменателе—ставки\*

грессивен, так как повышает коэффициент использования станка во времени, а, следовательно, и его производительности.

Типичным представителем многодисковых одновальных стан­ков является станок СМР-059.

Станок Предназначен для распиловки заготовок из мягких и средней крепости пород природного камня и состоит из пиль- його вала в сборе, пластинчатого конвейера, системы охлажде­ния, рольганга и электро- и гидрооборудования (рис. 8.21).

Привод конвейера осуществляется от гидродвигателя и ре­дуктора через цепную передачу на звездочку цепи конвейера.

Ролики цепи перекатываются по направляющим рамы. На цепи' крепятся листовые бортики, не допускающие попадания воды и шлама на цепь и внутрь конвейера.

Гидравлический привод конвейера обеспечивает бесступен­чатое изменение скоростей подачи, что дает возможность вы­брать оптимальную подачу резания.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пр9«звс  НОСТЬ.ДЭИ  циойна  ПО  мрамору | щитель- сплуата- И), нУч  по  граниту | Диаметр дисковой ЛИЛЫ, мм | Частота  вращевня  ЛИЛЫ,  об/мин | Скорость рабочей подачи, м/мин | Мощность  главного  привода,  кВт | Масса  станка,  м |
| — | — | 1100—2500 | 260 | 0,2 | 55 | 10,3 |
| 2—3 | — | 2500 | 270 | 0-10 | 35 | 7,5 |
| 2,5—3,5 | — | 3000 | 220 | 0—10 | 42 | 8,0 |
| — | 0,8—1,1 | 2000 | 300 | 0,1—11 | 42 | 12,4 |
| — | 0,9—1,3 | 2500 | 260 | 0,1—11 | 56,5 | 15,9 |
| — | 0,9—1,3 | 2700 | 260 | 0,1—11 | 56,5 | 17,0 |
| — | 0,9—1,4 | 3000 | 210 | . 0—10 | 75 | .22,6 |
| — | 0,9—1,3 | 2000—3000 | — | 0—10 | 45 | 12,0 |

На станине конвейера установлены две направляющие: одна — неподвижная — по всей длине конвейера, а другая по­движная— на конце стола, предназначенные ДЛя предотвраще­ния опрокидывания распиленных плит на конвейер.

Заготовки и готовые плиты устанавливаются и снимаются с конвейера при помощи специального захвата.

Рабочий вал с инструментом приводится во вращение от электродвигателя через клиноременную передачу.

Питание силовых цепей станка осуществляется от сети трех­фазного переменного тока напряжением 380 В. Питание цепи управления — током напряжением 1ШВ.

Техническая характеристика многодисковых одновадьных станков приведена в табл. 8.11.

Многовальные дисковые распиловочные станки характеризу­ются наличием нескольких автономных, 'параллельно» мезкду со­бой установленных рабочих валов (обычно двух) с инструмент

Т а б л и ц а 8.11

Техническая характеристика многодисковых одновальних станков

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Максимальные размеры \*, мм | | | Производи тел ьиость |
| Модель станка |  |  |  | цнониая). |
|  | Длина | Ширина | Высота | по мрамору |
| СМР-0О4 | 8600 | 5275 | 2430 | 15—25 |
|  | 1200 | 1000 | . 400 |  |
| 3360 | 10900 | 4550 | ‘2380 | 12—18 |
|  | 1 800 | 1000 | 400 |  |
| БКС-ЗМ/7 | 4 800 | 3000 | 1935 | Ч  10—12 |
|  | 900 | 600 | 400 |  |
| СМР-056А | 5 400 | 2200 | 2300 | 15—22 |
|  | 1 200 | 400 | 450 |
| СМР-062 | 8 500 | 5000 | 3500 |  |
| 1 200 | 1000 | 400 |  |
| СМР-059 | 5 700 | 3300 | 2200 |  |
|  | 1 000 | 400 | 400 |  |
| 3970 А (опытный) | 5 100. | 4425 | 2530 |  |
|  | 1 000 | 1000 | 400 |  |

\* В числителе — Станка, в знаменателе — блока

том, размещенных так, что каждая дисковая пила первого вала находится в одной плоскости с соответствующими дисковыми пилами других валов.

; В зависимости от схемы размещения исполнительных орга­нов многовальные станки подразделяются на три- основных типа,.

1. Рабочие валы расположены на одном уровне с увеличе- ^

нием диаметра дисковых пил каждого последующего вала. I Обеспечивают высокую производительность при относительно невысокой энергоемкости процесу. ■ I

1. Рабочие валы расположены с последовательным пониже-1 нием их уровня и оснащены дисковыми пилами одного диа- | метра. Дакая схема обеспечивает непрерывную поточную рас- л(і пиловку пород природного камня.
2. Рабочие валы расположены друг над другом (двухярус-^ ные), чтр повышает коэффициент использования инструмента^! Конструкция станков, как правило, обеспечивает распиловку! блоков высотой до 1 мі Непрерывность линии резания и совпа- $ денне верхнего и нижнего пропилов гарантируется при этом не- I

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | (эксплуата-  ыя/ч  по граниту | Диаметр дисковых пил, мм | Число  дисковых  пил | Скорость рабочей подачи, м/мик | Мощность  главного  привода,  кВт | Масса станка, т |
|  | — | 1250 | 20 | 0,1—1,5 | 200 | 13,0 |
|  | — | 1100 | ■ 11 | 0,1—0,5 | 160 | 12,2 |
|  | . —. | 1100 | ; 7 . | 0,1—0,7 | 100 | 3,7 |
|  | — | 1250 | 7 | 0,1—2,5 | 55 | 5,5 |
|  | 3-5 | 1250 | 20 | сч  I  о | 160 |  |
|  | — | 1250 | 9 | 1,0™\* 1,5 | ПО | 9,0 |
|  | 2—3 | 1100 | 12 | р  т  о | 160 | .6,5 |

которым смещением центров установки дисковых пил в горизон­тальной плоскости.

Аналогичная схема реализована в двухярусном многодиско­вом распиловочном станке отечественного производства СМРг 017, который оснащен двумя группами алмазных дисковых пил диаметром 1400 (1600) мм из четырех единиц в каждой и рас­положенных на различных уровнях.

Привод вращения исполнительных органов многовальных станков аналогичен приводу одновальных станков\* вследствие чего аналогично им подразделяются на портальные и кон­сольные.

Большинство многовальных станков имеет конвейерный при­вод подачи и лишь отдельные модели —позиционное исполне­ние СМР-1017 (рис. 8.22).

Техническая характеристика многодисковых многовальных станков приведена в табл, 8.12.

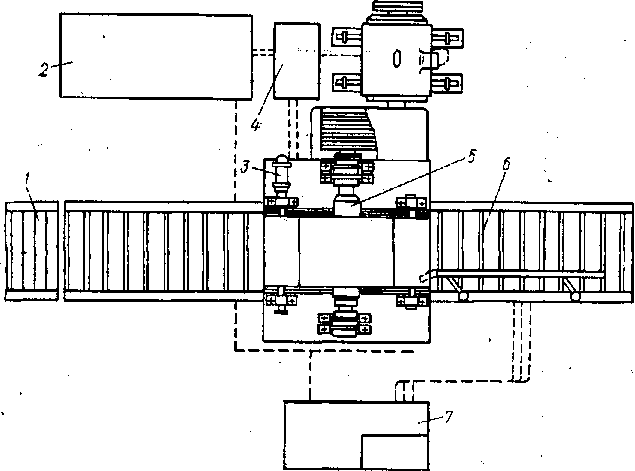
Ортогональные многодисковые станки получили применение при выпиливании из крупных блоков природного камня плит ограниченной ширины (обычно не свыше 400 мм). Станки этой

группы^ имеют два взаимно перпендикулярных вала: горизон­тальный с комплектом- отрезных дисковых пил и вертикальный с одной подрезной пилой. Процесс распиловки в вертикальной плоскости осуществляется с одновременной подрезкой выпили­ваемых плит горизонтально расположенной дисковой пилой, ко­торая крепится без выхода крепежного конца пильного вала за нижнюю плоскость диска, что позволяет производить подрезку по всей плоскости блока независимо от его ширины.

Рис, 8,21. Станок СМР-059:

/ — рольганг для подачи камня; 2 — электрооборудование; 5 — \* — гндрооборудоваиие; 5 — пильный вал в сборе; 6 — конвейер;

сбнстема охлаждения 7 — пульт управления



Привод горизонтального вала ортогональных станков анало­гичен приводу одновальных, поэтому ортогональные станки' подразделяются на, мостовые, портальные и консольные.

Наибольшее распространение получили мостовые ортого­нальные станки с рабочей подачей исполнительного органа,? Перемещающегося по направляющим моста под действием гид­равлического или электромеханического привода подачи. В кон­струкциях портальных и консольных ортогональных станков; подача осуществляется перемещением подвижного рабочегЙ стола,

Достоинством станков этого типа является возможности^ распиловки камня дисковыми пилами небольшого диаметрВЙ 306

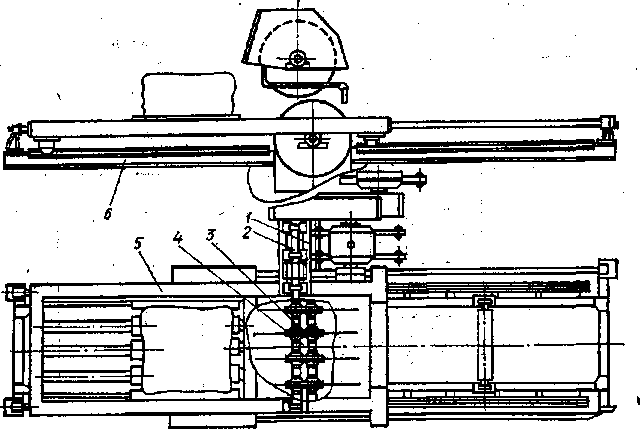


Рис. 8.22. Станок СМР-017:

; — привод; 2 — промежуточный вал; 3 — пильный верхний вал; 4 — пильный нижний вал; 6 — тележка,; 6 — рама рольганга

В результате этого достигается относительно низкая энергоем­кость распиловки при незначительных потерях на пропил. ,

Техническая характеристика ортогональных станков приве­дена в табл. 8.13.

Кинематика и динамит алмазно-дисковой распиловки. В на­стоящее время накоплено достаточно много экспериментальных данных о толщине среза А\* как об основном кинематическом параметре процесса распиловки. Установлено, что при обра­ботке различных материалов при небольших значениях А и больших значениях радиуса диска г в процессе взаимодействия происходит их пластическое деформирование с большими энер­гозатратами. По мере увеличения А изменяется характер на­пряженного состояния в контактной зоне и при' достижении определенного соотношения А /г происходит хрупкое разрушение с соответствующим уменьшением его энергоемкости. Поэтому большое значение имеет установление оптимального значения толщины среза, при котором процесс распиловки осущест­влялся бы с минимальным износом инструмента и затратами энергии.

При алмазно-дисковой распиловке скорость рабочей подачи значительно меньше скорости резания, что позволяет е незна­чительной погрешностью принять траекторию главного движе-

ния инструмента за окружность. Тогда толщина среза оборот дисковой пилы

**Техническая характеристика многодисковых многовальных станков**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель станка | Максимальные размеры \*, мм | | | Производи\*  тельность |  |
| Длина | Ширина | . Высота | (эксплуата­ционная) по мрамору, м\*/ч | рабочих  валов |
| СМР-017 | 12 700 2 000 | ' 6230 1300 | 2870  850 | 9—15 | 2 |
| СЦМ40/2 | 7 500 2 000 | 1500  200 | 2300  40<) | .8—10 | 2 |
| СЦМ40/3 | 7500 2 000 | 1500  200 | 2300  400 | 9—12 | 3 |
| СЦМ60/3 | 7 500 2 000 | 1500  200 | 2300  600 | 9—12  . | 3 |

\* В числителе — станка, в знаменателе — блока.

Д — 1>п **біп** ф, (8.23)

за один

где подача на один оборот пилы, мм; ф —угол дуги кон- I такта пилы с камнем, градус; у ]

v„nD

(8.24)

п — частота вращения дисковой пилы, соответствующая скоро­сти резания рр, об/мин; £>-—диаметр дисковой пилы, мм .а

Быразив вш ф через диаметр пилы й и глубину резания нА И произведя соответствующую подстановку, получим выражений1 для толщины среза за один оборот пилы (см. рис. 8.21) -1

(8.25І

ЗОуг

Тогда толщина среза за один оборот, снимаемая одним ре\*^ жущим элементом определится из выражения I

Дї = ,

*Г>Н,*

(8.26)

. , ; зоирЯ

где і — Шаг режущих элементов, мм. 308

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Число дисковых | Диаметр дисковых | | пил, мм | Скорость  рабочей | Мощность  главного | Масса, |
|  | пил на каж­дом валу | на 1-м валу | на :2-м валу | на 3-м валу | подачи,  м/мин | привода,  кВт | станка  т |
|  | 4 | 1400 | 1400 | — | ОД—0,5 | 220 | 19,2 |
|  | 3 | 1000 | 1200 | — | 0—2,0 ; | 108 | 4,5 |
|  | 4 | 725 | 900 | 1200 | 0—2,0 | 225 | 6,5 |
|  | 4 | 1000 | 1400 | 1800 | 0  1  О |  | 7,0 |

Приведенные аналитические зависимости не в полной мере отражают все факторы, влияющие на режим распиловки (кон­центрация алмазов, их зернистость и др.), однако определяют изменение толщины среза от технологических параметров про­цесса (иа, Нр), глубины резания и диаметра инструмента. Для каждого вида обрабатываемого камня необходимо устанавли­вать свои рациональные значения Д, соответствующие Макси­мальной износостойкости инструмента, что достигается выбором соотношения Уп/^р.

Работоспособность и эксплуатационная прочность конструк­тивных элементов алмазного инструмента в значительной сте­пени зависят от силовых показателей процесса разрушения.

Равнодействующую силу резания Рр (см, рис. 8.21) можно разложить на составляющие по касательной в направлении ско­рости резания Рк и по нормали к центру диска, перпендику­лярно скорости резания Рн Нормальная составляющая обес­печивает внедрение режущих элементов в камень, а касательная совершает работу резания. Так же, как и при штрипсовой рас­пиловке соотношение Рн/Рк не является постоянным и возрас­тает с увеличением твердости распиливаемого камня.

В соответствии с рекомендациями К. С. Варданяна эмпири­чески можно определить касательные и нормальные силы реза­ния из выражений:

= + (8.27)

\*Э2К

т-Ьи к

Таблица 8.13

**Техническая характеристика ортогональных станков**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель ставка | Максимальные размеры \*, мм | | | Производи­тельность (эксплуата­ционная) по мрамору, м\*/ч |
| Длина | Ширина | Высота |
| СМР-072 | 13 080 | 7060 | 5000 | 15—20 |
|  | 2 800 | 1800 | 1800 |  |
| ВР/66 «Универсал»: |  |  |  | 1 |
| А | 8 000 | 5000 | 4500 | 6—8,5 |
|  | 4 200 | 2000 , | 2000 |  |
| Б | 8 000 | 5000 | 4500 | 7—9 ; |
|  | 3 500 | 2000 | 2000 |  |
| мпжз | 7 250 | 4880 | 4500 | 6—8,5 |
|  | 3 000, | 2000 | 2000 |  |
| МГТЖ4 | 7 250 | 4880 | \_ 4500 | 7,5—10 |
|  | 3 000 | 2000 | 2000 |  |
| Т12Ж | 6 700 | 5800 | 3900 | 2,5—3,5 |
|  | 3700 | 2800 | 2000 |  |
| Т12Н | 6 700 | 5800 | 3900 | 6—8,5 |
|  | 3 700 | 2000 | 2000 |  |
| Т12Л | 6 700 | 6600 | 4200 | 6-8,5 |
|  | 3 700 | 2800 | 2000 |  |
| Б К-1200 1 | 10 500 | 4100 | 5200 | 6—8 |
|  | 3 500 | 1500 | 1600 |  |
| БК-1200 2 | 10 500 | 4100 | 5200 | 6,5—8,5 ^ |
|  | 3 500 | 1500 | 1600 |
| Б К-1200 3 | 10 500 | 4100 | 5200 | 7—9 |
|  | 3 500 | 1500 | 1600 |  |

✓ \* В числителе — станка, в знаменателе — блока

• Н == " ІТІтЬІ^Хк,,



*Ьг*

где Ар, &тр, тр, ттр — эмпирические коэффициенты, аналогичные I коэффициентам в формулах (8.21) и (8.22); г —число режущих | элементов дисковой пилы; гк— число режущих элементов на-1

зю І

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число верти- | Диаметр дисковых пил (максимальный), мм | | Скорость  рабочей | Мощность  главного | Масса |
| кальных дисковых пил | вертикаль­  ный | горизон­  тальный | подачи,  м/мин | привода,  кВт | станка, |
| 6 | 1250 | 500 | 0—6 | . 90 | 18,0 |
| 1; 2 | 1200 | 500 | ”. | 75 | 20,0 |
| 1; 2 | 1600 | 500 | — | 100 | 20,0 |
| 1 | 1200 | 600 | —, | 60 | 13,0 |
| 2 | 1200 | 600 | — | 120 | 13,8 |
| 8 | 1100 | 350 | 0—10 | 55 | ид |
| 1;2 | 1200 | 400 | 0—13 | 80 | ИД |
| 1; 2 | 1200 „ | 400 | 0—13 | 80 | 12,0 |
| 1 | 1200 | 600 | 0,2—11,0 | 22 | 24,0 |
| 2 | 1200 | 600 | 0,2—11,0 | 30 | — |
| 3 | 1200 | : 600 | о  (О  L  о | 30 . | — |

годящихся в контакте с камнем; 1Э — длина режущего элемента, мм; ft = r (1— cos cp); b — ширина диска, мм.

Формулы (8,27) и (8.28) распространяются на нормальные условия резания, при нарушении этих условий вводятся допол­нительные коэффициенты.

На практике приходится определять горизонтальную и вер­тикальную составляющие усилия резания, представляющие со­ответственно проекцию Рр на горизонтальную и вертикальную ось.

Коэффициент .

Туф артикского типа . . .

**Значения эмпирических коэффициентов при** алмазно-**дисковой  
распиловке для различных видов обрабатываемого камня**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | fftn . 20 | Атр  0.СЇ12 | /Ичр  0,003 |
|  | 60 | 0,004 | 0,012 |
|  | 185 | 0,005 | 0,018 |
| . 65 | 260 | 0,004 | 0,02 |
| . 185 | 560 | 0,006 | 0,03 |
| . 210 | 635 | 0,007 | 0,04 |

Туф фельзитовий

Мрамор коелгинскнй , . . Базальт паракарский . . . Гранит ково-даниловский . Гранит янцевскрй .,, . .

При попутной распиловке:

= Рн sin ф—Рк cos ф; (8.29)

Рь — Рк sin ф Ч- Рв COS ф.

При встречной распиловке:

Рг - Рв sin ф + Рк COS ф; (g 30)

Рв ~ Рк Sin ф— Ри COS ф. f

При попутной схеме распиловки сила Рв направлена вниз, прижимая заготовку к поверхности рабочего стола. При встреч­ной схеме распиловки сила Рв имеет отрицательное значение, направлена вверх и отжимает заготовку от поверхности стола.

1. Распиловочные станки с эластичным рабочим органом

В целях устранения недостатков, присущих дисковым стан- I кам, ведутся большие экспериментальные и конструкторские 1 разработки по созданию станков с эластичным рабочим ор- I ганом. ; |

Распиловочными станками с эластичным рабочим органом называют оборудование, оснащенное гибким режущим инстру-У ментом, приводимым в движение посредством шкивов. Щ

В зависимости от используемого рабочего инструмента это^:1 оборудование подразделяется на три группы: канатнопильные, Ш ленточнопильные и баровые станки. 1|

Канатнопильные станки, рабочим инструментом которых яв-Я ляются канатные пилы, позволяют производительно и бесшумноЩ обрабатывать блоки больших размеров, отличаются простойЩ конструкцией и незначительной металлоемкостью. У станков, ра^|1 ботйющих с канатом армированным алмазными режущими эле-1Я мейтами, положительным качеством является ВОЗМОЖНОСТЬ обесчШ печивать высокие скорости резания, соответствующие условиями применения алмазного инструмента с наибольшей эффектицЯ ностыо.

Недостатками канатнопильных станков являются невысокащИ жесткость исполнительного органа, приводящая к отклонениг^^В

каната от плоскости пропила и невозможность работы одновре­менно большим числом канатов.

В современной мировой практике канатнопильные станки ра­ботают как на абразиве, так и на канатах, армированных ал­мазными режущими элементами. Причем, как показывает прак­тика камнеобрабатывающих предприятий США, канатные пилы могут производить распиловку природного камня любой проч­ности, в том числе и граниты. Производительность таких станков во многом зависит от конструкции каната. Рядом зарубежных фирм и, в особенности, «Фернан-Перье\* (Франция) предложены канаты специальной конструкции трапециевидного, треуголь­ного, прямоугольного и сложного сечений с оснасткой специаль­ными твердосплавными резцами и шайбами.

ВНИПИИстромсырье ведутся положительные опыты с мно­гожильным канатом. Этим, же институтом, а также НИИКСом, институтом физики земли АН СССР проводится большая ра­бота по армированию канатов зубками с алмазными зернами и резцами с алмазами большой крупности. Больших успехов в этом направлении достигла бельгийская фирма «Диамант

Бор\*. 1

Канатнопильные станки подразделяются на стационарные, которые, в свою очередь, в зависимости от числа установленного инструмента делятся на однострунные, многострунные и пере­движные.

Стационарные станки предназначены для эксплуатации на камнеобрабатывающих заводах и применяются для пассировки блоков и их распиловки на утолщенные заготовки. Передвиж­ные станки эксплуатируются на карьерах и используются для разделки монолита на блоки. Конструкции канатнопильных станков зависят от используемого инструмента. Они состоят из станины, исполнительного органа в виде шкивов с рабочим ин­струментом, привода исполнительного органа, натяжного меха­низма, привода подачи и рабочего стола (рис. 8.23).

В отечественной камнеобрабатывающей промышленности ис­пользуются, главным образом, канатнопильные станки фирмы «Карл Майер» (ФРГ) модели ДСС.

Ленточнопильные станки в основном применяются в качестве вспомогательного оборудования для изготовления изделий ус­ложненной формы. В СССР работы по созданию ленточнопиль­ных станков для распиловки природного камня находятся на стадии экспериментальных исследований.

Ленточнопильные станки, так же, как и канатнопильные, обеспечивают рабочему инструменту высокую скорость резания. Однако, ленточные пилы в сравнении с канатными имеют более высокую жесткость, что позволяет использовать их для высоко­производительной распиловки твердых пород природного каданя. Недостатками этих станков является невысокая эксплуатацион-

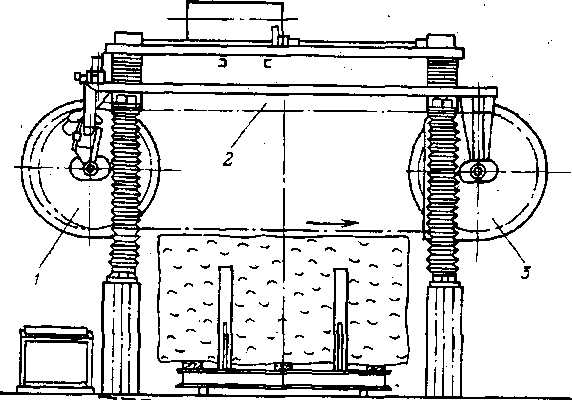


Рис. 8.23, Принципиальная схема стационарной канатной пилы:

1 — ведущий шкив: 2~ рабочий канат; 3 — ведомый шкив

ная надежность инструмента и невозможность работы большим числом ленточных пил.

Конструктивно лентбчнопильные станки аналогичны стацио­нарным канатнопильным станкам.

По ориентации рабочего инструмента в пространстве ленточ­нопильные станки подразделяются на три группы:

1. шкивы расположены в горизонтальной плоскости, а рабо­

чая ветвь ленты —в вертикальной (БС-2000 фирмы «Карл Майер»); ^

1. шкивы расположены в вертикальной плоскости, а рабо\* |

чая ветвь ленты — в горизонтальной (263 фирмы «Карл I Майер»); |

1. шкивы и рабочая ветвь ленты расположены в вертикаль-I

ной плоскости (СН-220 фирмы «Альге»), |

' Ленточнопильные станки первой группы получили наиболь- а

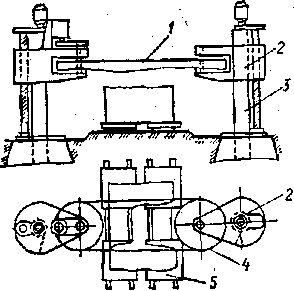
шее применение. В этих станках рабочая подача в процессе рас\* \*1 пиловки обеспечивается опусканием шкивов с лентой на распи-г ливаемый блок. Принципиальная схема таких станков показана I на рис. 3.24. I

В станках второй и третьей групп рабочая подача' достигав ется горизонтальным перемещением стола с блоком гидравлик ческим или электрЬмеханическим приводом подачи. I

зи

Рис. 8.24, Принципиаль­ная схема ленточно­пильного станка:

1 — станина; 2 — привод ис­полнительного органа; 5 — привод механизма рабочей подачи; 4 — исполнительный орган; 5 — рабочий стол



Баровые станки применяются в основном при распиловке мягких пород природного камня.

Техническая характеристика ленточнопильных станков

Модель станка

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ВС-2000Т | БМ-101010-НМ2 | БМ-15Ю20-НМ2 |
| 2200 | 1825 | 3800 |
| 2000 | 1100 | 1500 |
| 1600 | 1600 | 2400 |
| 14,7 | 9,7 | 16,4 |
| 2000 | — | — . |
| 8—26 | — | — |
| - 0-6000 | — | ■\_ |
| 16,0 | 15,0 | 37,0 |
| 30 | 22,7 " ' | 67,0 |
| 6600 | 4800 | 7100 |
| 6500 | 5100 | 7600 |
| 5100 | 3220 | 3550 |
| — | 25,0 | 70,0 |

Максимальные размеры рас­пиливаемого блока, мм:

длина . .

ширина ........

высота ........

Общая длина ленты, м . . Диаметр шкивов, мм . . . Скорость резания, м/с. . . Скорость подачи, мм/ч. . . Мощность главного приво­да, кВт ....

Установленная мощность,

кВт . .

Размеры станка, мм:

длина .

ширина .

высота .

Масса станка, т

Достоинствами баровых станков являются высокая жест­кость исполнительного органа и конструктивная простота станка. Однако недостатки этих станков, невысокая скорость резания и значительная ширина пропила ограничивают область их применения. Единичные станки этого вида эксплуатируются на камнеобрабатывающих заводах Франции и Италии. Наиболь­шее применение нашли станки, выпускаемые французскими фирмами «Фернан-Перье» и «Вамо».

Принципиальная схема барового распиловочного стайка по­казана на рис. 8.25. I

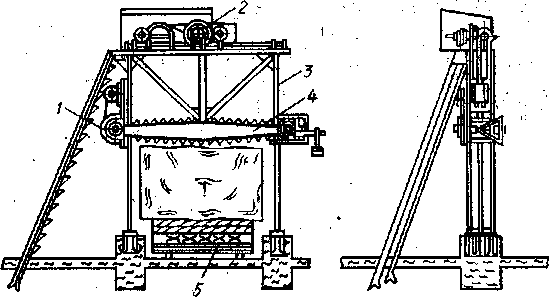


Рис. 8.25. Принципиальная схема барового станка:

1 — привод исполнительного органа; 2 — привод механизма рабочей по­дачи; 3 — станина; 4 — исполнительный орган; В — рабочий стол

1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСПИЛОВКИ ПРИРОДНОГО КАМНЯ ПОЛОСОВЫМИ И ЭЛАСТИЧНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Процесс распиловки представляет собой ряд взаимосвязан­ных основных и вспомогательных технологических процессов и операций.по переработке блоков на плиты распила и в значи­тельной степени определяющий эффективность всего процесса производства облицовочных изделий из природного камня. По­этому соблюдение элементов технологии распиловки, выбор рабочего инструмента и оснастка распиловочных станков, ра­циональная и эффективная эксплуатация основного и вспомога­тельного оборудования имеют определяющее значение в опти­мизации всего процесса распиловки.

, Комплексный процесс распиловки включает в себя следую­щие технологические операции: формирование ставки, выполне­ние маневровых работ по выгрузке распиленных ставок я за­грузке станка вновь сформированными, оснастка станка инстру­ментом, техническое его обслуживание, установка и крепление станочной тележки в подрамном пространстве, запуск станка, обслуживание в процессе распиловки, остановка станка по окон­чании распиловки.

8.3Л. Распиловка твердых пород природного камня штрипсовыми пилами и свободным абразивом

*Формирование ставок и обеспечение циклично-поточной тех­нологий*, Процесс дробовой распиловки на рамных распиловоч­ных станках начинается с комплектации ставок, состоящих из нескольких блоков, сформированных с целью максимального за­полнения рабочего объема распиловочного станка.

. Опыт эксплуатации камнераспиловочного оборудования на передовых предприятиях ПО Житомирнерудпром показывает, что для обеспечения этого необходимо иметь не менее трех ста­ночных тележек на два однотипных станка, т. е. на два рабочих станка должна быть предварительно сформирована одна ре­зервная ставка. 1

От качества формирования ставки зависит производитель­ность станка, рациональный и^нос штрипсовых пил, выход плит распила и их качество. Основа эффективного использования рамных камнераспиловочных станков—в максимальном исполь­зовании параметров приемной способности станка по длине, ши­рине и высоте.

Анализ выпускаемых блоков в стране из твердых пород при­родного камня показывает, что преобладающее большинство составляют блоки II—III; группы объемом 1,0—4,5 м3 по ГОСТ 9479\*—84. Размеры блоков зависят;от целого ряда факторов: расстояния между трещинами отдельности, грузоподъемности погрузочных и транспортных средств, технологии добычи и т, п. Эти факторы зачастую ограничивают размеры блоков, поэтому основным путем максимального заполнения рабочего объема распиловочного станка является формирование ставок из не­скольких блоков.

Метод подбора блоков при формировании ставок с учетом больших диапазонов рабочего объема распиловочных станков и вариантов монтажа ставок позволяет отказаться от выколки мерных блоков в карьере. Попутно решается вопрос рациональ­ного использования сырья (см. фазд. XII).

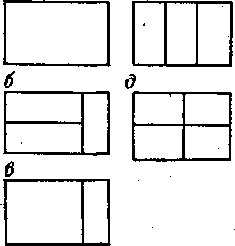
Работами, выполненными на предприятиях ПО Житомирне­рудпром установлено, что ставки лучше всего формировать из двух-трех блоков, размеры которых кратны рабочим размерам распиловочного станка. Учитывая допустимые отклонения от прямого I угла смежных граней (для колотых блоков по ГОСТ 9479—-84 150 мм), а также то, что фактические отклонен­ная всегда-превышают допустимые, при формировании ставок необходима подгонка (пассировка) выбранных блоков непосред­ственно по размерам рабочей станочной.тележки. Потери камня при этом минимальны, так как объем блока определяется по вписанному параллелепипеду.

Наиболее распространенные схемы формирования ставок по­казаны на рис, 8.26. Формирование ставок по высоте осущест­вляется в один ряд. Расчеты и практическая деятельность пере­довых предприятий показывают, что максимальное заполнение площади рабочего объема (с допусками по ГОСТ 9479—84) со­ставляет 0,9 теоретически возможного, а коэффициент иеполь-

Рис, 8.26. Схемы форми­рования ставок (а—д— варианты подбора ста­вок под распиловку)

зования рабочего объема распиловочного станка при усреднен­ной высоте блоков 1,3 м — 0,585.

а г



При комплектации ставки необходимо соблюдать условие подбора блоков с одинаковой степенью обрабатываемости, так как в противном случае скорость распиловки ставки будет оп­ределяться скоростью распиловки наиболее трудно обрабаты­ваемого блока, что приводит к потере производительности станка. Блоки в ставке должны иметь примерно одинаковую вы­соту. При подборе высоты ставки необходимо учитывать износ штрипсов, чтобы максимальный износ совпадал с окончанием распиловки ставки.

Перед установкой\* блоков на станочную тележку необходимо уложить на ее дно в поперечном направлении шпалы или дере­вянные брусья 150x300 мм из твердых пород древесины. Каж-і дый блок должен устанавливаться не менее, чем на две шпалы..; Предварительно установив-блоки и определив Их вписывание в параметры рабочего объема станка, выравнивают подошву ' ставки (желательно полосками природного камня). Затем, при- ' поднимая по очереди каждый блок, на шпалы подливается рай створ высокопрочного гипса, после чего на то же самое местоЙ устанавливается блок. Установка блоков на высокопрочный гиш|| исключает возможность их взаимного смещения при распив! ловке. При наличии ровного основания блоков допускается ИЗЩ установка без применения гипса, а устойчивость ставки обеспе^ чивается собственным весом блока. -

Лобовые грани блоков должны быть близкими по отвесу ил|й уходить внутрь ставки к низу, чтобы образование выступа №І штрипсах при их износе в процессе распиловки не приводился к ударным нагрузкам на блок. Я

При недостаточно ровной верхней горизонтальной поверхно|| сти блоков их заливают по периметру ставки гипсовой лентом с толЩйной слоя 4—5 см, что предотвращает смыв абразння с поверхности блока и улучшает его подачу под штрипсы, ста баш

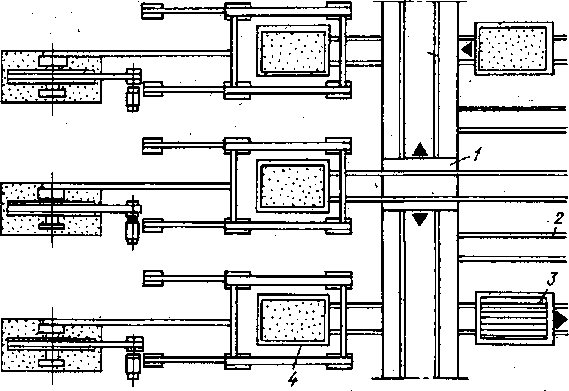


Рис. 8.27. Схема обслуживания распиловочных станков электро­лафетом

лизируя тем самым процесс врезания их в камень по всей ши­рине ставки.

Обязательным условием эффективного использования камне- распиловочйых станков во времени является наличие в распило­вочном цехе электролафета I и резервных выставочных путей 2, что обеспечивает маневровые работы по выгрузке ставок 3 и за­грузке станков с минимальными потерями времени (рис. 8.27).

Станочная тележка со ставкой\* установленная в рабочее про­странство распиловочного станка, раскрепляется методом кли­нового натяжения. С задней части тележек крепятся упоры под углом к вертикальной, плоскости так, чтобы не допускать шата­ния вагонетки, а впереди специальные тяги, прикрепленные к рельсовому пути, проводятся в отверстия на тележке и натя­гиваются клином.

Надежное крепление станочной тележки в рабочем прост­ранстве станка обеспечивает жесткость системы станок—ин­струмент— ставка и обусловливает эффективность и/качество распиловки.

Рабочий инструмент и оснастка распиловочных станков. Штрипсовые пилы со свободным абразивом являются наиболее экономичным видом рабочего инструмента для распиловки твер­дых пород природного камня.

Гладкая штрипсовая пила представляет собой полосу из стального проката 65Г (ГОСТ 380-"88), длина которой выбира­ется в зависимости от длины пильной рамы станка, а ширина

полосы составляет 120—160 мм при ее Толщине 4—6 мм. Это соотношение толщины штрипсового полотна к ширине опти­мально.

Заготовка штрипс производится непосредственно на камне­обрабатывающем предприятии, так как стальная полоса посту­пает с металлургических заводов произвольной длины. Обрезка штрипс и штамповка крепежных отверстий осуществляется на пресс-ножницах Н-5222А по строго заданным размерам.

На штрипсовых станках с прямолинейной траекторией дви­жения, работающих со свободным абразивом, применяются пер- форированные штрипсы с отверстиями диаметром 35—40 мм, располагаемыми с шагом 180—220 мм в шахматном порядке. При этом отверстия, каждого последующего ряда перекрывают отверстия предыдущего. Толщина таких штрипс должна быть не '? менее,6 мм. Эта конструкция инструмента необходима для обес- : печения равномерного доступа свободного абразива к поверх­ности пропила при прямолинейном движении рамы распиловоч­ного станка.

Технология распиловки предусматривает применение в ка­честве абразива смесь (пульпу), состоящую из непосредственно ; свободного абразива, гашеной извести, воды и шлама. ■

В качестве свободного абразива, как правило, применяется ^ чугунная литая дробь фракции 0,3—1,0 мм по ГОСТ 11964—81 . или смесь чугунной литой дроби с 15—20 %,-ной добавкой ко-1 лотой дроби. Известны случаи применения в качестве свобод- з ного абразива карбида кремния. Основным недостатком приме- няемой дроби являются ее прочностные свойства, так как вы» | пускаемая промышленностью дробь предназначена для упроч-| нения изделий из металла, а также для дробеструйных уст а но-1 вок. Низкие прочностные свойства применяемой дроби приводят^ к значительному ее расходу на 1 м2 распила (для твердых пороЩ 16—18 кг/м2), что в 3—4 раза превышает расход дроби, на веЛ дущих предприятиях Италии и ФРГ. Существенным недоста^Ш ком выпускаемой дроби является то, что по ГОСТ 11964—81 д<$|| пускается в фракции дроби 1 мм наличие зерен дроби диамет1я ром 1,6 мм (аналогичные допуски существуют и для другщЯ фракций). Наличие крупной дроби снижает качество распцлаШ что приводит к дополнительным затратам на стадии фактурш^Й обработки и снижает эффективность всего процесса производим ства облицовочных изделий. ЭН

Поэтому обязательным условием применения дроби в качщЯ стве свободного абразива с максимальной эффективностью ЯшН лнеобходимость ее предварительного грохочения, Наи^ЩН лёе?у|н^бно это делать на малых виброгрохотах. - ;:;|Д

Каждое предприятие обязано организовать должное хранвД ние дррбн в бункерах, исключая попадание в них атмосферИшН осадкЙ|:и.предупреждая ее,слеживание.

Состав абразивной пульпы Существенным образом влияет на технико-экономические показатели процесса распиловки; От её качественного состояния непосредственно зависят производи­тельность распиловки, материалоемкость и энергоемкость про­цесса, качество распила. Несоблюдение рациональных соотно­шений компонентов абразивной пульпы снижает эффективность распиловки. Так, недостаток воды приводит к перегреву штрип: сов, что вызывает их коробление и более быстрый износ. При избытке воды дробь преждевременно выносится из пропила, не выполнив полезной работы.

Абразивная пульпа должна быть достаточно-плотной, но по­датливой и эластичной, что обеспечивается добавлением в ее со\* став известкового молока, которое, являясь поверхностноактйё\* ным веществом, снижает твердость поверхностного слоя разру\* шаемого камня. В то же время оно защищает поверхноетъ^раф\* пила от окисления, вызываемого действием металл дроби. При оптимальном соотношении'известкового молО'кЭ' Н ставе пульпы последняя принимает темный цвет; при недоста­точном количестве она рыжая, а при избыточном — белая. Как установлено практическими данными, известковое молоко улуч: шает работу абразивного насбса и облегчает нагрузку электро­привода пильной рамы, так кЗк оно снижает трение боковых сторон штрипс о стенки пропила. ! (

Добавка известкового молока как бы коагулирует состав пульпы, а наличие в пульпе шлама делает возможным нахож­дение дроби во взвешенном состоянии, что положительно ска­зывается на работе насоса. Расход извести на 1 м2 распила со­ставляет 2,0—2,5 кг.

Оптимальный состав 1 л абразивной пульпы по усредненным данным анализов, выполненных на Соколовском карьере при дроби диаметром 1 мм составляет; объемная масса 1,9 кг/л; гра­нитного шлама в сухом виде и воды соответственно 742 и 640 г.

Пульпа, имеющая объемную массу 2 кг/л, требует шюмывки, а пульпа, имеющая объемную массу 1,7 кг/л — не требует.

По анализам, произведенным на других карьерах, объемная масса нормальной рабочей пульпы находится в пределах 1,95—

1. кг/л, а содержание дроби в 1 л пульпы не превышает 580 г» Пульпа, требующая промыва, имеет объемную массу 2,1—
2. кг/л.

Заготовленные штрипсы устанавливаются и закрепляются в просвете пильной рамы. Набор штрнпсов, установленных в пильной раме распиловочного станка, называется поставом.'

Число пильных полотен, расстояние между ними, сила натя­жения определяются физико-механичесНйми свойствами распи­ливаемых пород и размерами плит распила. Лучшее использо­вание пильной рамы и устойчивость штрнпсов при резании достигаются посредством вставки разлучек резания между

штрипсами\*, качественного монтажа и натяжки штрипсов при по­мощи штрипсодержателей, как правило, клиновым натяжением, поставляемых в комплекте с камнераспиловочными станками иди изготавливаемыми в местных условиях, '

Для фиксации штрипсов на заданный шаг применяются си­стемы разлучек, являющихся важным элементом технологиче­ской оснастки распиловочных станков. Такая система выполняет двойную функцию; обеспечивает точность установки штрипсов и придает им повышенную устойчивость в процессе работы.

Разлучки можно изготавливать из металла, пластмасс или из дерева твердых пород со строгой калибровкой их по ширине. Использовать, цветной металл для разлучек нецелесообразно. Раз лучки представляют собой деревянные бруски с необходи­мым сечением и длиной 25—30 см. Для получения плит толщи­ной 2, 3, 4, 5 см заданная ширина разлучки по граням соприкос­новения со щтрипсой должна быть заметно меньшей (на глаз) величины между двумя другими плоскостями, чтобы не пере­путать их при установке/штрипсов. Разлучки можно собирать внизу на проволоку диаметром 3—4 мм, просверливая в них сверху отверстия, и затем ставить их при формировании по­става, оставив эту проволоку в разлучках, что предотвращает падение разлучки в случаях ослабления натяжения штрипс. При замене штрипсов разлучки пакетом снимают, а затем ставят этим же набором, зная, что ошибки не будет, общая их толщина была проверена.

Толщина разлучки

Тразл ” бп “Ь 2,2(іаб-|-Дп, (8.31) где б — толщина облицовочной плиты по спецификации, мм;)

— диаметр свободного абразива, мм; Дп— припуск на после­дующую обработку плиты заготовки, мм.

штрипсов.

т Ширина реза щели принимается равной толщине штрипса | плюс полтора-два диаметра применяемой дроби с каждой сто\*1 роны штрипса. В случае несоблюдения параллельности устащ ноши штрипсов, расхождения в размерах разлучек, нарушенш режима промыва абразивной пульпы,ослабления клиньеЩ1 штрипсодержателей во время работы щели могут быть значЩ тельно большими, что ведет к браку и уменьшению выхода пли\* из ставки;

Практически разлучки резания должны иметь толщину на 4 мм больше толщины плит, которые необходимо получить. I Так, на Соколовском карьере ПО Житомирнерудпром ставят | разлучки 34 мм и получают распил 30 мм, в расчете, что гото-| вые плиты после полировки будут толщиной 28—-29 мм. В дан- ном случае на всю ширину рамы устанавливается до 80:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| / 2 Ї 4  1 , | | | і | |  | ——ь. |
| г1 їїгттта | |  | і і ; |  |  | "■■утгтс: |
| ч 1  ж |  |  |  |  | і——+ |
|  | ж •■■■■•  \*\*■ Ї | |  |  | с ^  ■ к- ^ |

Рис. 8.28. Схема клинового натяжения штрипсов: 1 ■ .

1— клин; 2— штрипсодержатель; 3 — попереяина. пильной- рамы, . штрнпсовдя пила; 5 — палец

Фактические данные предприятий \* ПО 'ЖйтОмирнерудпром следующие: :

при штрипсах толщиной 4 мм и дроби 1 мм щель реза нахо­дится в пределах 7—8 мм; ' : . : . к

при штрипсах толщиной 6 мм и дроби 1 мм щель реза со­ставляет 9,5—10 мм.

Применение толстых штрипсов 8г—10 мм, крупной дроби 2,0 мм, так же, как и принцип— чем-'больше придавить штрип- сой распиливаемый блок, тем лучше — следует считать невер­ным. Необходимо применять оптимальные параметры, позволив­шие снизить материалоемкость производства распила на 15— 20 %. В этом плане весьма важным• фактором является качест­венное изготовление штрипсодержателей и клиньев для натяже­ния штрипсов.

Для штрипсодержателей применяется стальная полоса 50 X X 10 мм или 50x8 мм, марка стали — Ст5, Стбсп, Ст45. Мате­риал для клиньев должен быть прочным, но не хрупким, чтобы не было излома, клиньев. Импортные клинья, учитывая более ка­чественный металл, имеют толщину 8 мм. Длину штрипсодер­жателя следует принимать из расчета установки клиньев с обеих сторон пильной рамы. Лишь несколько штрипсодержателей, ус­танавливаемых под узлом крепления дышла, делаются укоро­ченными; в них клинья не ставятся.

Длина штрипсодержателя (тяги) рассчитывается исходя из ширины поперечины пильной рамы, в которой она устанавли­вается. Например, ширина фундаментальных плит на станках БРА-Супер равна 600 мм, на «Империал»-т-500 мм. К этой ве­личине с внутренней стороны пильной рамы прибавляется два размера 70 и 45 мм, где первая цифра — расстояние между по­перечиной пильной рамы и центром отверстия, а вторая — от от­верстия до конца тяги. Со стороны клиня в штрипсодержателе должен оставаться просвет от поперечины пильной рамы, близ­кий к ширине клина в средней его части около . 50 мм (рис. 8.28).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель станка | БРА | АЗ/К1 | АЗ/К2 | Фикерт | СМ-464 |
| Длина штрипсы, мм  Ширина поперечины пильной | 3550 | 3680 | 4180 | 1ч1  4800 | 4800 |
| рамы Ь, мм ........ . | 600 | 500 | 500 | 450 | 450 |
| Передний штрипсодержатель: | | | | | |
| чирло . . . ь ...... . | 120 | 120 | 120 | 80 | 130 |
| полезная длина .... | 720 | 620 | 620 | 580 | 660 |
| полная длина /а . . . . . | 805 | 705 | 705 | 665 | 785 |
| задний штрипсодержатель: | | | | | |
| число | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| \*1 | 670 | 570 | 570 | 530 | 610 |
|  | 755 | 655 | 655 | 615 | 735 |
| Число клиньев | 120 | 120 | 120 | 80 | 130 |
| Число пальцев . ... . . . | 120 | 120 | 120 | »0. | 130 |

Передний и задний штрипсодержатели конструктивно анало­гичны друг Другу, однако в отличие от переднего штрипсодер- жателя задний, установленный под узлом крепления шатуна (Дышла), вместо клина оснащается закладным элементом, вы­полненным в виде пластины и укрепленным на штрипсодержа- тёле штифтом или на шарнире.

Кл'инОвое натяжение штрипсов при своей конструктивной простоте' весьма трудоемко в изготовлении и не обеспечивает точно заданного натяжения и контроля за ним. Однако в на­стоящее время является наиболее распространенный при рас-' пилойке твердых пород свободным абразивом.

Установка штрнпсовых полотен производится строго парал^ лельно ходу пильной рамы в следующем порядке.

Первый штрипс устанавливается от одной из боковых балок пильной рамы при помощи разлучен или других приспособлений, на необходимом расстоянии. Первоначально между штрипсой и ,1 боковой балкой рамы ставятся калиброванные по длине раз- лучки: Они устанавливаются у концов штрипсы, т. е. в передней ■ и задней частях сильной рамы. Разлучки прижимаются к про- ^ дольным балкам рамы, а затём выверяется вертикальность | плоскости торцов, обращенных к штрипсу. На импортных стан- 5 ках на боковинах рамы имеются отшлифованные в вертикаль- ^ ной плоскости приливы, между ними и штрипсом измеряется ^ расстояние с обоих концов штрипса, которое должно быть оди-^ «аковым. 1 $

N Боковые разлучки, так же как и разлучки резания, представ- \* ляЮт собой прямоугольные бруски, которые выпиливаются и$'Ц древесины твердых пород. Размеры боковых разлучен рассадил тываются для каждого конкретного случая распиловки и завйчЦ сят от величины постава. " ■ •

УоЙй^рливаемый первый боковой штрипс плотно прижимаЯ ется к ?йрцу боковой распорки и проверяется вертикальной^^ его боковых поверхностей либо отвесом, либо рамным уровнеаУЯ

После этого проверяется его точная прямолинейность посред­ством индикатора или другого касательного приспособления при нескольких движениях пильной рамы. Затем производится уста­новка остальных штрйпсов и разлучек; Устанавливая штрипсы натяжку рекомендуется не производить, а лишь слегка «кли­ном» «прихватывать». Когда будет установлен последний штрипс, проверяется их параллельность между собой и к на­правлению хода пильной рамы. Для этого на подставке, укреп­ленной на рамной тележке, устанавливается индикатор. Пиль­ной раме сообщается возвратно-поступательное движение и ин­дикатором выверяется совпадение плоскости штрйпсов с на­правлением движения пильной рамы.

При отрегулированном станке и точно рассчитанном поставе отклонений штрйпсов быть не должно. Если такое отклонение имеет место, то расклиниванием между рамой и последним штрипсом уплотняется весь набор штрйпсов, они зажимаются и неувязка в параллельности устраняется. Проверяется правиль­ность расположения тяг и клиньев; клинья должны просматри­ваться в одной линии со штрипсом. Только после всего этого поочередно натягиваются штрипсовые полотна.

Первоначальное натяжение штрйпсов необходимо выполнять со стороны дышла пильной рамы, так как во время работы к этим клиньям доступ затруднителен.

Штрипсы толщиной 4—6 мм натягиваются ударом слесар­ного молотка, а не кувалдой, как это делалось для толстых штрйпсов. Натяжение на одну штрипсу составляет примерно 4 т, разрывное услие штрипс из стали Ст 65Г составляет 32 т, что позволяет допускать износ штрипс по сечению на 3/\* ее вы­соты.

При формировании постава следует помнить, что чем длин­нее штрипсы, тем меньше их устойчивость. Поэтому разлучки следует располагать в максимальном приближении к распили­ваемой ставке.

После того, как будут выполнены все перечисленные опера­ции, можно считать установку постава законченной и постав го­товым к распиливанию.

Обслуживание станка при распиловке. Запуску станка пред­шествует подача звукового сигнала, после чего включается ме­ханизм опускания пильной рамы на холостом ходу и осущест^ вляется ее ускоренное опускание к поверхности ставки.

Затем приводится в действие система подачи абразивной пульпы и главный привод качания рамы, после чего механизм рабочей подачи.

Непосредственно процесс распиловки при правильно выпол­ненных подготовительных операциях сводится к наблюдению за исправной работой станка, выбору скорости подачи в соответ­ствии со стадией расциловки и прочностью природного камня,

поддержанию оптимального состава пульпы в процессе распи­ловки.

Распиловка ставки разделяется на три стадии: начальная основная и заключительная.

Наиболее ответственной стадией является начало распи­ловки (запилив ание), когда штрипсы еще не внедрились в ка­мень. В это время устойчивость постава понижается и необхо­димо Производить распиловку при небольших скоростях подачи с тем, чтобы штрипсы не испытывали большого давления и не отклонялись от первоначально установленной вертикальности боковых плоскостей. Только тогда можно правильно внедрить пильные полотна в распиливаемый камень. Для правильного за­пила ставки рекомендуется предварительная заливка верхних граней блоков высокопрочным гипсом. Потеря темпа при запи- ливании компенсируется возможностью Производить основную распиловку на повышенных скоростях.

Запиливание осуществляется при постоянном контроле за на­тяжением штрипсов. При перекосе отдельного штрипса или рез­ком возрастании давления на камень необходимо немедленно выключить механизм опускания пильной рамы, поднять ее, вы­ключить станок и подтянуть штрипс.

В начальной стадии распиловки рекомендуется повышенное содержание абразива в подаваемой пульпе. Необходимо тща­тельно следить за тем, чтобы абразив поступал под пильные полотна в достаточном количестве, не стекал с поверхности ■ камня и не разбрызгивался, падая на его поверхность. Непопа­дание дроби под одну из штрипсов неизбежно ведет к искрив- і лению или изгибу или даже разрыву тонких штрипсов.

Вторая стадия распиловки начинается после того, как ' штрипсы внедрились в распиливаемый камень. Необходимо про-1 верить натяжение пил, в случае необходимости увеличить натяг ! подбивкой клиньев и вывести станок на нормальный режим! работы, т. е. на рабочую скорость подачи пильной рамы! станка. я

Скорость распиловки ставки зависит от стадии распиловки, прочности природного камня, числа установленных (рабочих) | штрипсов и их толщины, диаметра дроби, качества абразивной і пульпы и опыта распиловщика. Рекомендуемые скорости распй-•? ловки приведены в табл. 8.14. ^

Запиливание производится со скоростью подачи, составляю- | щей примерно 50 і%, от оптимальных значений. После заглубле-\| ния штрипсов в камень на 90—100 мм скорость подачи постер пенно доводится до оптимальной путем ее повышения я&Ж 20 м\*г/ч через каждые 15 мин. Я

Указанные скорости рабочей подачи рекомендованы для с^-У| чаев установки на станках паспортного числа штрипсов. ПрШ| уменьшении этого числа более чем на 25 % на станках с прйнуЯ 326 - \УЯ

Рациональные скорости рабочей подачи пильной рамы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Опускание пильной рамы станков 11. | |
| Группы камня по пилимости | Принуди­  тельное | Свободное |
| Гранит янцевский, токовский, емельяновский, сюс- кюясаарский | 7—8 | 5 |
| 15—18 | 10—12 |
|  | 10—12 | 5—7 |
| Гранит ново-даниловский, кудашевский, капустин- ский, корнинсхий, коростышевский, возрождение, кашиногорский | 20—25 | 14—16 |
| 15—20 | 10—12 |
| Габбро и лабрадорит головинские | 35—40 | 25—30 |

Примечание. В числителе — при эапилнвании, в знаменателе — при рас­пиловке.

дительной подачей скорость может быть увеличена в обратной

пропорции. 1

На каждом камнеобрабатывающем заводе для каждой мо­дели станка и вида обрабатываемого природного камня должны быть определены оптимальные режимы подачи и обучены этому распиловщики.

В конечном счете определяющим фактором, влияющим на производительность c^aнкa, является коэффициент использова­ния рабочего объема пильной рамы, а качество распила опре­деляет эффективность фактурной обработки. Поэтому не сле­дует злоупотреблять высокими скоростями распиловки в ущерб качества распила, а необходимо формировать ставки с макси­мальным использованием рабочего объема станка.

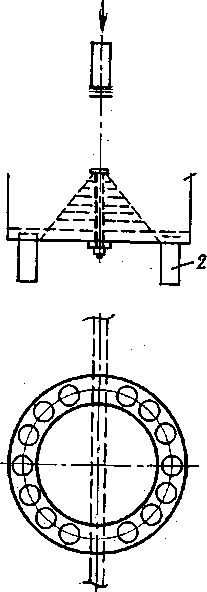
Устанавливая большее число штрипсов и несколько сокра­щая скорость опускания пильной рамы, снижается давление на один штрипс при пилении, что способствует вертикальному ходу штрипс, предотвращает искривления и всякого рода запилы вдоль пилы. При этом получается выигрыш в производительно­сти вследствие увеличения числа плит в ставке и высокого ка­чества распила.

При распиловке важное значение имеет правильная органи­зация подачи абразивной пульпы на ставку. Подача пульпы осу­ществляется насосом, а ее распределение по всей площади ставки — пульпораспределителем, который должен иметь обяза­тельное поперечное качание, т. е. перпендикулярно ходу пиль­ной рамы. Наиболее удачной конструкцией пулыюраспредели- теля является пульпораспределитель бачкового типа, представ-

ляющий собой бак 1 на тележке, со­вершающей возвратно-поступательное 'перемещение по рельсам от привода

**Г**, (рис. 8.29), К днищу бака подсоеди-

Рис. 8.29. Пульпораспреде­литель байкового типа



: В? нен комплект резиновых рукавов 2,

которые распределяют пульпу по всей ширине распиливаемой ставки. До- л стоинством такого пульпораспредели- теля является подача пульпы под дей­ствием собственного веса, что снижает разбрызгивание пульпы и улучшает подачу абразива под штрипсы. Ус­пешно эксплуатируются и трубчатые А А пульпораслределители, требующие

| Т обязательной промывки технологиче­

ской водой сразу после окончания рас­пиловки. Такой пульпораспределитель выполнен из четырех труб длиной, равной длине рабочего объема станка, которые подвешены на раме парал­лельно штрипсам и ’перемещаются перпендикулярно им с шагом до 27 см. Быстрый износ труб осложняет их эксплуатацию.

Большое значение имеет поддер­жание оптимального состава пульпы на протяжении всего процесса распи­ловки. Для этой цели применяются дозаторы дроби и сепараторы пульпы. Их назначение и принцип действия рассмотрен в подразделе 8.2. \*

Дозатор дроби должен обеспечивать непрерывное восполне- $ ние рабочей фракции дроби, взамен изношенной. Этим условиям | лучше всего отвечают механические дозаторы — черпакового типа и дискретные электромагнитные дозаторы. Расчет необхо­димой дозировки исходит из числа штрипсов, длины ставки и' скорости опускания пильной рамы. ;-|

Для промыва пульпы по мере загустения применяется сепа\* \ ратор; Периодичность замены рабочей смеси определяется прак- 4 тическим путем и зависит, главным образом, от ее консистен-ч.| ции. Практически на камнеобрабатывающих предприятиях за­мена рабочей смеси производится раз в смену добавлением га шеной'Извести. Однако время замены рабочей смеси и количе­ство добавляемой извести определяется практическим путем.

При'\*1 оптимально выбранном режиме , подачи абразивной|| пульпы можно достигнуть нормальной скорости опускания пиль|| ной рамы. Уменьшение скорости подачи снижает производитель^

ность станка. При опускании же рамы со скоростью большей, чем возможно для данной распиливаемой породы, проявляются перегрузки, которые могут привести к образованию запилов, об­рыву штрипсов, а в некоторых случаях к аварии станка из-за перегрузки, двигателя\*

Нарушение режима подачи абразивной пульпы на ставку можно определить по слуху. При изменении рационального со­става пульпы штрипе издает характерный звук от трения стали о камень. Опытный рабочий распиловщик легко ориентируется по шуму резания блоков, но главное — постоянный контроль за работой станка с помощью отлаженной системы приборов кон­троля и блокировки, что не всегда соблюдается и приводит к авариям и браку в работе. Поэтому основным является нали­чие приборов контроля, амперметров, тепловой защиты электро­двигателя.

Во время работы станка регулярно раз в смену необходимо делать осмотр натяжения штрипсовых полотен. Открыв торце­вые защитные ворота станка, осматривается состояние прорез­ных щелей и при необходимости ударом молотка по клиньям производится натяжение штрипе.

Обязательным условием обслуживания распиловочных стан­ков с криволинейным движением пильной рамы является регу­лирование длины шатуна в процессе распиловки (характерно для моделей станков, где предусматривается устранение дезок- сиала путем изменения длины шатуна — Супер-БРА, Супер- Макс и др.). Через каждые 30 см опускания пильной рамы за­меряется изменение длины шатуна горизонтальной линейкой контроля и регулировочной гайкой шатун соответственно удли­няется или укорачивается.

Распиловка протекает с неравномерным износом штрипсов. Это приводит к возникновению ударов в крайних положениях рамы, в результате чего может произойти заклинивание штрип­сов в пропилах, их увод, смещение блока на тележке. Для пред­отвращения этого рекомендуется подрезать щтрипсы, искус­ственно увеличивая длину их изношенной части на 200—300 мм. При подрезке штрипе прямок дложен быть закрыт, чтобы ку­сочки металла не попали в пульпу и не испортили распил. Штрипе подлежит замене при износе его центральной части более чем на 70 % от первоначальной высоты.

При распиловке верхняя грань блоков, бывает шире нижней, поэтому боковые плиты иногда отпиливаются раньше, чем за­кончена общая распиловка. В таких случаях необходимо оста­новить станок и вынуть отпиленные плиты, зажатые м&жду штрипсами.

Третья конечная стадия распиловки заключается в обеспече­нии распила ставки до конца.

Распил ставки на всю высоту блока достигается расклини-

ванием блоков 1 между бо­ковыми стенками блока и специальными упорами или балками 2, расположен­ными с боковых сторон рас­пиловочного станка за пре­делами качающейся рамы (рис. 8.30). Это делается после пропила блоков при­мерно на 2/3 по высоте. В каждую щель реза блока ставятся деревянные клинья, что предотвращает сдавли­вание плит боковыми рас­порками.

Для вытяжки распилен­ной до конца ставки на те­лежках делаются проушину 3 с боковых сторон, в кото­рые устанавливаются ме­таллические клинья 4 (см. рис. 8.30). После подъема рамы, но не полного вывода штрипсов из пропила бло­ков, эти клинья не позво­ляют разваливаться распи­ленной до конца ставке при вытяжке тележки.

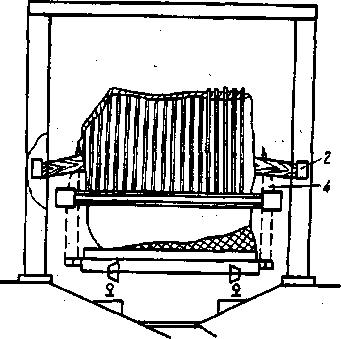
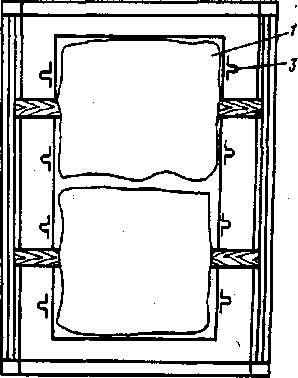


Рис. 8.30. конца

Схема распиловки ставки до



станком, а блоки

Схема распиловки ставки до конца показана на рис. 8.30.

лежка под лежке.

Завершающая стадия распиловки (пиление последних 100 мм высоты ставки) производится при пониженных рабочих подачах^ составляющих обычно 40—50 % оптимальных значений. г;

После окончания распиловки пульпа прекачивается в бак ре-1 куператор, где она хранится до запила следующей ставки. Через^ пульпрраспределитель посредством насоса, питаемого чистой во­дой, под давлением тщательно промывается распиленная ставка| (плиты -распила) и элементы конструкции распиловочной! станка, Вся смытая смесь стекает по каналам в шахту насос а\*£

Распиливать ставку на всю высоту можно на лю­бых станках, но" для этого обязательно должна жестко закрепляться станочная те- должны быть устойчивы на те-

где осаждается дробь для дальнейшего ее использования, а вода насосом перекачивается в систему шламопроводов.

1. Каналы следует обязательно проверять, чтобы выемка рас­пиловочного станка, желоба и трубы стока, шахты насоса и ре­куперации были тщательно очищены от всевозможных отходов распилойки, которые могут препятствовать свободному стоку смеси и отрицательно влиять на нормальную работу насоса. Не­обходимо в канале перед стоком смеси в шахту насоса устано­вить защитную сетку для улавливания окола и других инород­ных тел и регулярно проверять ее чистоту. Затем распиленную ставку электр о лафетом выкатывают в цех обработки или на ре­зервный путь, убирают осколки камня и шлам, накопившийся в выемке под распиловочным станком, после чего станок готов к повторению следующего цикла распиловки.

Разборка распиленной ставки осуществляется в цехе обра­ботки при помощи вакуумзахватов или строповых захватов по мере потребности в распиле обрабатывающих станков.

$.3.2. Распиловка природного камня средней твердости алмазными штрипсовымн пилами

Рекомендации по эффективной эксплуатации оборудования и инструмента. Подготовительные операции алмазно-штрипсо- вой распиловки подобны рассмотренным для распиловки твер­дых пород полосовыми пилами и свободным абразивом.

Различие процессов распиловки обусловливается механиз­мом разрушения приходного камня, что определяется видом применяемого рабочего инструмента. Отличительной :особенг ностью алмазно-штрипсовой распиловки является значительная стоимость алмазных штрипс, которая в одном поставе зачастую превышает 5—6 тыс. руб. Работоспособность применяемых ал­мазных штрипс сохраняется на протяжении распиловки несколь­ких ставок и по мере износа вся стоимость инструмента пере­распределяется на себестоимость распиленных плит. Эффектив­ность распиловки определяется экономически целесообразными условиями работы станков, т. е. в данном случае оптимальными режимами резания, определенными исходя из условий мини­мального удельного расхода алмазных штрипс. Поскольку в про­цессе распиловки режимные параметры определяются только скоростью рабочей подачи, то задача оптимизации процесса ал­мазно-штрипсовой распиловки сводится к установлению опти­мальных скоростей подачи, определяемых минимальным удель­ным расходом алмазов.

В соответствии с рекомендациями Ю. И. Сычева оптималь­ные скорости рабочей подачи для алмазно-штрипсовой распи­ловки в зависимости от вида камня приведены в табл. $.15.

Т а б л н ц а 8.15

Рациональная скорость подачи при алмазно-штрипсовой распиловке« мм/ч

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Зарклнва- |  |
| . Распиливаемый камень | ние и окон­чание рас- | Распиловка |
|  | пиловки |  |
| Известняк, вулканический туф, ракушечник | 150—200 | 300—400 |
| Мраморизованный известняк, травертин, доломит, | 100—150 | 200—300 |
| мрамор средней прочности Прочный кристаллический мрамор | 60-90 | 120—180 |
| Габбро, лабрадорит, базальт | 60 | 80—120 |

Рекомендуемые значения рабочих подач соответствуют пас­портным поставам распиловочного станка. При сокращении числа штрипсов в поставе до 75 и менее от паспортного ра­бочие подачи соответственно увеличиваются на 20—25 % сверх рекомендуемых. Верхний предел скорости рабочей подачи ука­зан для распиловочных станков со скоростью движения пильной рамы 2 м/с и более, а нижний предел — для станков со ско­ростью движения пильной рамы менее 2 м/с.

Нормативные значения удельного расхода алмазных штрипс при рациональной скорости подачи в зависимости от вида рас­пиливаемого камня приведены в табл. 8.16,

При распиловке установленная скорость рабочей подачи кон­тролируется по указателю подачи и амперметру, регистрирую­щему загрузку электродвигателя главного привода станка. Ус-

Т а б л и ц а 8.16

Нормативный удельный расход алмазов на 1 мг площади резв, карат

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Распиливаемый камень | Штрипсы-. с природ­ными алмазами | Штркпсы с синтети­ческими алмазами |
| Гипс, ангидрит | 0,06 | 0,08 |
| Известняк, ракушечник | 0,1 | 0,12 |
| П/ютные известняк и ракушечник, туф, песчаник | 0,15 | 0,18 |
| Мягкий мрамор, травертин | 0,08 | 0,12 |
| Мрамор средней прочности, доломит, мрамориэо- ващыи известняк | 0,17 | 0,20 |
| ПрочйЫЙ мрамор | 0,20 | 0,25 |
| Мрамор'1» фельзитовий туф с включениями кварца или гематцта | 0,35 | 0,45 |
| Тешенит, андезит, базальт | 0,60 | — |
| ЛабрадО^йтНгаббро, гранодиорит | 0,80 | \_ . |
| Гранит легикэдбрабатываемый | 1,10 | - ^ |

лрвия распиловки должны быть такими, чтобы стрелка ампер­метра не переходила за красную черту его шкалы. Недостаточ­ная или завышенная скорости подачи ведут к перерасходу ал­мазного инструмента и тем самым снижает эффективность про­цесса распиловки.

Эффективность алмазно-штрипсовой . распиловки зависит также от условий эксплуатации инструмента, его конструкции ц характеристики алмазоносного слоя.

Обязательным условием нормальной эксплуатации алмаз­ного инструмента (штрипсовых и дисковых пил) является его обнажение (вскрытие). Алмазные зерна должны быть вскрыты таким образом, чтобы их наибольшее превышение над уровнем связки составляло 25—30 % номинального размера зерна основ­ной фракции. В противном случае при вводе инструмента в работу с режимными параметрами, обусловленными техноло­гическим процессом, возможны поломки алмазных брусков или деформация корпуса вследствие превышения допустимых на­грузок.

Вскрытие алмаза осуществляется серией резов по однород­ному абразивному материалу (известняк, огнеупоры, силикат­ные блоки и др.) или электролитическим способом. В процессе работы алмазных пил рекомендуется производить периодическое их дсюбнажение.

Нормальные условия эксплуатации штрипсов обеспечива­ются при правильной их установке и достаточном натяжении.

Необходимо обращать внимание на точность установки штрипс, так как от этого зависит не только качество распила, но и расход алмазного инструмента. При установке штрипсов необходимо проверить и откорректировать вертикальность, го­ризонтальность и параллельность их установки относительно на­правления движения пильной рамы. Вертикальность проверяют с помощью вертикального уровня или отвеса в нескольких точ­ках по всей длине корпуса каждого штрипса, а параллельность и горизонтальность — индикатором со стойкой. Допустимое от­клонение . непараллельности— 0,3 мм, а горизонтальности — 0,1 мм.

Важным фактором при формировании постава является на­личие нижнего эксцентриситета линии натяжения алмазных штрипс, который достигается смещением линии натяжения штрипса от середины вниз на величину Аэ« 15^-30 мм, обеспе­чивая так называемый «обратный прогиб» (рис. 3.31).

В результате жесткость штрипс увеличивается до 35 % и компенсируется прогиб от усиления подачи, что предотвращает неравномерный износ алмазных брусков. Выбор эксцентриси­тета зависит от усилий натяжения и подачи, а также от сечейия корпуса штрипса. Рекомендуемые значения этих величин приве­дены в табл. 8.17^

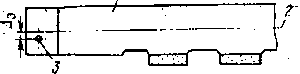


Рис. 8.3]. Схема установки ал­мазной штрипсовой пилы с ниж­ним эксцентриситетом при шар­нирной конструкции крепежного конца:

1 — корпус штрипсовой' пилы; 2 — ли­ния натяжения; 3—крепежное отвер­стие ,

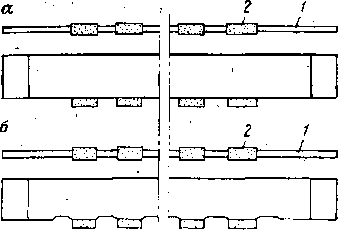


Рис. 8\*32. Основные конструкции алмазных штрипс:

а — без температурных пазов; 6 — с температурными пазами

Усилия подачи, приведенные в табл. 8.17, являются критиче­скими, при превышении которых теряется устойчивость корпуса штрипс.

Правильность выбранного прогиба контролируется в про­цессе распиловки. При оптимальном его значении линейный из­нос всех работающих алмазных брусков должен быть одинаков, в то же время повышенный износ центральных брусков свиде­тельствует о чрезмерном прогибе.

Количество и равномерное распределение охлаждающей жидкости имеют большое значение для обеспечения максималь­ного срока службы алмрзных штрипс. В качестве охлаждающей ; жидкости при алмазно-штрипсовой распиловке применяется вода. Расход воды на каждый работающий штрипс должен уста- <|

Таблица 8.17

Критические усилия подач на один импульс, кН

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размеры штрипса, мм | |  |  |  | Относительный | | эксцентриситет і | | |
| 0 | | | |  | | | |
|  |  |  |  |  |  | Усилие натяжения - ^ | | | |
| .толщина | высота, |  |  |  |  |  |  |  | |
| корпуса Ь | и | 60 | 80 | 100 | 120 | 60 | 80 | 100 | ■ ^ |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | І |
| 3,6 . | 160 | 3,78 | 4,6 | 5,35 | 6,03 | 4,64 | 5,5 | 6,42 |  |
| 3,6 | 180 | 4,0 | 4,9 | 5,65 | 6,58 | 5,0 | 5,91 | 6,86 | ..Iff |
| 3,6 | 200 | 4,2 | 5,08 | 6,2 | 7,05 | 5,32 | 6,35 | 7,24 | M |
| ; 4,0 | 160 | 4,7 | 5,44 | 6,25 | 6,94 | .5,58 | 6,48 | 7,45 |  |
| 4,0 | . 180 | 5,1 | 5,8 | 6,75 | 7,5 | 5,93 | 6,91 | 7,94 |  |
| 4,0 | 2Q0 | 6,38 | 6,03 | 7,15 | 7,98 | 6,27 | 7,47 | 8,48 |  |
| 5,0 | 160 | 5,5 | 6,24 | 7,05 | 8,09 | 6,6 | 7,81 | 8,29 |  |
| 5,0 | 180 | 5,9\* | 6,45 | 7,53 | 8,7 | 7,1 | 7,15 | 8,8tv‘ |  |
| 5,0 | 200 | 6,2 | 6,83 | 8,0 | 9,2 | 7,45. | 8,63 | ,9,4ЇИ |  |

навливаться в пределах 6—8 л/мин. При использовании для ох­лаждения оборотной воды необходимо принимать меры к тща­тельной ее очистке, так как наличие в воде абразивных частиц (продуктов разрушения) резко увеличивает износ алмазного ин­струмента. Для подвода воды к алмазным штрипсам обычно используются разбрызгиватели в виде трубопроводов с отвер­стиями диаметром 1—2 мм.

Окончание распиловки аналогично рассмотренному процессу распиловки со свободным абразивом.

Соблюдение установленной технологии позволяет повысить эффективность алмазно-штрипсовой распиловки.

Конструкции штрипсовых пил с алмазными режущими эле­ментами. Алмазные штрипсовые пилы представляют собой сталь­ной корпус 1 (полоса), к рабочей поверхности которого на­паяны режущие элементы 2 (бруски), содержащие алмазные зерна на металлической связке. Основные конструкции алмаз­ных штрипе показаны на рис. 8.32.

Размеры штрипсовых пил из природных алмдзов регламен­тируются ТУ 2-037-102-73, а из синтетических поликристалличе- ских алмазов — ТУ 2-037-290-80 (табл. 8.18).

Корпус штрипсовых пил выполняется из полосовой стали Ст65Г или Ст 60Г шириной 160—200 мм и толщиной 3,5—5 мм. Штрипсы с шагом брусков, равным 35 мм, имеют в корпуее тем­пературные пазы, при большем шаге пазы на корпусе не дела­ются. У некоторых типов штрипсовых пил (3405—0002, 3405— 0032) применяется пере мен но-чередующий шаг алмазных брус­ков, позволяющий исключить вредные резонансные явления в процессе распиловйи, которые могут возникать из-за совпаде­ния вынужденных колебаний пил.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 120 | 60 | 80 | 100 | 120 | 60 | 80  • | 100 | 120 |
|  | 7,18 | 5,26 | ' 5,96 | 6,73 | 7,651 | 5,14 | 6,0 | 6,72 | 7,26 |
|  | 7,74 | 5,72 | 6,37 | 7,17 | 8,0 | 5,73 | 6,12 | 6,84 | 7,52 |
|  | 8,39 | 5,78 | 6,85 | 6,9 | 8,84 | 5,93 | 6,3 | 7,4 | 8,02 |
|  | 8,03 | 5,98 | 6,91 | ■ 6,91 | 8,59 | 6,63 | 7,08 | 7,46 | 7,67 |
|  | '8,89 | 6,41 | 7,34 | 8,4 | 9,44 | 7,02 | 7,51 | 7,96 | 8,21 |
|  | 9,45 | 6,81 | 8,05 | 9,2 | 10,2 | 7,31 | 7,88 | 8,48 | 8,85 |
|  | 9,55 | 6,17 | 8,98 | 9,05 | 10,6 | 7,73 | 8,32 | ‘ 8,86 | 9,98 |
|  | 10,2 | 7,67 | 9,25 | 9,62 | 10,2 | 8,12 | 8,89 | 9,29 | 10,7 |
|  | 10,7 | '8,22 | 9,94 | 40,4 | 12,6 | 8,47 | 9,26 | 8,98 | 11,1 |

линии натяжения, мм

20

30

штрипсов, кН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Общая | Длина | Т олщнна | Шаг | Общее |
| длина | рабочей | .алмаз- | элемён- | число |
| пилы, | части, | ных эле- | тов. | алмазных |
| м | мм | т ментов, мм | мм | элемен­  тов |

Типораз­мер штрип- сояой пилы

Содержание алмазов в пиле» карат при кон­центрации,- %

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3403-0001 | 2000 | 1624 | 7 | 50 | 33 | 29,7 | 59,4 |
| 3405-0002 | 2000 | 1624 | 7 | 70 | 20 | 18,0 | 36,0 |
| 3405-0003 | 2000 | 1624 | 8 | 35 | 20 | 22,0 | 44,0 |
| 3405-0011 | 2000 | 1624 | 7 | 35 | 70 | 63,0 | 126,0 |
| 3405-0012 | 3500 | 2439 | 8 | 50 | 50 | 77,0. | 147,0 |
| 3405-0013 | 3500 | 2439 | 7 | 50 | 50 | 45,0 | 90,0 |
| 3405-0014 | 3500 | 2474 | 8 | 50 | 50 | 55,0 | 105,0 |
| 3405-0021 | 3500 . | 2474 | 7 | 50 | 50 | 63,0 | 126,0 |
| 3405-0022 | 3800 | 2439 | 8 | 35 | 70 | 77,0 | 147,0 |
| 3405-0023 | 3800 | 2439 | 7 | 35 | 70 | 45,0 | 90,0 |
| 3405-0024 | 3800 | 2474 | 8 | 50 | 50 | 55,0 | 105,0 |
| 3405-0031 | 4000 | 2814 | 7 | 50 | 50 | 30,6 | 61,2 |
| 3405-0032 | 4000 | 2814 | 8 : | 70 | 34 | 37,4 | 71,4 |

25

50

П о ТУ 2-037-102—73

П о ТУ 2-037-290—80

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3405-0033 • | 3500 | 2474 | 7 | 50 | 50 | 45,0 |
| 3405-0034 | ,3800 | 2474 | 7 | 50 | 50 | 45,0 |
| 3405-0035 | • 4000 | 2814 | 7 | 70 | 34 | 30,6 |

Шаг алмазных брусков выбирается в зависимости от вида природного камня, характеристики алмазоносного слоя и усло­вий работы инструмента. Однако всегда должно соблюдаться соотношение

^-(\*1-г'2)/2, \_ (8.32)

где и /2 — переменный шаг, мм; ^ — постоянный шаг, мм.

Размеры алмазных брусков штрипеовых пил регламентиру­ются ТУ 2-037-101-73, ТУ 2-037-288-80 и приведены в табл. 8.19.

Как уже отмечалось, работоспособность алмазных штрипс непосредственно зависит от алмазоносного слоя брусков, кото­рой характеризуется видом алмазов, их зернистостью (круп­ностью) , концентрацией и типом применяемой связки. Все пара- м-ры алмазоносного слоя взаимосвязаны и в комплексе опре­деляют его работоспособность.

Для изготовления алмазных брусков используют порошки природных и синтетических алмазов, полученные дроблением исходного сырья с последующей классификацией по размеру и форме. -

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Высота | Высота  без  алмаз- | Ширина | Длина, |
| бруска, | НОГО | (толщи- | ММ |
| ММ | слоя, | на), мм |  |
|  | мм |  |  |

Типоразмер

бруска

Область применения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2768-0292 | 7 | , 2 | 7 | 24 |
| 2768-0293 | 7 | 2 | 8 | 24 |
| 2768-0293 | ■ 7 | 2 | 5 | 24 |
|  |  | По | Т У 2-037 | 288—80 |
| 2768-0294 | 7 | 2 | 4 | 20 |
| 2768-0295 | 7 | 2 | 4,5 | 20 |
| 2768-0296 | 7 | 2 | 5 | 20 |
| 2768-0297 | 7 | 2 | 7 | 20 |
| 2768-0298 | 7 | 2 | 5 | '24 |
| 2768-0299 | 7 | 2 | 7 | 24 |

По ТУ 2-037-101—73

Штрипсовые пилы по ТУ 2-037-102—73 То же

Штрипсовые пилы с кор­пусом толщиной 3,5— 4 мм

Штрипсовые пилы с кор­пусом толщиной 3 мм То же, с корпусом тол­щиной 3,5 мм То же

Штрипсовые пилы по ТУ 2-037-290—80 То же

»

Порошки природных алмазов в зависимости от содержания в них зерен изометрической формы (более прочные) по качеству подразделяются на пять марок Al, А2, A3, А5, А8, где число после буквы А означает содержание зерен изометрической формы, выраженное десятками процентов.

Порошки синтетических алмазов подразделяются на моно- кристаллические (марки АС2, АС4, ACÇ, ACI5, АС20, АС32 и АС50) и поликристаллические (марки АРВ1, АРК.4, АРСЗ). Из монокристаллических алмазных порошков наиболее прочные марки АС32 и АС50. Поликристаллические алмазные порошки характеризуются высокой прочностью, значительной стойкостью к ударным нагрузкам и меньшей хрупкостью в сравнении с мо- нокристаллическими алмазными порошками.

Прочность алмазных зерен, оцениваемая разрушающей на­грузкой,— один из основных параметров, определяющих рабо­тоспособность инструмента, — зависит от вида применяемых ал­мазных порошков и их марки. Увеличение прочности алмазов способствует уменьшению интенсивности их износа.

В камнераспиловочном инструменте в основном использу­ются природные алмазные порошки марки A3 и синтетические алмазные порошки марок АС32, АС50, АРВ1, АРК4, АРСЗ^

Зернистость алмазных порошков представляет собой основ-1 ной параметр, характеризующий крупность зерен, который рег^ ламентируется ГОСТ 9206—80 (табл. 8.20). ■ ■ \*

Для изготовления штрипс применяются алмазные порошкіШ дернистостью 500/400, 630/500, 800/630. Алмазные зернгг най! большей крупности рекомендуется применять для распиловки! мягких, пород, так как с увеличением зернистости алмазов рас?\* тет толщина среза, снимаемого одним зерном, и, следователь«« ' нагрузка и изгибающий момент На зерно.

Зернистость импортного алмазного инструмента измеряет« в мещ, что означает число отверстий на один погонный дюйі плетеных проволочных сит, используемых для рассева порої 338

Таблица 8.20

Зернистость алмазных порошков по ГОСТ 9206 80

Типоразмер

зернистости

Размеры стороны ячейки сита в свету (мкм), при котором зерна основной фракции

проходят  
через сито

задерживаются  
на сите

Широкий диапаз 2500/1600 2500

1600/1000 1600

1000/630 юоо

630/400 630

400/250 400

250/160 250

160/100 160

100/63 юо

63/40 63

Узкий диапазон

о н

1600

1000

630

400

250

160

100

63

40

2500/2000 2500

2000/160 0 2000

1600/1250 1600

1250/1000 1250

1000/800 ЮОО

800/630 800

630/500 630

500/400 500

400/315 400

315/250 315

250/200 250

200/160 200

160/125 160

125/100 125

100/80 ЮО

80/63 80

63/50 63

50/40 50

2000

1600

1250

1000

800

630

500

400

315

250

200

160

125

100

80

63

50

АО

ков. Усредненное приведение зернистости алмазного инстру­мента, выраженной в меш, к зернистости в мкм дано ниже.

Меш 16 25 30 45 60 100

Мкм 1190 710 , 590 350 250 149

Концентрации алмазов определяет насыщенность рабочей поверхности инструмента режущими элементами (зернами) и влияет, при других постоянных параметрах, на основные пока­затели, характеризующие износостойкость алмазного слоя.

Концентрация алмазов—.содержание их в^единице объема рабочего слоя алмазного бруска. За 100 ,%-ную концентрацию условно принимается такое, содержание алмазов, при котором в 1 мм3 слоя содержится 0,878 мг (0,0044 карата) алмазных зерен. . '

Алмазные штрипсы чаще всего изготавливаются с брусками концентрации 25 и 50, реже 75 Малая концентрация пред­почтительна для распиловки мрамора, повышенная — для рас­пиловки прочных и абразивных пород. Однако использование штрипс с концентрацией алмазов более 50 % увеличивает их удельный расход и, тем самым, ограничивает их применение.

Материал связки является одним из решающих факторов, определяющих эффективность резания, причем значение приме­няемой связки особенно велико при обработке твердых и абра­зивных пород природного камня,

Высокопроизводительные процессы распиловки алмазными пилами характеризуются высокими удельными давлениями на алмазное зерно,'повышенным абразивным и тепловым износом связки и зерен алмазбносного слоя. В связи с этим для обеспе­чения эффективности инструмента связка должна иметь повы­шенное алмазоудержание, высокую износо- и теплостойкость.

По современным представлениям удержание алмазов в ме­таллической связке зависит от химического взаимодействия ал­маза с металлами связки и прочности закрепления зерна ал­маза в материале связки. При этом степень влияния этих фак­торов зависит от конкретных параметров изготовления связки (давления горячей допрессовки, среды спекания, температуры спекания), а также от состава связки.

Исследованиями ИСМ Академии наук УССР установлено, что износостойкость связки определяется, главным образом, ее твердостью.

В настоящее время в серийном производстве алмазосодержа­щих брусков в основном применяются металлические связки М1 — медно-оловянная, М50 — меднотвердосплзвная, МЖ — на железной основе.

Рациональная область применения связки М1 ограничива­ется распиловкой мягких неабразивных пород, МЖ —пород средней твердости, М50 — твердых и абразивных пород.

1. Распиловка камня эластичными рабочими органами

СССР эластичные рабочие органы при распиловке при­родного камня имеют незначительное применение и использу­ются на импортных канатнопильных станках. ■

Ленточные и баровые пилы при распиловке камня в отечест­венной практике не применяются.

Канатная распиловка в зависимости от используемого рабо-

!!!^ИНСТРуМлеНТа' П0АРазделяется на канатную с применением свободного абразива и алмазно-канатную.

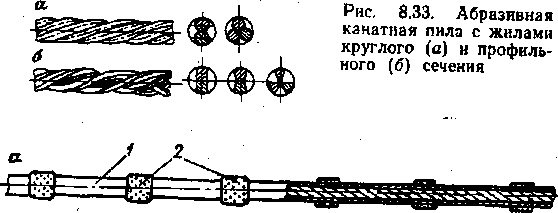
При абразивном способе канатная пила представляет собой двух- или трехжильный канат двухсторонней свивки диаметром Ь мм, свитый в бесконечную петлю. В качестве свободного

™т.««.гПрИ РаспиЛовке п°РОД Средней твердости применяется кварцевый песок крупностью 300-600 мкм, а при распиловке твердых пород — карбид кремния той же зернистости. Кон­структивно в подавляющем большинстве случаев жилы состав­ит,! канат’ им?ют круглое сечение, однако применяются и профильные жилы имеющие прямоугольное или треугольное се- чение (рис. 8.33). Соединение концов каната осуществляется“, свивкой с тщательной подгонкой впритык концов свиваемых стренг каната.

За рубежом канатные пилы, армированные алмазными ре­жущими элементами, находят все более широкое применение.

РаспР0СТраненная их конструкция показана на рис. 8.34 и Представляет собой многожильный стальной канат /

*б*



*70'*

(а) и твердосплавными (б)

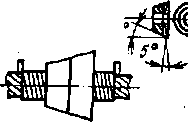


Рис. 8.34. Канатная пила с алмазными щими элементами

340

на который нанизываются алмазные режущие элементы 2, имею­щие форму цилиндрических втулок. Заданный шаг между мазными 'Элементами обеспечивается посредством установки разделительных втулок и фиксаторов.

Конструктивные параметры алмазных канатных пил

Длина рабочего контура,

16-20

5—6

1. 11
2. 12 1-1,5

16—35 . 6—25

2 д

500—1000

500/250

50

Диаметр несущего каната, мм \* •

Размеры алмазных элементов, мм:

наружный диаметр

длина

Толщина алмазоносного слоя, мм '\*\*•\*\*

Шаг алмазных элементов, мм ,

Длина разделительной втулки, мм

Наружный диаметр разделительных втулок, мм •

Число алмазных элементов на одном рабочем контуре, , . .

Зернистость алмазоносного слоя, •

Концентрация, %

Перед распиловкой необходимо проверить натяжение каната, которое должно составлять 2,5 кН. Блок устанавливается на станочную тележку аналогично соответствующей операции, вы­полняемой на дисковых распиловочных станках. Рабочая по­дача осуществляется опусканием шкивов с канатом на распили­ваемый блок. Скорость рабочей подачи при распиловке травер­тина и мраморизованного известняка должна составлять!200— 1600 мм/ч, мрамора средней твердости — 800—1000 мм/ч, проч- ных мраморов с содержанием кварцевых включений 200 300 мм/ч. При запиливании скорость подачи должна составлять 25—30 % рабочей. Распиловка характеризуется наличием стрелы прогиба каната вследствие эластичности рабочего ин­струмента. Распиловка должна осуществляться при постоянной подаче охлаждающей воды в количестве 10—30 л/мин.

1. РАСПИЛОВКА КАМНЯ АЛМАЗНЫМИ ДИСКОВЫМИ ПИЛАМИ

8.4Л. Рекомендации по эффективной эксплуатации оборудования и инструмента

Процессу алмазно-дисковой распиловки предшествует уста­новка блока природного камня на рабочий стол. При установке блока необходимо соблюдать следующие положения: ^

блок устанавливается на рабочий стол наиболее ровной плос­костью и широкой гранью;

одна из боковых граней блока должна ориентироваться па­раллельно линии реза;

в случае непараллельное™ боковых (торцевых) граней блока он должен устанавливаться на стол так, чтобы наиболее широкий его торец был обращен к пилам.

В наиболее общем случае крепление блока на рабочем столе осуществляется упорными гребенками, прижимающими блок с обоих торцов — спереди и сзади.

Установка блока при распиловке на ортогональных станках к станках с дисковыми пилами больших диаметров (2500— 3000 мм) осуществляется таким же образом, как и на штрипсо- вых станках.

Распил блока осуществляется по его наименьшему линей­ному размеру. Условием распиловки блока на всю высоту яв­ляется обязательное превышение разности радиуса круга и ра\* диуса прижимного фланца его высоты.

Мягкие породы камня разрезаются алмазным кругом на всю1 высоту блока за один проход, а средние и твердые распилива­ются методом многопроходного резания с глубиной пропила соответственно до 150 и 50 мм.

Непрерывность процесса резания в данном случае обеспечи­вается автоматизированными системами управления и челноч­ным характером работы. Автоматическая программа преДусмат- ривает начало опускания в пропиле дисковой пилы сразу же, ^ как только центр ее окажется на одной линии с краем блока! і На ортогональных станках распиловка камня средней проч- I ности осуществляется одновременно в вертикальной и горизон- : тальной плоскости, а твердые породы сначала распиливаются Па 1 заданную высоту вертикальными дисками, а затем производится подрезка плит горизонтальным диском.

Эффективность алмазно-дисковой распиловки зависит от ус- ловий эксплуатации станка и инструмента, режимов резанияД конструктивных особенностей дисковых пил и характеристики-1' алмазоносного слоя. V

Высокая эффективность и производительность процесса возч\* можны только на станках, обладающих достаточной жесткость и точностью. .

При монтаже и пуске станка Следует обращать вни5ийние: не Уравновешенность ротора лвигателя и \_шпинлрлгцюго узл ЯЕ.аика, влияющих на величину виорацииПщпо^нительнб'го 1,1 ' гана. Шпиндель станка должен иметь по возможности ми» сальный вьглет, а\_ радиальное биение не должно превыше мм, так как вибрация исполнительного органа увеличивЗ износ инструмента.

^Дисковая пила должна быть жестко закреплена зажим» гайкой на выходном валу привода вращения станка ь\*е двумя фланцами.

/При креплении пилы на шпинделе станка должны со даться следующие условия:

пила устанавливается так, .чтобы направление вращения

совпадало со стрелкой на ее полотне^. ■ /

•^п"г^я~рямгучятягивания Фланцевого узла направление резьбы. \* под^яажимную гайку и вращение шпинделя должны быть про­тивоположными;

диаметр фланцев должен составлять 0,25—0,3 диаметра пилы;

при установке пил следует обращать внимание на чистоту посадочного места и фланцев, а торцевое биение не должно £ превышать 1/500 ее диаметра. " ‘ —

■ "Работающая дисковая пила должна быть максимально за­крыта кожухом. Все направляющие станка, а также другие трущиеся узлы должны защищаться от попадания на них воды с абразивными частицами разрушения. Несоблюдение этого тре­бования приводит к быстрому износу узлов и, как следствие, к вибрациям и резкому повышению износа алмазного инстру­мента.

Станок обязательно должен быть оснащен контрольными электроизмерительными приборами и соответствующей электри­ческой защитой.

Продольный люфт в подшипниках стола и на винте подачи не должен превышать 0,1 мм, а поперечное перемещение стола при боковых нагрузках — 0,2 мм. Направление движения стола должно совпадать с плоскостью пилы; непараллельность должна не превышать для дисковых пил диаметром 250 (

300 мм — 0,1 мм, 400—630 мм — 0,2 мм, 800—1250 мм — 0,3 мм., ,

Главными технологическими параметрами процессов ал­мазно-дисковой распилОНки яппчют^я^'лц,ружняя ^«•прпг.ть реза­ния, скорость рабочей подачи и дубина резания, которые за­вис ят'-отфйз1п<о^мехаш1ческ^ камня.

Экспериментальными исследованиями ИСМ Академии наук ^ УССР установлено, что увеличение окружной скорости более , V 40 м/с нецелесообразно, так как это ведет к увеличению удель­ного расхода алмазов вследствие возрастания воздействия теп­ловых и других факторов. Однако в современной зарубежной практике применяется скоростное резание мягких и средней кре­пости пород камня с окружной скоростью 80—90 м/с, достигае­мое в первую очередь благодаря созданию новых связдк, обла­дающих повышенными алмазоудержанием и износостойкостью, а также использования в инструменте высокопрочных алмаз­ных порошков и создания 1,5—2-кратного запаса мощности главного привода.

Скорость рабочей подачи и глубина резания взаимосвязаны между собой и определяют технологическую производительность ДИСКОВОЙ ПУЛЫ

1

(8.33)

Максимальные значения производительности алмазных ди-| ведены в ” аб!? 8 211ТИМаЛЬНЫХ ЗНаЧеНИЯХ СК0Р0СТИ Резания ири-г;1

т уф, известняк, ракушечник, тра­вертин

Мрамор, мрамо- ризованный из­вестняк

Г аббро, базальт, лабрадорит, те- шенит

Гранит, грано- диорит, сиенит Крепкий гранит, кварцит

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Распиловка с I соблюдением требований высокого к качества | | Распиловка без требований вы­сокого качеству | | Распиловка, на повышенных скоростях | |
| Окружная  скорость  вращения,  м/с | Произво­  дитель­  ность,  СМ®/ІИИН | £ £ в?  « 5 £ і §5 | Производи­  тельность,  смг/мин  ' | 5л«  Й О Я  о»«\* | Производи­  тельность,  см\*/мнн |
| 45 | 1000 | 60 | 1500—3000 | 90 | 5000—6000 |
| 40 | 600—1200 | 45 | 1000—2500 | 80 | 4000—6000 |
| 30 | 250—450 | 40 | 400—600 | — | — |
| 25 | 150-250 | 30 | 200—400 |  |  |
| 20 | 100—150 | 25 | 150—200 | — |  |

Обрабатываемый

камень

м/мин; Яр —глубина реза-1

Для сохранения производительности на постоянном уровне! при уменьшении скорости подачи необходимо увеличивать глу­бину резания и »наоборот. В практике распиловки мягких и средней крепости пород природного камня наблюдается стрелой ление к резанию с максимально возможной глубиной- за одш

**где рп — скорость рабочей подачи, ния, мм.**

воРйОХп^ыКОТОРаЯ с0ставляет’ как пРавило, 0,3 диаметра диск<

При -распиловке твердых пород камня значимость выбей глубины ^однопроходного резания возрастает, так как **.йиженной глубине\_резани**я резко возрастает удельный рак алмазног**о инструмента.** Увеличение глубины пезяния за га проход при распиловке гранитов приводит к затуплению осте граней зерен алмаза на поверхности круга и уменьшению лета з^рен над связкой инструментами, как следствие, к не ходнц<у:т{! **дополнительного его обнажен**ия. Состояние режуыи поверхности алмазного диска можно" контролировать визуаль1ю и на ощупь. Хорошо вскрытые алмазы отчетливо видны -йй связке. \

Важное технологическое значение имеет правильный выбор схемы .алмазно-дисковой распиловки: «по подаче» или «против подачи». Первая схема предпочтительна при многодисковой 'распиловке, так как вертикальная составляющая усилия реза­ния в этом случае направлен^Гвниз и способствует лучшей фик­сации заготовки. Достоинством схемы резания «против по- пячи» является более низкий- удельный расход алмазов и энер­гоемкость процесса.

"Работа алмазных дисковых пил должна сопровождаться обильной подачей в зону резания охлаждающей жидкости (воды). Количество рационального расхода воды на одну ди­сковую пилу ориентировочно определяется из выражения

Уж = Я/25, (8-34)

где О — диаметр дисковой пилы.

При этом напор в водоподающей системе должен быть не менее 0,3 МПа.

1. Конструкции алмазных дисковых пил

Алмазные дисковые пилы (отрезные сегментные круги) со­стоят из стального корпуса (СтбОГ, СтббГ, Ст9ХФ, Ст9ХФМ), выполненного в виде плоского диска, и припаянных к нему ал­мазных сегментов. В центре корпуса имеется посадочное от­верстие.

По конструктивному исполнению они подразделяются на круги с широкими -межсегментными пазами (получили наи­большее распространение) и круги с узкими межсегментными пазами (применяются при повышенных требованиях к качеству кромки и чистоте реза).

Рабочими элементами круга являются сегменты, состоящие из алмазоносного и беэалмазного слоев. Безалмазный слой необходим для .обеспечения требуемой прочности закрепления сегментов на корпусе. ,

Отрезные алмазные сегментные круги показаны-на рис. 8.35.

С точки зрения прочности важнейшими конструктивными параметрами отрезных кругов являются толщина корпуса, форма и размеры пазов, что обусловливается высокими окруж­ными скоростями и действующими динамическими нагрузками в процессе распиловки. ,

Толщина корпуса определяет жесткость и устойчивость ра­боты инструмента и выбирается такой, чтобы его стойкость обеспечивала полный износ алмазоносного слоя. С увеличением диаметра отрезных кругов толщина корпуса увеличивается, так как при распиловке камня на большую глубину возрастает об­щая нагрузка на инструмент.

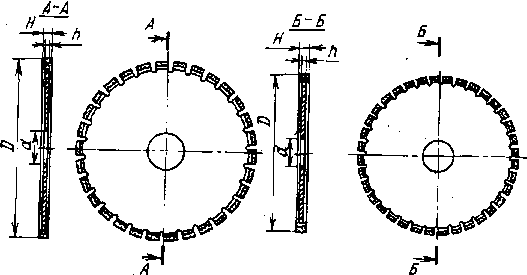


Рис. 8.35. Отрезные алмазные сегментные круги: а~с нормальными пазами; 6 — с узкими пазами

Глубина паза в корпусе зависит от технологических сообра­жений, однако конструктивно, с точки зрения долговечности корпуса пилы, необходимо стремиться к ее уменьшению до воз­можного предела, который ограничивается степенью темпера­турного воздействия в процессе пайки на деформацию корпуса.

Ширина алмазного слоя сегмента Я определяет для данной; толщины корпуса величину бокового нависання алмазоносной, части, обеспечивающую нормальные условия работы пилы\*' влияет на алмазоемкость инструмента и расход алмазов. 1 Поэтому для эффективного использования алмазных дискр|! вых пил необходима минимально возможная ширина сегментов^ при условии сохранения их работоспособности к моменту по4| ного износа алмазоносного слоя по высоте. Щ

Сегменты должны быть припаяны к корпусу круга сим мет-1 рично. Отклонение от симметричности в поперечном сечении н.Ц должно быть более 0,1 мм, в продольном направлении — 0,5 мі| Требования к алмазным отрезным сегментным кругам регдз ментируются ГОСТ 16115—78.

ИСМ Академии наук УССР выпускаются опытные партий дисковых сегментных пил из синтетических алмазов по ТУ.,' УССР ИСМ 445—79, которые отличаются от стандартных то| щиной корпуса и формой межсегментных пазов.

Основные параметры алмазных дисковых пил приведз в табл. 8.22.

Радиальное и торцевое биение алмазоносного слоя должно превышать значений, указанных в табл.. 8.23.

Эффективность работы алмазных дисковых пил во мно^| зависит от характеристики алмазоносного слоя — связки, м центрации алмазов и их зернистости.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| НаруЖ-'  ный  диаметр,  мм | Диаметр  поса­  дочного  отверг  стия,  мм | Толщина  корпуса,  мм | Толщина алмаз­ных сег­ментов, мм | Число  алмаз­  ных  сегмен­  тов |

Типоразмер

отрезных

кругов

Содержание алмазов, карат, при концен­трации, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2726-0708 | 315 | 63 : | 2,8 | 4,0 | 30 | 19,5 | 28 |
| 2726-0713 | : 400 | 90 | 2,8 | 3,5 | 26 | 19,5 | 28,6 |
| 2726-0719 | 500 | 90 | 3,0 | 4,0 | 30 | •27,0 | 54,0 |
| 2726-0727 | 630 | 90 | 3,6 | 4,5 | 37 | 37,0 | 74,0 |
| 2726-0732 | 800 | 90 | 4,5 | 5^5 | 48 | 57,6 | 115,2 |
| 2726-0738, | 1000 | 120 | 5,0 | 6,5 | 70 | 59,5 | 119,0 |
| 2726-0743 | 1100 | 120 , | 5,0 | 6^5 | 78 | 66,3 | 132,6 |
| 2726-0754 | 1250 | 120 | 6.0 | 7;0 | 90 | 81,0 | 162 |
| 2726-0756 | г2о8 | " 'Ш | 6,0 | 7,5 | “ШП | 100 | 200,6 |
| 2726-0757 | 1600 | 200 1 | 7,0 | 9,0 | 92 | 110,4 | 220,8 |
| 2726-0758 | 2000 | 200 | 8,0 | 12,0 | 115 | 253,0 | 506,0 |
|  |  | По ТУ 88 УССР ИСМ 445-79 | | | |  |  |
| \_ | 500 | 90 | 2,8 | 3,8 | 30 | 25,2 | 50 |
|  | 630 | 90 | 3,2 | 4,2 | 36 | 33 | 67 |
|  | 800 | 90 | 4,5 | 5,5 | 48 | 58 | 116 |
| — і | 1000 | 120 | 6,0 | 6,5 | 72 | 62 | 124 |
|  | . 1100 | 120 | 5,0 | 6,5 | 78 | 67 | 134 |
|  | 1250 | 120 | 5,5 | 7,0 | 90 | 83 | 166 |

25

50

ПоГОСТ 116115—78

Марки применяемых синтетических алмазов аналогичны рас­смотренным для алмазно-штрипсовой распиловки.

Связка выбирается в зависимости от физико-механических свойств (абразивности, твердости) обрабатываемого природного камня. ,

В соответствии с рекомендациями ВНИИАлмаз и ИСМ АН УССР связка М1 и 'М3 применяется для резания мягких и средней крепости пород природного камня, а связка М50 — для резания твердых пород. с

Использование кругов не по назначению ухудшает показа­тели работы. Так, при обработке малоабразивных пород круги на связке М50 «засаливаются», в результате чего снижается их производительность, а при обработке высокоабразивных пород круги на связке М1 хотя и имеют повышенную производитель­ность, но их эффективность оказывается низкой из-за значи­тельного расхода алмазов вследствие повышенного износа связки. Промышленностью выпускаются алмазные дисковые- пилы с относительной концентрацией алмазов 25, 35, 50, 75, 100%..

Концентрация алмазов в инструменте выбирается в зависи­мости от обрабатываемого камня и предъявляемых требований

Радиальное и торцевое биение алмазоносного слоя

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наружный диаметр круга, мм | Радиальное биение, мм | | Торцевое биение, ым | |
| нормальная  точности | повышенная  точность | нормальная  точность | повышенная  ТОЧНОСТЬ |
| 250 | 0,16 | 0,15 | 0,20 | 0,17 |
| - 320 | 0,20 | 0,15 | 0,25 | 0,21 |
| 400 | 0,20 | 0,15 | 0,32 | 0,26 |
| 500 | 0,25 | 0,20 | 0,40 | 0,33 |
| 630 | 0,32 | 0,25 | 0,50 | . 0,42 |
| 800 | 0,40 | 0,30 | 0,80 | 0,53 |
| 975 | 0,50 | 0,40 | 1,0 | 0,67 |
| 1000 | 0,50 | 0,40 | 1,0 | 0,67 |
| 1100 | 0,60 | 0,40 | 1,10 | 0,73 |
| 1250 | 0,70 | 0,50 | 1,25 | 0,83 |
| "ЮТ  1600  2000 | игл" ~  0,80  0,90 | ТШ)  0,50  0,50 | 1,60  2,0 | С,УЗ  1,10  1,40 |

к качеству кромок й чистоте реза. Для легкообрабатываемых пород рекомендуется концентрация 25 %, а для пород средних и твердых рекомендуется концентрация 35 и 50 %. Круги с конг цецтрацией 75 и 100% применяются при обработке твердых- пород, если использование кругов другой концентрации снижает производительность или предъявляются специальные требова­ния к качеству кромки и чистоте реза. т

1. ОКАНТОВКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

Процесс точной -обработки, в результате которого плитам- заготовкам придается требуемая форма, как правило, прямо­угольная, и заданные размеры в соответствии с ГОСТ 9480—77, ГОСТ 23342—78, называется окантовкой.

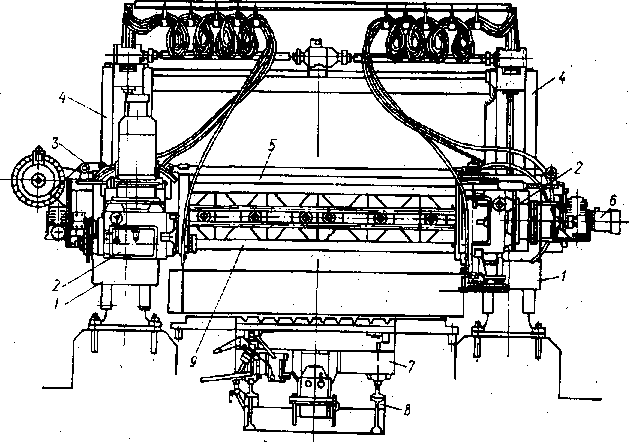
В зависимости от принятой технологическрй схемы произ­водства облицовочных изделий окантовка является вторым (по­сле распиловки) или же третьим (после распиловки и фактур­ной обработки) технологическим процессом. Процесс окантовки осуществляется на фрезерноокантовочных станках, представ­ляющих собой технологическую разновидность алмазно-диско­вых распиловочных станков. Сущность механизма разрушения природного камня в процессе окантовки аналогична рассмот­ренному для процесса алмазно-дисковой распиловки, так как сам процесс является частным случаем дисковой распи­ловки.

* 1. ФРЕЗЕЙНО-ОКАНТОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Фрезррно-окантовочные станки, являясь разновидностью ал­мазно-дисковых распиловочных станков, предназначены для окантовки плит-заготовок по заданным размерам, а также для профилирования архитектурно-строительных изделий- Прида­ние фигурного профиля изделиям осуществляется специальными алмазными дисками, имеющими форму элементов профиля. В отдельных случаях на этих станках может производиться также дисковая распиловка плит-заготовок.

По конструктивному исполнению фрезерно-окантовочные станки подразделяются на портальные, мостовые и консольные. Однако существует еще целый ряд конструктивных особенно­стей, по которым станки различаются между собой. Так, например, по числу установленных на них отрезных кругов (однодисковые и двухдисковые), по способу крепления шпин­деля (с неподвижной или подвижной шпиндельной группой) И др.

Портальные станки являются наиболее мощными к . тя­желыми среди фрезерно-окантовочных станков. Типичным представителем станков этой группы является отечественный



Рнс. 9.1. Фрезерный станок с двумя отрезными кругами СМР-0І4:

/ — суппорт; 2—шпиндельная головка; 3 — мерительное устройство; 4 — стойка; 5 — мост.; 6 — привод перемещения траверсы; 7 — стол; 8 — рельсовый путь; 9 — поперечрнв '

фрезерный станок с двумя отрезными кругами СМР-ОЬ (рис. 9.1).

Станок состоит из шпиндельной головки, суппорта, траверсы\* мерительного устройства, стола с приводом, стойки, кабины, сиУ стемы охлаждения, электро-и гидрооборудования.

Станина станка представляет собой портальную констру) цию, состоящую из двух стоек, по которым передвигается тр$ верса. Стойки соединены в верхней части ,поперечиной. На перечине установлен привод перемещения траверсы по напр; ляющим стоек. На траверсе находятся два суппорта, котор! имеют возможность перемещаться по направляющим траверс Приводы перемещения суппортов самостоятельные.

На направляющих суппортов установлены шпиндельные, ловки с рабочим инструментом. Шпиндельная головка вме> с отрезным кругом устанавливается так, что шпиндель моЗ занимать либо горизонтальное, либо вертикальное, либо межуточное положение в пределах ±90°.

Между стойками расположен стол с гидравлическим при] дом подачи.

Для сокращения вспомогательного и установочного времЯ для производства взаимно перпендикулярных ;вертикальнЦ

пропилов стол сделан поворотным с фиксацией положения че­рез каждые 90°. -

При подкачке масла насосом, установленным на тележке, в плунжерный гидроцилиндр плита стола поднимается, обра­зуя зазор между кольцевыми поверхностями поворотных кру­гов. Этого достаточно, чтобы легко, от руки, повернуть плиту стола' вместе с изделием. При необходимости уменьшения хода стола (для сокращения холостого хода при обработке маломер­ных изделий), а также автоматического возврата стола в пер­воначальное положение на механизме реверса, который нахо­дится на балке рельсового пути, устанавливают положение кон­цевых выключателей на необходимый ход.

Для последующего реза инструмент переустанавливается от­носительно изделия на заданный размер перемещением суппор­тов по траверсе. Автоматическая остановка суппортов в задан­ном положении в пределах 50—1000 мм осуществляется мери­тельным устройством.

Для разрезки изделий толщиной до 50 мм в автоматическом режиме имеется счетный механизм, установленный на электри­ческом шкафу управления.

Установка и подача шпиндельной головки на глубину реза­ния производится перемещением траверсы или перемещением шпиндельной головки относительно суппорта с пульта управ-

Таблица 9.1

Техническая характеристика портальных фрезерно-окантовочных станков

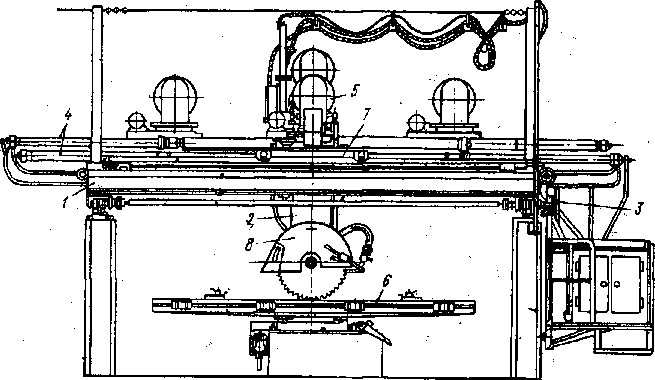
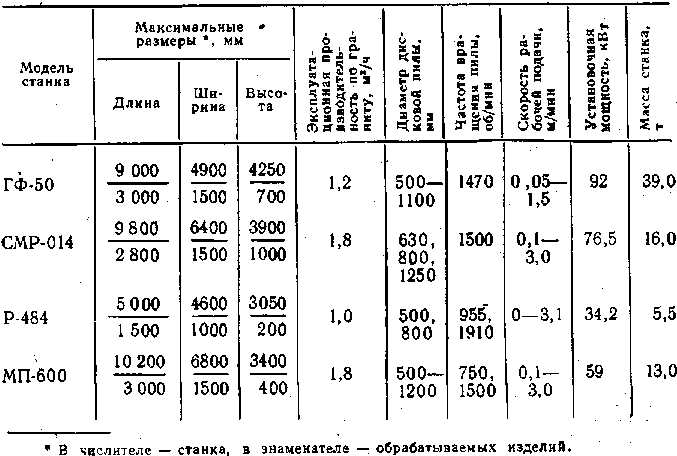


Рис. 9.2. Камнеотреэной станок СМР-015:

І — мост; 2 — шпиндельная головка; 3 — ручной привод перемещения; 4—гидроци­линдры; 5 — привод; 6 — поворотный стол; 7 — каретка; 8 — режущая головка

ления. При обработке твердых пород за несколько проходов по-'^Ш дача на глубину резания происходит в автоматическом цикле. >1 Для производства косых резов шпиндельная головка поворачи^Ц вается относительно суппорта в пределах 0—45°. Для проиЗт|Г водства горизонтальных резов шпиндельная головка поворачн^і вается на 90°.

Техническая характеристика основных моделей портальныЩ фрезерзю-окантовочных станков приведена в табл. 9.1.

Мостовые станки легче портальных и предназначены в новном для окантовки облицовочных изделий. Характерны?! представителем станков этой группы является отечественны! станок (универсальный) модели СМР-015 (рис. 9.2).

Станок предназначен для окантовки, разрезки изделий ;! в отдельных случаях для фасонной обработки боковых их г]Ґ ней, а также вырезки пазов в архитектурно-строительных изл лиях из природного камня мягких, средней крепости и, крепі пород. Основные виды работ, выполняемых на станке, поі заны на рис. 9.3.

■ Станок состоит из моста, поворотного стола, каретки," тикальной и поворотной режущих головок, привода подачй реткн, электро-и гидрооборудования.

Мост сварной конструкции представляет собой две пря>| угольные балки, соединенные между собой поперечными Ками, Поверх моста вдоль балок закреплены призматичесца) плоская направляющие для каретки. Мост монтируется Н$,

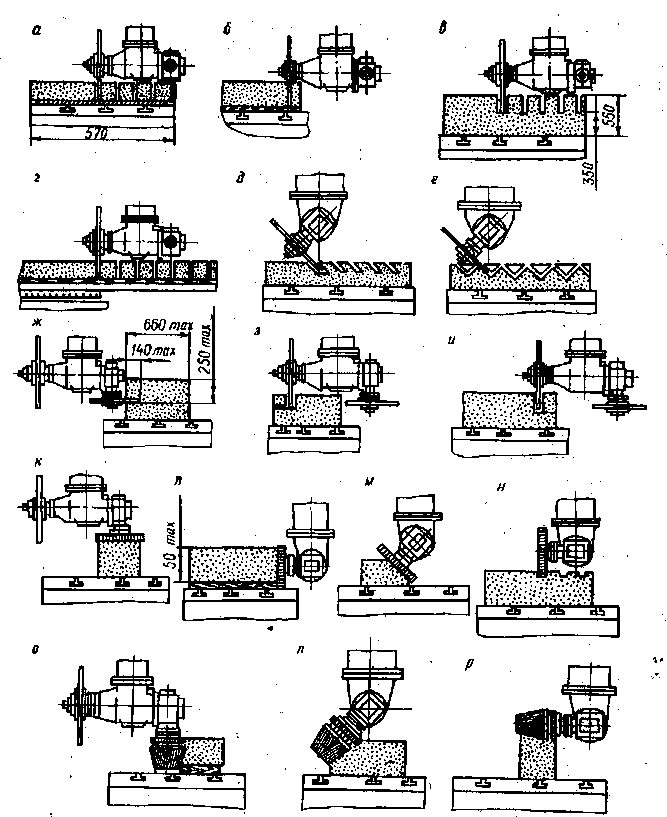


Рис. 9.3. Основные вида' работ, выполняемых на станке СМР-015: а, б —разрезка на плитки и бруски; в — окантовка,; г —разрезка на плитки или брус­ки; д. е — фигурная обработка; ж, Я, и —подрезка уступов; к—р — шлифовка фасон­ных поверхностей

тырех катках и устанавливается на опоры, вдоль которых рас­положены призматические направляющие и зубчатые рейки.

Опоры моста закреплены на двух бетонных стойках, между которыми на отдельном бетонном основании находится стол для установки на нем обрабатываемого изделия.

Стол может поворачиваться от 0 до 360° и снабжен устрой­ством, фиксирующим его положение через 90°. К столу прикреп­лены плунжерный гидроцилиндр и ручной гидронасос, при по­мощи которого плунжер перемещается на 2—3 мм вверх, об­легчая поворот стола.

Каретка (суппорт) представляет собой литой чугунный кор­пус с призматической и плоской опорами скольжения и переме­щается вдоль моста по направляющим при помощи двух плун­жерных гидроцилиндров привода подачи каретки. На корпусе каретки закреплены прижимные устройства с роликами, кото­рые примыкают снизу к обработанным дорожкам моста и вос­принимают опрокидывающий момент и вертикальные нагрузки, возникающие в процессе резания. В расточке направляющей гильзы корпуса каретки монтируется вертикальная режущая головка, которая при помощи винтовой пары перемещается «вверх» или «вниз» на 325 мм. ,,

Головка представляет собой разъемный литой корпус, в ко­тором смонтирован вал. Ось вала всегда горизонтальна и по­ворачивается только на 90°, занимая крайние фиксированные положения.

На одном конце вала установлен алмазный отрезной круг диаметром 800 мм, на другом конце — коническая шестерня с круговым зубом, передающая вращение валу поворотной ре-, жущрй Головки.

От электродвигателя посредством клиновых ремней переда­ется вращение валу с отрезным кругом.

Установка режущих головок на глубину резания произво-- дится по линейке, закрепленной на каретке. Поворотная режу! щая головка соединена с вертикальной головкой при помопцй двух сухарей так, что может своим центрирующим выступош поворачиваться вокруг горизонтальной оси и центрирующей расточки вертикальной головки. При этом вал поворотной гой ловки может занимать положение от вертикального до горш] зонтального в, пределах угла от 0 до 90°. Поворот головки осу! ществляется вручную при . помощи червяка, установленной\* в корпусе вертикальной головки, или зубчатого сектора, закреш] ленного на корпусе поворотной головки. На фланце корпусий поворотной головки имеются два стяжных болта, при помоЦдо которых во время работы вертикальной головки поворотная-33| ловка отжимается, чтобы конические шестерни вышли из зЙН цепления друг с другом. Щ

На конце моста подвешена площадка управления, на коФии рой установлена гидравлическая насосная станция с гидроця| целью, электромагнитная станция и пульты управления. Щ ' Система управления осуществляет подачу воды в зону РвЦИ ния для’ охл аж дени я алмазных отрезных кругов. На станке $$9 ется продольная и поперечная подвески, при помощи. котор£И

подвешены и перемещаются совместно с постом и карет­кой электрические кабели и шланги подачи охлаждающей воды.

Гидравлическая система применяется для перемещения каретки двумя плунжерными гидроцилиндрами и для- подъ­ема и опускания стола одним плунжерным гидроцилиндром.

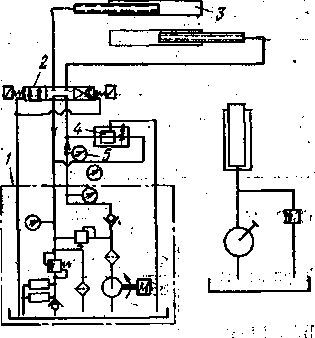


Рис. 9.4. Принципиальная гидравли­ческая схема станка СМР-015:

7—насосная установка 18Г48-22Н; 2 — версивный золотник 14ПГ73-12; 2 —при­вод подачи каретки; 4 ~~ дроссель Г56-23; 5 — манометр МТПбО/3-80X4

Принципиальная гидравличе­ская схема станка показана на рис. 9.4.

Питание станка осущест­вляется от сети трехфазного переменного тока напряже­нием 380 В. Цепи управления питаются переменным током напряжением 127 В от пони­жающего трансформатора.

Техническая характери­стика основных моделей мостовых фрезерно-окантовоиных-ххан- ков приведена в табл. 9.2.

Консольные станки представляют собой облегченные' пере­носные конструкции и используются для окантовки маломер­ных плит-заготовок. Их преимуществом является простота кон­струкции, незначительные размеры и повышенная жесткость рабочего органа. Представителем; станков этой группы явля­ется станок СМР-012А (рис. 9.5). Станок используется как ста­ционарный на камнеобрабатывающих заводах, и как переносной непосредственно На объектах строительства (для подготовки различных деталей и изделий).

Станок состоит из шпиндельной -балки, стола/ тумбы, бака- отстойника, рамы и вилки охлаждения.

На раме установлена шпиндельная бабка с отрезным кру­гом и вилкой, подающей воду на отрезной круг для его охлаж­дения. По направляющим рамы при помощи маховика и пары шестерен перемещается стол, на котором закрепляется изде­лие в Т-образных пазах. Привод шпинделя с закрепленным на нем о,трезным кругом осуществляется через клиноременную передачу от двигателя, установленного в тумбе.

В переносном исполнении станок комплектуется дополни­тельно б а ком-отстой ником, снабженным водяным насосом. Пи­тание станка осуществляется от сети трехфазного переменного тока напряжением 380 В, а цепей управления—. переменным током напряжением 220 В. "

Максимальные размеры \*, мм

Модель станка

**СМР-015**

О , ВД-

\* о -> ав£а « л 5

Заз

**(О а**

а-1

Масса станка,

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6960 | 5430 | 4000 |  |  |  |  |  |  |
| 2800 | 1800 | 270 | , 7,5 | 800 | \*\*— | 0,3—  6 | 26,5 | 8.1 |
| 9560 | 6600 | 2600 | 8,0 |  |  |  |  |  |
| 3500 | 1200 | 295 | 630 | — | 0—6 | . — | 9,9 |
| 6800 | 4600 | 2600 |  | 600—  1200 |  |  |  |  |
| 3500 | 3500 | 500 | 7,0 | — | — | 34,1 | 7,2 |
| 7065 | 4975 | 2250 |  |  |  |  |  |  |
| 4000 | 2000 | 500 | 7,0 | 1000 | 1000 | 0—12 | 21 | 5,9 |
| 9000 | 4800 | 2700 |  |  |  |  |  |  |
| 3500 | 2000 | 750 | 7,5 - | 1200 | 950 | 0—12 | 26 | 7,0 |

Дли­

на

Ши­

рина

Высо-

Ч в Я о в а ж у к н д

\*4X0. Я) В ЕІ X

о.™

н о

1°

2 о

Торпедо-310 БРА Ы-30 ТУН-З ВЖ

о «® 2 « 5

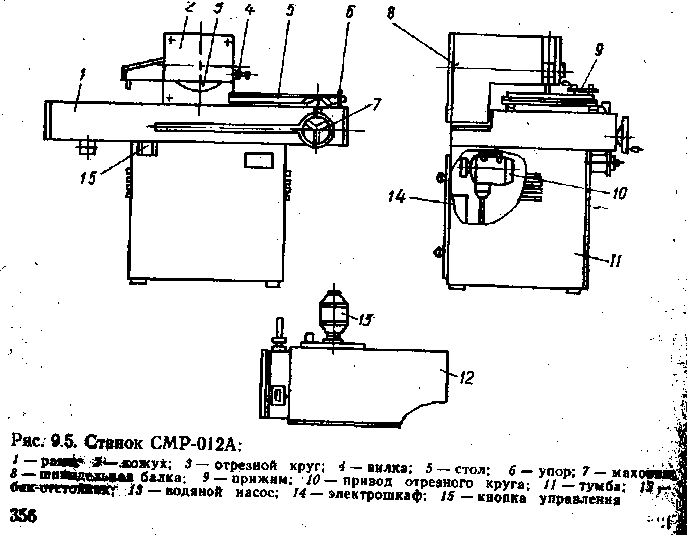
5!.

**О.« ;**

1 к м > а»

1 в в

\* В числителе - станка, в знаменателе — обрабатываемых изделий.



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель станка | Мак  разы  Дли-  на | :нмальн еры \*, ,  Ши­  рина | ые  4Ы  Высо­  та | Диаметр дисковай пилы, мм | Частота  вращения  пилы,  об/мин | Уста­новлен­ная мощ- ность, кВт | Масса  станка,  т |
|  | 1700 | 1040 | 1350 |  |  |  |  |
| СМР-012А |  |  |  | 320 | — | 4,0 | 0,365 |
|  | 750 | 600^ | 50 |  |  |  |  |
|  | 5600 | 2000 | 1900 | ' |  |  |  |
| Самара фирмы |  |  |  | 500 | 1500 | 8,0 | 1,7 |
| -«Салин» (Италия) | 2200 | 800 | 400 |  |  |  |  |
| Самарина фирмы | 5000 | 1800 | 1800 | 400 | 1500 | 5,2 | 1,23 |
| «Салин» (Италия) | 2200 | 650 | 380 |  |  |  |  |
| Фирмы «Гнйон и. |  |  |  |  |  |  |  |
| Бартелем и» | ' |  |  |  |  |  |  |
| (Франция): |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1325 | 840 | 525 |  |  |  |  |
| 226 |  |  |  | 300 | 2000 | 2,2 | — |
|  | 500 | 300 | 45 |  |  |  |  |
|  | 3500 | 1750 | 700 |  |  |  |  |
| 228 |  |  |  | 400 | 1500 | 5,8 |  |
|  | 1400 | 550 | 70 |  |  |  |  |
|  | 3050 | 1550 | 1750 |  | - |  |  |
| 231-Н |  |  |  | 1000 | 1250 | 37 | — |
|  | 700 | 600 | 340 |  |  |  |  |

\* В числителе — станка, в знаменателе — обрабатываемых изделий

Техническая характеристика основных моделей консольных окантовочных станков приведена в табл. 9.3.

1. ТЕХНОЛОГИЯ ОКАНТОВОЧНЫХ РАБОТ

Технология окантовочных работ природного камня из мяг­ких и средней крепости пород имеет несколько принципиальных отличий от окантовки изделий из природного камня твердой крепости пород. В первом случае операция окантовки предшест­вует фактурной обработке и следует непосредственно за рас­пиловкой, а во втором случае окантовка осуществляется после операций распиловки и фактурной обработки, так как при фак-, турной обработке изделий из твердых пород камня шлифовка осуществляется при повышенных давлениях инструмента, вслед­ствие чего происходит бой кромок изделий.

Окантовка плит-заготовок из камня мягких и средней крепости пород на портальных и мостовых станках обычно

-осуществляется пакетами по 5—8 плит в пакете, а окантовка плит-заготовок из , твердых пород осуществляется по­штучно.

Технологический процесс окантовки включаает в себя сле­дующие основные операции: подготовку станка к работе, ук­ладку плит-заготовок на стол станка, разметку плит 'на опти­мальный раскрой, непосредственно окантовку, снятие плит со стола и уборку стола.

На операции окантовки наибольшее распространение полу­чили фрезерно-окантовочные станки мостового типа. Поэтому технологию окантовки рассмотрим примени4ельно к ним, хотя принципиальных отличий нет и при использовании станков дру­гих типов.

Подготовка станка к работе заключается в проверке рабо­тоспособности его основных узлов и степени обеспечения точ­ности выполняемых операций. Проверяется также состояние и качество алмазного отрезного круга, степень вскрытия алмазов; (при необходимости производится обнажение алмазного ин­струмента) и правильность его установки на валу. Требования , на стадии подготовки аналогичны предъявляемым к алмазно­дисковым распиловочным станкам.

Транспортирование и укладка плит на стол станка осуще­ствляется вакуумными или цепными захватами. При поштучной укладке плит на стол наиболее^ прогрессивным способом явля­ется укладка с применением вакуумзахватов, которые позво­ляют транспортировать плиты в горизонтальном, вертикальном и промежуточном положениях при допускаемой степени шеро­ховатости плит 3 мм. Вакуум-захваты надежны в эксплуа- тации.

При укладке плит толщиной 20—40 мм, а также при укладке пакета длит необходимо производить их крепление в первом случае индивидуальное, а во втором случае —всего пакета.

Крепление плит предотвращает их смещение в процессе окантовки и обеспечивает соблюдение заданной точности формы ’ и размеров изготавливаемых изделий. ^

После укладки длит на стол фрезеровщик приступает к их : разметке. О\* правильности разметки зависит выход окантован- ■■ ных изделий, что при прочих равных условиях непосредственно'5; влияет на материалоемкость изделий. Для достижения - макси-д мального выхода окантованных изделий из плит-за готово к не- ■ обходимо, чтобы фрезеровщик имел несколько спецификацией- ных размеров изготавливаемых изделий: от полоски до плит .;•« I группы» что является наиболее общим случаем производства: Тогда разметка осуществляется с наиболее крупных ПЛИТ : СО-'М гласйю:^спецификации, а остаток дорезается исходя из макси- Ш мально возможного вписывания любых других спецификациой^ш ных размеров. ^|1

Линии реза выбираются с учетом однородности качества фактурной обработки плиты-заготовки По всей площади. В слу­чае, когда неплоскостность плит-заготовок превышает допусти­мые стандартом значения для данной фактуры обработки, рас­крой необходимо вести так, чтобы неплоскостность готовых из­делий находилась в пределах, допустимых стандартом, и, как правило, не превышала 2 мм на 1 м длины.

После этого станок запускается в следующей последова­тельности: включается насос масляной станции (при наличии гидропривода), включается электродвигатель отрезного круга; попеременно включая приводы моста и каретки с кругом ин­струмент подводится к намеченной первой линии реза; включа­ется электродвигатель вращения отрезного круга; включается подача воды.

После этого выполняется первый продольный рез. При окан­товке мягких и средней крепости пород камня он производится на всю толщину пакета плит, а при окантовке .твердых пород природного камня — на глубину 40 мм. Если толщина плиты- заготовки превышает 4и мм, то рез выполняется несколькими последовательными проходами инструмента с понижением от­резного круга на глубину до 40 мм. По окончании выполнения первого продольного реза каретку с отрезным кругом отводят назад, выводя инструмент из пропила. После чего выставляется заданный размер и инструмент переводится на следующую за- ходку для выполнения дальнейших запланированных продоль- ных резов. При установке инструмента на размер необходимо учитывать толщину отрезного круга.

Произведя последний' продольный рез, фрезеровщик дол­жен вывести круг из пропила, выключить вращение инструмента и подачу воды. После этого освобождается фиксатор поворота стола и стол рукой поворачивается на 90° и закрепляется фик­сатором в заданном положении. Разрезанные плиты сдвигаются окантованными плоскостями друг к другу и выставляются од­ним неокантованным краем на первую линию поперечного реза с учетом минимальных потерь заготовки. Затем производится закрепление плит1 клиньями, предотвращающее их смещение при поперечной окантовке. Выполнение поперечного реза ничем не отличается от операции продольного реза: после окончания последнего реза отрезной круг выводится из пропила, отклю­чается его вращение и подача воды.

Отходы окантовки убираются в ящик, а готовые окантовоч- ные изделия снимаются со стола и укладываются в специаль­ные поддоны согласно спецификационным размерам изделий.

После этого стол, стойки стбла и околостаночное простран­ство промываются водой из шланга. ; 1 .

В процессе выполнения окантовочных работ необходимо со­блюдать условия ойтимальйой эффективности производствавследствие соблюдения рациональных технологических режи­мов и выбора характеристики алмазного инструмента.

Все рекомендации, изложенные в подразд. 8.4.1, распростра­няются и на процесс окантовки.

1. КОНСТРУКЦИИ АЛМАЗНЫХ дисковых пил для окантовки ОБЛИЦОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИИ ИЗ ПРИРОДНОГО камня

утоненными режущими элементами, у которых толщина корпуса в 1,6—2,0 раза больше толщины режущих элементов а (рис. 9.6). Алмазный сегмент 1 закреплен на периферии сменных ре­жущих элементов 2, которые соединены с корпусом инструмента

Окантовка облицовочных изделий осуществляется алмаз­ными дисковыми пилами, конструкции которых рассмотрены в разд. 8.4.2.

Для окантовки облицовочных изделий из твердых пород природнго камня в основном применяются алмазные отрезные сегментные круги диаметром 320, 400, 500 и 630 мм, так как глубина резания обычно составляет 20—60 мм.

Однако применение увеличенных диаметров обычных типов алмазных дисковых пил для этих целей недостаточно эффек­тивно, так как при этом возрастает удельный расход алмазов вследствие увеличения ширины алмазоносных сегментов, кото­рое обусловливается необходимостью увеличения толщины кор­пуса с целью обеспечения жесткости инструмента.

ИСМ Академии наук УССР разработаны конструкции ал­мазных дисковых пил для операции окантовки со сменными

3 с помощью закладных штиф­тов и прижимных элементов. Для повышения надежности со­единения режущих элементов с корпусом инструмента контак­тирующая поверхность крепле­ния имеет клиновидное сечение.

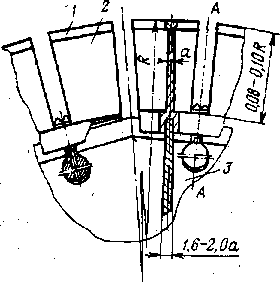


Рис. 9,6. Конструкция алмаз­ной пилы со сменными утонен­ными режущими элементами для окантовки изделий с цен­тральным расположением рез­цов

Результаты применения ал­мазных дисков со съемными утоненными режущими элемен­тами на камнеобрабатывающих предприятиях ПО Житомирне-' рудпром показывают, что в срав­нении с аналогичными стандарт­ными дисковыми пилами повы­шается производительность рас­пиловки, улучшаются качество ’ кромки и чистота поверхности | реза, снижается шум в процессе, работы. '

1. ФАКТУРНАЯ ОБРАБОТКА
   1. ФАКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

Фактурная обработка облицовочных изделий из природного камня представляет собой процесс точной обработки их лице­вой поверхности, в результате котррой форма и линейные раз­меры изделий не меняются, а лицевая поверхность приобретает внешний вид, определяющийся характером и высотой рельефа поверхности, полученной после обработки (см. подразд. 2.4). Правильно выбранная фактура задерживает начало разрушения камня, вызываемое температурным воздействием и действием окружающей среды.

В соответствии с ГОСТ 9480—77 и ГОСТ 23342—78 лице­вая поверхность облицовочных изделий из природного камня может иметь фактуры, приведенные в табл. 10.1.

В зависимости от способа обработки поверхности камня под­разделяются на фактуры скалывания (точечная, «Скала», тер­мообработанная) и абразивная (пиленая, шлифованная\* ло­щеная, Полированная).

Фактуры, получаемые скалыванием, разрушают поверхност­ный слой камня, делают его более шероховатым, что снижает его долговечность и поэтому применяются только для твердых пород природного камня.

Абразивные фактуры изготавливаются шлифованием лице­вой поверхности и применяются для всех пород природного камня. Исходной поверхностью для получения абразивных фак­тур, как правило, служит пиленая поверхность плит-заготовок, получаемых после распиловки.

В настоящее время подавляющее большинство облицовочных изделий из природного камня изготавливается с абразивными фактурами обработки благодаря их высокой декоративности, возможности механизации и автоматизации процесса обра­ботки.

Таблица 10.1

**Фактуры лицевой поверхности облицовочных изделий из природного камня**

Фактура

Способ получения фактуры

**Характеристика фактуры**

Полиро- Накатка глянца полйроваль-

ванная ним инструментом

Лощеная

Шлифо­

ванная

Обработка доводочным шлифо­вальным инструментом без на­катки глянца

Обработка шифровальным инструментом {средне- или грубозернистым)

Пиленая А Распиловка' алмазными штрип- сами, дисковыми пилами, рам­ными штрипсовыми станками со свободным абразивом Пиленая Б Распиловка рамными и канат­ными пилами со свободным абразивом

Пиленая Бі

Обработан­ная ультра­звуком Термообра­ботанная

Точечная

«Скала»

Механическая или химическая очистка, пескостр уйн ая обр а- ботка пиленой Б Воздействие на лицевую по­верхность ультразвуковыми колебаниями в водной среде Воздействие на лицевую по­верхность высокотемператур­ной газовой струей Обработка бучардой

Скалывание лицевой поверх­ности с помощью закольника

Зеркальный блеск на поверх­ности изделий, четкое отраже­ние предметов

Гладкая матовая поверхность без следов обработки,, полное выявление рисунка камня Равномерно шероховатая по­верхность со следами обработ­ки, с неровностями рельефа высотой до 0,5 мм Неравномерно шероховатая по­верхность с неровностями релье­фа высотой до 3 мм

Неравномерно шероховатая по­верхность с резкими штрихами от зерен крупного абразива с неровностями рельефа высокой до 3 мм

То же, что пиленая Б, но обра­ботанная механическим или химическим способом Матовая поверхность с выяв­ленным цветом и рисунком кам­ня

Шероховатая поверхность со следами шелушения с неровно­стями рельефа высотой до 10 мм Равномерно шероховатая по­верхность с неровностями релье­фа высотой до 2 мм Околотая поверхность с неров­ностями рельефа высотой от 56 до 200 мм без следов инструмента

**10,2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФАКТУРНОЙ ОБРАБОТКИ**

Шлифовально-полированные станки предназначены для аб- з разнвной фактурной обработки (шлифовки, лощения и поли- | ровки) лицевой поверхности облицовочных изделий из природ-^ ного камня.

Конструктивно шлифовально-полировальные станки подрав деляются на пять основных групп: портальные, мостовые, рг ально-консольные, конвейерные и переносные шлифмашинки. Д

Портальные станки представ­ляют собой наиболее тяжелую конструкцию шлифовального обо­рудования, предназначенную, для

ШЛИфоВКИ-ПОЛИрОВКИ ИЗДеЛИЙ ИЗ /

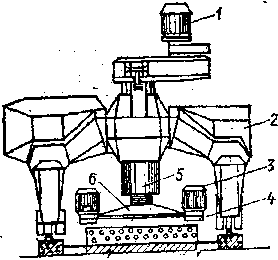


Рис. 10.1. Принципиальная схе­ма шлифовально-полироваль­ного портального станка мо­дели БРА-ЛЖ

твердых пород природного кам­ня. Различают портальные стан­ки с подвижным порталом и не­подвижным столом (ЛЖ, ВШ-5), а также с неподвижным порта­лом и подвижным: столом

(ВШ-3). В настоящее время станки вш-з, вш- 5 морально и физически устарели и в камне- обработке имеют ограниченное применение. В отечественной нам-

Таблица 10.2 „„.„и-

Максимальные размеры \*, мм

\* >,§ - £ . &м^

§ 13 я а

Й «Од \*

Ч № л Со

О О У 5 в. X Р.О о-в СП К И К о

г к

о 8 Л а 9

11

|1

«5 \*

1=1 ра \*

**Техническая характеристика портальных шлифовально-полиров станков**

вш-з

ВШ-5

лж

ЛЖ-9

'Длина

3500

2000

5215

9000

3450

Неогра­

**ниченно**

3450

Неогра­

**ниченно**

Ши­

рина

3785

1000

3070

2500

2900

1600

2900

1600

■Высо

та

3895

150

3600

1175

4000

350

4000

350

0,7

2,5

3,2

1300

**Частота**

вращения,

об/мин

К

5

ес

*X*

я

В

*а*

50;

100

50;

100

*л*

ч

в}

в

ц

І»

1300 1700 50 950

1700

50

950

5»

А X

о.„

55

О К

0.1;

0,3;

0,5

5,5—

И.1

0—

4,0

0—

1,85

46,5

66,3

36

52,1

15

8,8

9,2

13,0

знаменателе — обрабатываемых изделий»

**\* В числителе — станка, в**

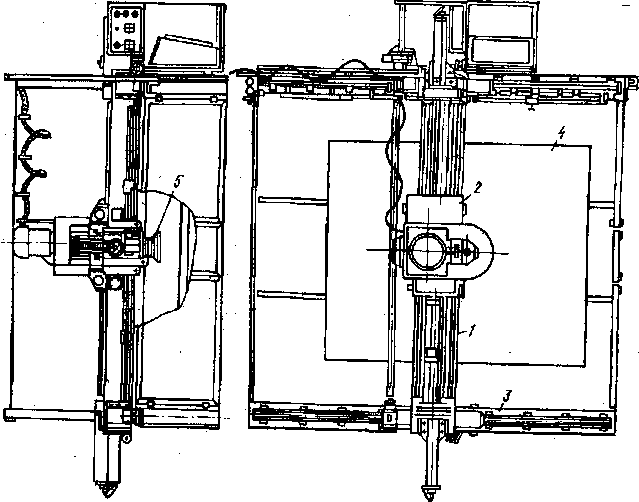
Недостатком станков этого типа является необходимостей укладки плит-заготовок на стол с применением гипсового вя\*“ жущего.

Техническая характеристика портальных шлифовально-ш лировальных станков приведена в табл. 10.2.

Наиболее распространенной группой шлифовально-полир« вального оборудования являются мостовые станки, среди Н<3 торых наиболее характерный представитель — отечественна 364

щегося по рельсовьш направляющим под действием гидродви­гателя. Неподвижный стол станка находится между рельсо­выми направляющими.'Шлифовальная .головка в устанавлива­ется на горизонтальной балке портала и крепится к шпинделю 0, который приводится во вращение мотор-редуктором 1 Шли­фовальная головка состоит из 6 (9, 12) независимых шлифо- вальников 4 с индивидуальным электроприводом. Шлифовалъ- ная головка в процессе работы охватывает всю ширину стола» а ра очий инструмент совершает сложное рабочее движение складывающееся из индивидуального вращательного движения . каждого шлифовальника, общего вращательного движения са» мои шлифовальной головки и поступательного движения пор1| тала.

Рис. 10.2. Камнешлнфовальный станок СМР-013



станок СМР-013 (рис. 10.2). Станок состоит из моста каретки 2, опоры моста 3, электро- и гидрооборудования. Сварной мост представляет собой балку с призматическими направляющими. Мост на четырех катках устанавливается на опорах, вдоль ко­торых он может перемещаться на расстояние до 3 м. Опоры моста закреплены на двух параллельных бетонных стойках, между которыми расположен рабочий стол 4, представляющий собой бетонную тумбу с гладкой горизонтальной поверхностью (см. рис. 10.2).

Перемещение моста осуществляется от гндродвигателя через червячный редуктор й реечную передачу. Приводной вал, полу­чающий вращение от редуктора, вращает зубчатые колеса, на-; холящиеся в зацеплении с рейками, установленными вдоль опор моста. Применение гидродвигателя позволяет регулировать ско­рость перемещения моста.

По направляющим моста при помощи двух плунжерных гид­роцилиндров перемещается каретка, на которой расположена шпиндельная головка. Шпиндель получает вращение через кли­ноременную передачу от вертикально установленного на кор-, пусе каретки двухскоростного электродвигателя. Шпиндель установлен на подшипниках качения в пиноли, имеющей воз­можность вертикального перемещения в шпиндельной головке на 300 мм. Вертикальное перемещение пиноли со шпинделем производится при помощи двух гидроцилиндров двойного дей­ствия, установленных по обе стороны пиноли. Гидроцилиндры кроме вертикального перемещения шпинделя осуществляют прижим шлифовальной головки, закрепленной на его конце, к обрабатываемой поверхности. Давление на поверхность опре­деляется разностью площадей в надпоршневой и штоковой по­лостях гидроцилиндров, а также разностью давления рабочей жидкости в этих полостях.

Ограничение хода моста и каретки осуществляется посред­ством конечных выключателей и передвижных упоров, устанав­ливаемых в нужных положениях вдоль движения.

На одном конце моста подвешена площадка управления с установленными на ней гидравлической и магнитной стан­циями и пультами управления. '

В станке заложены три программы автоматического пере­мещения шлифовальной головки по, обрабатываемой поверх­ности.

Питание электродвигателей осуществляется от сети трех- фазного переменного тока напряжением 380 В, а питание цепи управления и катушек электромагнитных золотников — от сети переменного тока напряжением 110 В от понижающего транс­форматора.

Техническая характеристика мостовых шлифовально-поЛиро- вальных станков приведена в табл. 10.3.

Табл ица 10.3 ,

Техническая характеристика мостовых шлифовальных полировальных станков

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель станка | Максимальные ры \*, мм | | разме- | Эксплуатацион­ная производи­тельность, м\*/ч | | Диаметр шлифовальной головки, мм |
| Длина | Ширина | Высота | по  мрамору | ВО  граниту |
|  | 6800 | 4800 | 3000 |  |  |  |
| СМР-013 |  |  |  | 2,0 | 1,0 | 400 |
|  | 2800 | 1400 | 200 |  |  |  |
|  | 5800 | 4100 | 5800 |  |  |  |
| 303 |  |  |  | 2,5 | 1,2 | 330 |
| 303 | 3500 | 2000 | 250 | - |  |  |
| «Левиматик-ЗбОО» | 5700 | 4000 | 2600 | 2,9 | 1,4 | 400; 500 |
|  | 3500 | 2000 | 250 |  |  |  |
| «Концепцион» | 5600 | 4000 | 2600 | 2,1 | 1,0 | 300 |
|  | 3500 | 2000 | 250 |  |  |  |
| «Минали МС-3» | 5670 | 5000 | 2350 | 2,0 | 0,7 | 450 |
|  | 4000 | 4000 | 100 |  |  |  |
| ДБ-500 | 3300 | 2400 | 3270 | 2,5 | 1,2 | 450; 500 |
|  | 3000 | 2000 | 200 |  |  |  |

\* В числителе — станки, в знаменателе — обрабатываемых изделий.

Таблица 10.4

Техническая характеристика радиально-консольных шлифовально-полировальных

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель  станка | Максимальные размеры \*, мм | | | Эксплуатационная про­изводительность, м\*/ч | |
| Длина | Ширина | Высота | по мрамору | по граниту |
| СМР-030 | 2400 | 1100 | 2400 | 1,5 | 0,5 |
|  | 2000 | 1000 | 800 |  |  |
| ВШ-28 | 3955 | 950 | 2480 | 1,5 | 0,4 < |
|  | 1500 | 1000 | 200 |  |  |
| Р-6Ц | 3100 | 490 | 1800 | 1,6 | 0,5 |
| ■ч ■ | 2000 | 1400 | 300 ' |  |  |
| М-048 | 3600 | 500 | 2400 | 1,1 | 0,3 |
|  | 2800 | 1400 | 200 |  |  |

\* В числителе — станка, в знаменателе — обрабатываемых изделий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота | Скорость подачи, м/мнн | | Максимальное усилие прижи­ма инструмен­та к изделию, кН | Устано­  вочная  мощность  станка,  кВт | Масса  станка, |
| инструмента.  об/мин | шлифоваль­  ной  головки | моста |
| 500; 1000 | 0,3—6,7 | 0,3—5,0 | 8 | 22 | 5,8 |
| 450 | 0,6—6,0 | 3,4—10,2 | 4 | 26,3 | 4,2 |
| 300; 600 | 0—12,0 | 0—12,0 | 8 | 20,2 | 4,0 |
| 700 | 0—8,0 | 0,2—0,4 | 4 | 13,3 | 3,6 |
| 350 | — | — | 1,5 | 17,25 | 3,2 |
| 325; 550 | 0,2—0,6 | 0,2—0,6 | 3,5 | 18,0 ‘ | 3,3‘ |
| станков |  | - |  |  |  |

Диаметр  
шлифоваль-  
ной голов-  
ки, мм

Частота

вращения

инстру­

мента,

об/ынн

Максимальный  
угол поворота  
головки,  
градус

Максималь-  
нее рабо-  
чий радиус,  
мм

Установлен­ная мощ­ность ' стайка, кВт

Масса станка, т

350

310

400

400

405; 500; 800; 985

300; 450;  
900

240; 450 450 .

280

280

150

280

'азбо

2450

2000

2200

**5,6**

5,0

5.5

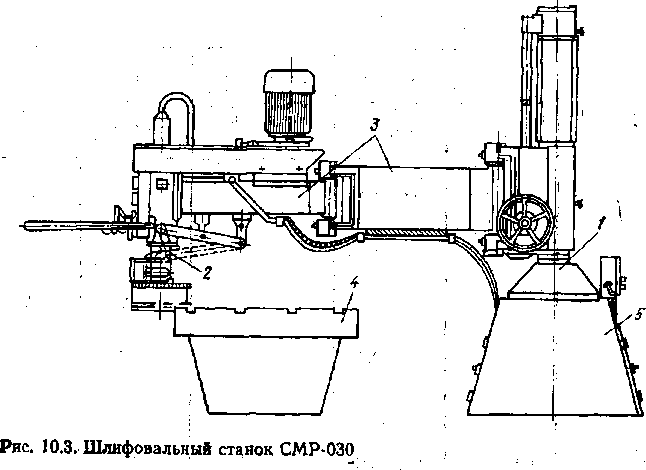
4.5

1,25.

1,9

0.7

03

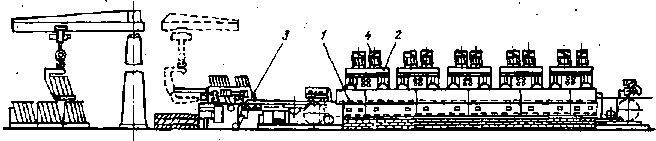


Радиально-консольные станки являются станками легкого типа и предназначены для обработки плит-заготовок неболь­шого размера. Наиболее распространенным представителем станков этой группы является шлифовальный коленно-рычаж­ной станок СМР-030 (рис. 10.3).

Станок состоит из колонны с механизмом подъема, шпин­дельной и шлифовальной головок, рычагов, стола и опорной: тумбы, на которой крепится Станок.

Колонна с механизмом подъема представляет собой цилин­дрическую стойку, закрепленную в подпятнике. На стойку: одета цилиндрическая труба, в верхней части закрепленная, фланцем и опирающаяся на упорный подшипник в верхней! части стойки и на подшипники скольжения в верхней и нижней! частях. ■ ■ '

На трубу при помощи подшипников скольжения посажена; траверса, к которой вертикальной осью Шарнирно крепится ко-; ленно-рычажная система. На лобовой части рычага крепится) шпиндельная головка, которая состоит из корпуса, пи ноли,; имеющей вертикальное плавное перемещение в корпусе шпин.-^ деля, установленного в пиноли при помощи подшипников каче- ния н упорного подшипника, механизма со шпинделем. Пиноль вместе со шпинделем поднимается и опускается при помощи1; гидроцилиндра и рычага, шарнирно закрепленного на флащщ нижней крышки пиноли. Этим же гидроцилиндром При ПОМОЩЙг



Рис, 10.4. Конвейер СМР-006

рычага обеспечивается необходимое усилие прижима шли­фовальной головки к обрабатываемой поверхности из­делия.

По оси шпинделя имеется сквозное отверстие для прохода охлаждающей воды в зону шлифования. Привод шпинделя осу­ществляется от двухскоростного электродвигателя посредством клиновых ремней. Питание электродвигателя осуществляется от сети трехфазного переменного тока напряжением 380 В, а питание цепей управления — переменным током напряжением по В.

Краткая характеристика основных моделей радиально-кон­сольных станков приведена в табл. 10.4.

Конвейерные станки представляют собой много позиционные агрегаты, все звенья которых работают в едином автоматиче­ском цикле, обеспечивающем оптимальные режимы обработки изделий при их непрерывной транспортировке, укладке и съеме. Технология конвейерной обработки, как правило, охватывает полный цикл фактурной обработки и сводится к следующим операциям: грубой и средней шлифовке, лощению и полировке.

Представителем группы линейных конвейерных шлифо­вально-полировальных станков является отечественный станок СМР-006 (рис. 10.4), предназначенный Для фактурной обра- ' ботки плит ограниченных размеров из природного камня мяг­ких и средних крепости пород.

Станок состоит из ленточного конвейера 1 с приводной стан­цией, вдоль которого размещены пять консольных постов со спаренными шлифовальными головками 2, питателя гидро- и электрооборудования. Каждая шлифовальная головка имеет независимый привод от индивидуального электродвигателя 4; усилие прижима инструмента к обрабатываемой поверхности осуществляется гидросистемой-

Конвейер станка представляет собой бесконечную'прорези­ненную ленту, на которой осуществляется обработка лицевой поверхности изделий. Над верхней частью ленты по обе сто­роны устанавливаются стальные пластины — направляющие, предотвращающие смещение изделий в процессе обработки.1

Таблица 10.5

Техническая характеристика конвейерных шлифовально-полировальных станков

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модель | Максимальные размеры \*, мм | | | Эксплуатацион­ная произво- | Число |
| станка | Длина | Ширина | Высота | дительвость по мрамору, м\*/ч | рабочих  головок |
| СМР-006 | 14 980 | 2350 | 2450 | 5,0 | 8; Ю |
| 300—2 000 | 400 | 12—20 |
| М-011 | И 200 | 2180 | 2230 | 4,0 | 6; 8; 10 |
| 300-800 | 400 | 12—40 |
| ЛАУ-8 | 8 000 | 1500 > | 2200 | 9,0 | 8 |
| 300—2 000 | 900 | 20—150 |
| Л Т-8 | 8 000 | 1700 | 2000 | 8,0 | 8 |
| 300—2 000 | 700 | 20—150 |

\* В числителе — станка, в знаменателе — обрабатываемых изделий

Для предотвращения перекосов по высоте обрабатываемых из­делий и их вибрации во время обработки предусмотрены спе^ циальные роликовые прижимы.

Приводная станция состоит из гидродвигателя и приводного барабана, связанных между собой через редукторы, цепную и червячную передачу, а натяжная станция — из ведомого бара- і бана и винтового натяжного механизма. ;

Питатель предназначен для механизации, автоматизации,: а также обеспечения непрерывности процесса пОдачи заготовок обрабатываемых плит на конвейер. Автономным гидравличе- ским и электрическим оборудованием питателя управляют\* с пульта, смонтированного на передней сїенке станины. % Питание силовых цепей электродвигателей осуществляется:\* от сети трехфазного переменного тока напряжением 380 В, а пи-1 танне цепей управления — переменным током напряжением, 220 В. І

Техническая характеристика конвейерных шлйфовально-по~| линовальных станков приведена в табл. 10.5. Л

Кроме перечисленных групп шлифовально-полировальный! ставков стационарного типа в камнеобрабатывающей промыЩ«| ленности применяются переносные шлифмашинкн с электри^-ёЯ скйм или пневматическим приводом и гибким валом, прёд^Ш значеыные для обработки деталей памятников и кромок аршЯ тектурно-стройтельных изделий. - -'Щя

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Диаметр шлифоваль­ной голов­ки, мм | Частота  вращения  инстру­  мента,  об/мин | Скорость  подачи  транс­  портера,  м/мнн | Усилие прижима инструмента к изделию, кН | Устано­  вочная  мощность  станка,  кВт | Масса станка, т |
|  | 450 | "г 630 | 0,3—1,2 | 0—1,5 | 92,0 | 17,1 |
|  | 350; 450 | 1000 | 0,1— 0,8 | ю  т  о | 63,0 | 6,5 |
|  | 320; 350 | 450 | 6—4,0 | 0—3,0 | 48,0 | 10,5 |
|  | 320 | 450 | 0—2,6 | 0—2,8 | 35,8 | 6,0 |

10.3. АБРАЗИВНАЯ ФАКТУРНАЯ ОБРАБОТКА

Среди абразивных фактур лицевой поверхности изделий из природного камня, как правило, первичной является пиленая фактура, которая получается в результате распиловки блоков природного камня на пЛиты-заготовки.

Пиленая (Л) фактура обработки получается при распи­ловке природного камня алмазными шТрипсовыми или диско­выми пилами, или же в случае качественной распиловки штрип- совыми пилами со свободным абразивом. Пиленая (Б) фактура получается при распиловке штрипсовыми или канатными пи­лами.

Пиленая (-5.1) фактура обработки получается в результате очистки пиленой {£) фактуры механическим, ^химическим или пескоструйным способом.

Механическая очистка осуществляется на шлифовальных станках, где вместо абразивного инструмента устанавливается металлическая щетка.

Химическая очистка осуществляется промывкой лицевой по­верхности изделий 5 %-ным раствором соляной кислоты (НО) или растворами других кислот.

Пескоструйная очистка осуществляется на пескоструйных установках с применением среднего или крупного кварцевого песка. В качестве абразива также может использоваться кар­бид кремния.

Шлифованная и лощеная фактуры обработки производятся последовательным шлифованием пиленой фактуры на шлифо­вальных станках.

Основная часть шлифовального процесса заключается в гру­бом шлифовании (обдире), в результате которого лицевой по­верхности камня придается форма с допусками йеплоскостности в пределах, установленных стандартом. Эта операция, как пра­вило, составляет 50—60 % от общего времени шлифовки-поли­ровки.

Процесс шлифования состоит из ряда последовательных операций и выполняется с целью создания поверхности с ми­нимальной шероховатостью. После каждой операции достига­ется повышение класса чистоты поверхности.

В зависимости от применяемого инструмента различают шлифование свободным и связанным абразивом. В качестве связанного абразива используются абразивные круги из кар­бида кремния на магнезиальной или бакелитовой связках, : а также алмазные бруски ш\*и чашечки.

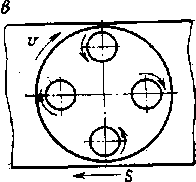
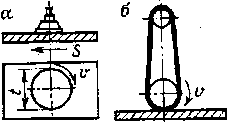
Шлифование, как и любой другой процесс обработки, заклю- I чается в направленном разрушении камня, Сущность шлифова­ния свободным абразивом в общем случае сводится к следую-' щему. Вследствие нормальных усилий, являющихся результатом давления на шлифовальный круг, и больших тангенциаль­ных усилий, возникающих в результате движения круга, абра­зивные зерна своими вершинами внедряются в камень и наносят множество трещин на его поверхности. При этом вслед-, ствие значительной твердости абразивных зерен по отношении\*, к камню в точках воздействия зерен абразива происходит раз\* рушение камня. В результате многократного воздействия зерен ; по тем же местам разрушенные частицы выкалываются и уда-1 ляются с поверхности камня водой, подаваемой на плоскость-‘ контакта круга и камня. »1

Система множества рядом расположенных выколок обра-й! зует шероховатую поверхность, характерную для шлифованой^ поверхности камня. Максимальная глубина неровностей дрй| прочих равных условиях зависит от прочности и крупности зе-| рен абразива, а также от физико-механических и петрографц\*;.| ческих характеристик камня. :|

В настоящее время преобладающее распространение ползш чйл наиболее производительный процесс шлифования связаиЙ! ным абразивом. Сущность механизма разрушения камня пр||| этом аналогична механизму разрушения при работе алмазного! круга при дисковой распиловке лишь с той разницей, что угсуИ контакта равен 180°. Различное воздействие свободного и. свяД заннрго 'абразивов отражается и на микроструктуре шлифоввш| ной поверхности. Поверхность, обработанная свободным абрШ1 зивом, отличается равномерной шероховатостью, тогда как кЯ

мень, шлифованный кругом связан­ного абразива, имеет направленные следы обработки.

Шлифовальная эффективность связанного абразива не всегда оди­накова. Лучше всего связанный абразив шлифует тогда, когда его поверхность шероховата. В этом случае преобладает режущее дей­ствие острых зерен и производи­тельность высока.



Рис, 10.5. Схемы работы инст­румента при плоском торце­вом (а), ленточном (б) и пла­нетарном (в) шлифовании

Важную роль в процессе шли­фования играет вода. Она вымы­вает продукты разрушения и отво­дят тепло, образованное трением.

Кроме того, она оказывает физико­химическое воздействие на механи­ческую прочность камня и ускоряет процесс шлифования.

В камнеобработке в основном применяется плоское шлифование

торцом круга и изредка — плоское шлифование периферией круга. В последнее время проводятся работы по применению ленточного шлифования, где элементы режимов резайия и сече­ние среза аналогичны дисковой распиловке.

При шлифовании используется также планетарное движение шлифовального круга, которое благодаря большим скоростям вращения и сложной -траектории движения инструмента, сла­гаемого из вращения феррасы с одновременным поступатель­ным ее движением, а также вращения инструмента вокруг оси обеспечивает более высокую производительность и качество об­рабатываемой поверхности в сравнении с обычным инструмен­том для торцевого шлифования.

Схемы работы инструмента при различных видах шлифова­ния показаны на рис. 10.5.

Различают жесткое и упругое шлифование. При жестком шлифовании входными параметрами являются глубина шлифо­вания и другие элементы резания, а выходным — усилие при резании. При упругом шлифовании, наоборот, входным пара­метром является удельное давление, от которого зависят глу­бина шлифования и элементы резания.

Наибольшее распространение получил принцип упругого шлифования, позволяющий получить' лучшие условия резания и поддерживать постоянными условия работы абразивных де­рен. При постоянном удельном нормальном давлении и прочих равных условиях глубина резания постоянна. При изменении же одного из параметров режима резания меняется глубинарезания, т. е. фактически при изменении условий, например, вследствие, износа абразива или увеличении твердости камня, уменьшается глубина внедрения и тем самым сохраняются нор­мальные условия резания.

Полированная фактура обработки производится по лоще­ной фактуре накаткой глянца полировальным инструментом, в результате чего поверхность камня приобретает зеркальный блеск и полностью выявляются декоративные качества камня.

Процесс полировки представляет собой одновременно про­текающее механическое и физико-химическое взаимодействие полировальника, полирующего вещества и воды с лощеной поверхностью камня, в результате чего сглаживаются микро­неровности поверхности камня и образуется защитная пленка, обусловленная химическим составом полирующего вещества и петрографическими особенностями камня.

1. РАБОЧИЙ ИНСТРУМЕНТ И ОСНАСТКА ДЛЯ ФАКТУРНОЙ ОБРАБОТКИ

На шлифовально-полировальных станках для шлифовки при­меняется инструмент со связанным абразивом, подразделяю­щийся на абразивный инструмент на магнезиальной или баке­литовой связках и алмазный инструмент из природных или син­тетических алмазов на металлических связках.

Абразивный шлифовальный инструмент изготавливается из; зерен абразива карбида кремния (карборунд) или электронов рунда. В зависимости от назначения инструмент содержит аб^ разив различной зернистости. Для осуществления полного- цикла обработки плит-заготовок от пиленой фактуры обра~>)

Таблица 10.6

Характеристика рабочего инструмента н абразива

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер  абразивного  инстру­  мента | Операция  обработки | Зернистость | Материал - Л  .Л  '1 |
| 1 | Грубое | 125—100 | Карбид кремния зеленый, К| |
|  | шлифование |  | 1 |
| 2 | Шлифование | 50—40 | Карбид кремния черный, КН |
| 3 | Шлифование | 25—16 | КЧ или электрокорутщ ^ |
| 4 | Тонкое | 10—6 | КЧ или электрокорунд $ |
|  | шлифование |  | :■& |
| 5 | Лощение | М40—М20 | Ми кр опор ОШ КИ КЧ или элею |
| 6 | Лощение | МЮ—М7 | трокорунд ^ Микропорошки КЧ или электро |
|  |  |  | корунд ' - I  ' ^ |

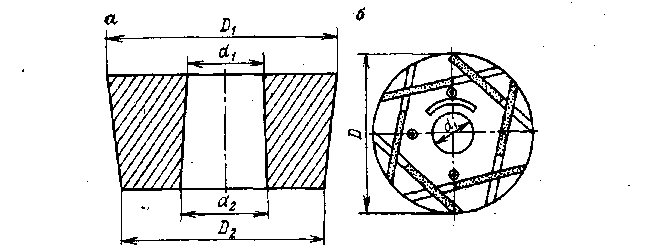


Рис. 10.6. Шлифовальный инструмент: а — абразнышЯ круг; б — алмазный круг АПС-2

ботки до лощеной применяется шесть номеров абразивного ин­струмента, различающихся зернистостью. Характеристика при­меняемого инструмента и абразива приведены в табл. 10.6.

Для определения линейной величины зерен абразива в мик­ронах необходимо числовое значение зернистости каждого но­мера увеличить в 10 раз. Числовые значения при буквенных ин­дексах микропорошков не требуют пересчета, так как они вы­ражены в микронах.

По прочностным характеристикам лучшим зерном считается карбид кремния зеленый КЗ, затем карбид кремния черный КЧ и электрокорунд, используемый для инструмента мелкой зернистости.

Абразивный инструмент изготавливается самых различных форм и конструкций.

Наиболее распространенной формой шлифовального инстру­мента являются абразивные круги (шарошки) и трапециевид­ные бруски (рис. 10.6).

Размеры абразивных кругов на магнезиальной связке,  
изготавливаемых ПО Житомирнерудпром

Основной размер Д± Да Н ' ■

Мостовые шлифовальные стенки 140 130 47 52 65

Портальные шлифовальные станки 190 180 107 95 65

В настоящее время большинство применяемого абразивного инструмента, благодаря его высоким эксплуатационным пока\* зателям и условиям массового производства (простота и техно­логичность изготовления), приходится на абразивный инстру­мент на магнезиальной связке. Инструмент на бакелитовой связке в основном применяется при фактурной обработке шлиф-1 машинками.

зга

Удельное содержание компонентов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  абразивного  инструмента | Объемная масса свежесформнро- ванного раствора, кг/дм3 | Удельное содержание компонентов, по массе | | |
| абразива | магнезиаль­  ного  порошка | раствора хлорис­того магния плот­ностью 1,25 — 1,3 г/смэ |
| 1 | 2,23 | 0,4 | 0,34 | 0,26 |
| 2 | 2,14 | 0,35 | 0,37 | 0,28 |
| 3 | 2,14 | 0,35 | 0,37 | 0,28 |
| 4 | 2,12 | 0,30 | 0,40 | 0,30 |
| 5 | 2,10 | 0,25 | 0,43 | 0,32 |
| 6 | 2,10 . . | 0,20 | 0,46 | 0,34 |

Обязательным условием применения инструмента на магне­зиальной связке является его выдержка в течение 28 сут со дня изготовления, необходимая для достижения его максимальной прочности.

Удельное содержание компонентов, требуемое для приго товления массы заданного объема при изготовлении абразив­ного инструмента на магнезиальной основе в соответствии с методологией НЙИСМИ УССР, приведены в табл. 10.7.

В зависимости от условий изготовления абразивного инстру- | мента он имеет различную твердость и структуру. Твердость инструмента зависит от способности связки удерживать зернач| абразива на его рабочей поверхности в процессе обработки" камня. По твердости абразивные инструменты подразделяются Г на мягкие (Мь М2, Мз), средней мягкости (СМЬ СМ2), средние,^ (Сь С2), средней твердости (СТЬ СТ2, СТ3), твердые (Ть Т2)Я веюьма твердые (ВТЬ ВТ2) и чрезвычайно твердые (ЧТ^

Структура инструмента определяется взаимным расположеу| нием зерен абразива, характером его соединения, наличием пор| их формой и расположением. Структура в значительной степен\*\* влияет на производительность инструмента. Достаточное числом равномерно расположенных пор обеспечивает свободное прортс ранство для срезаемых зернами частичек камня. И наоборот, нЛ недостаточное число приводит к избыточному их заполнений! продуктами разрушения, в результате чего происходит «заса.лЩ ванне» инструмента и он теряет свою работоспособность, а пр|Ш изводительность процесса шлифования резко снижается.

Открытые структуры имеют в единице объема повышена, число крупных пор, формируются из крупных зерен абразива , применяются для грубой шлифовки, где происходит больший объем разрушения камня.

Средние структуры по сравнению с открытыми имеют в еди­нице объема меньшее число пор и применяются в основном при шлифовке.

- Плотные структуры имеют в единице объема большое число мелких пор, формируются из мелких зерен абразива и исполь­зуются для тонкой шлифовки и лощения.

Крепление абразивных кругов к планшайбе шпиндельной головки камнеобрабатывающего станка производится механи­ческим способом или приклеиванием полиэфирными клеями. Крепление абразивных брусков осуществляется вследствие дей­ствия центробежных сил, приводящих к самозаклиниванию бруска трапециевидной формы в направляющих планшайбы.

Алмазный шлифовальный инструмент выпускается в виде брусков АПС-2 или сборных плоских кругов АПС-2 либо в виде головок АГШГ и АГШЧ.

, Наибольшее применение получили сборные плоские круги АПС-2, изготавливаемые из природных алмазов (табл. 10.8). Каждый такой круг представляет собой корпус в виде диска из стали Ст45 с пазами на рабочем торце, в которые вставляются алмазосодержащие бруски от 4 до 10 шт в зависимости от диа­метра инструмента.

Алмазосодержащие броски изготавливаются на металличе­ских связках М1 и М50; назначение применения их аналогично рассмотренному в подразд. 8.3.

Шлифовальные головки АГШГ предназначены для грубой шлифовки, а АГШЧ — для шлифовки (табл. 10.9).

Сырьем для их изготовления служат синтетические алмазы.

Шлифовальные голдвки АГШГ1 предназначены для обра­ботки природного камня средней твердости с высотой неровно­стей лицевой поверхности до 1 мм, АГШГ2 — с высотой неров­ностей до 2 мм.

Шлифовальные головки АГШЧ1 предназначены для приме­нения на радиально-консольных станках, а АГШЧ2 — для при­менения на мостовых станках.

Т а б л и ц а 10.8

Основные параметры шлифовальных кругов АПС-2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наружный диаметр круга £>, мм | Диаметр отверстия й, мм | Толщина круга Я, мм | Число  алмазных  брусков | Масса алмазов, карат, при концентрации, % | | |
| 50 | 75 | 100 |
| 250 | 90 | 27 | 4 | 76,7 | 115,0 | 153,4 |
| 360 | 90 | 27 | 6 | 115,0 | 172,5 | 230,0 |
| 450 | 120 | 32 | 9 | 172,5 | 258,7 | 345,0 |
| 560 | 120 | 32 | 10 | 191,5 | 287,2 | 383,0 |

Основные параметры алмазных шлифовальных головок

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  инструмента | .  Наружный диаметр О, мм | •  Диаметр отверстия й, мм | Ширина бруска В, мм | Масса алмазов, карат, при концентрации, % | | |
| 50 | 100 | 150 |
| АГШГ1 | 160 | 80 | 10 | 39 |  |  |
| АГШГ2 | 160 | 80 | 10 | 47 |  | . |
| . АГШЧ1 | 160 | 80 | 10 | 39 | 79 | 118 |
| АГШГ1 | 250 | 80 | 10 | 79 |  |  |
| АГШГ2 | 250 | 80 | . 10 | 79 | 158 | 235 |
| АГШЧ1 | 250 | 80 | 10 | 96 |  |  |
| АГШГТ | 320 | 80 | 10 | 103 | . |  |
| АГШГ2 | 320 | 80 | 10 | 103 | 206 | 309 |
| -АГШЧ1 | 320 | 80 | 10 | 125 |  |  |
| АГШЧ2 | 320 | 80 | 10 | 103 | 206 | 309 |
| АГШГ1 | 450 | 80 | 10 | 178 |  |  |
| АГШГ2 | 450 | 80 | 10 | 178 | 355 | 533 |
| АГШЧ1 | 450 | 80 | 10 | 208 |  |  |
| АГШЧ2 | 450 | 80 | 10 | 178 | 355 | 533 ■; |

Полировальный инструмент подразделяется на войлочный или фетровые круги, работающие'полировальными порошкам\*^ пли суспензиями; жесткие полировальники, изготовленные из$ полирующих порошков на связках из синтетических смол, и ад-| мазные полировальные головки. ^

Войлочные круги представляют собой торцовый полировал^ ный инструмент диаметром 250—500 мм с центральным отве| стием. Войлочный круг наклеивается на металлическую армц туру в виде стального диска. Войлочный полировальник должеЙ иметь объемную массу до 0,4 г/м3, а структура его должна быГ однородной.

В качестве полировальных порошков применяются оксид! хрома, алюминия, олова или железа.

Таблица 10.10

Основные параметры алмазных полировальных головок АГП

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наружный диа­метр О, мм | Диаметр отвер­стия 4, мм | Ширина алмазо­носных элементов В, мм | Масса алмаэоод! карат, при ков^ центрации 100?4|  '. ','й |
| 160 | 50 | 14 | 19 1 |
| 250 | 84 | 22 | 38 |
| 320 | 112,5 | 22 | 51 .т |
| 450 | 180 | 22 | 88 . ■ Щ  ■ |

Для усиления полирующей способности порошков на их ос­нове приготавливаются полировальные суспензии. Так, скорость полировки увеличивается при добавке в оксид хрома в коли­чествах от 5 до 15% органических кислот (стеариновой, паль- метиновой и др.).

Жесткие полировальники получили широкое применение на конвейерных станках, характеризуются постоянством свойств и не требуют подачи полировального порошка или суспензии. Полировальники изготавливаются из. полировальных порошков, связанных фенолформальдегидной, бакелитовой или мочевино- формальдегидной смолами.

Алмазные полировальные головки АГП изготавливаются из синтетических алмазов на каучукосодержащих связках и кон­структивно сходны с шлифовальными головками АГШЧ (табл. 10.10).

1. технология фактурной обработки
2. Шлифовка-полировка облицовочных изделий из твердых пород природного камня

Щлифовка-полировка облицовочных изделий из природного- камня твердых пород является наиболее полным циклом абра­зивной фактурной обработки и состоит из 4—6 последовательно выполняемых операций.

Особенности шлифовки-полировки определяются качеством лицевой поверхности плит-за готовок (чистота поверхности, на­личие запилов, неплоскостность), физико-механическими и пет­рографическими свойствами природного камня, линейными раз­мерами плит-заготовок, типом шлифовального оборудования и абразивного инструмента.

Плиты распила укладываются на рабочий стол станка, ко­торый обычно футеруется технической резиной, с оптимальной загрузкой его рабочей площади. Укладке плит предшествует выбор наиболее качественной их лицевой поверхности. Укладка стола осуществляется плитами распила с одинаковым качест­вом лицевой поверхности и одинаковыми физико-механическими свойствами. Плиты укладываются так, чтобы их постель плотна прилегала к поверхности стола. При шлифовке на станках пор­тального типа плиты-заготовки укладываются на всю ширину рабочего стола, выравниваются шаблоном и деревянными кли­нышками. По высоте и по всему периметру плит подливают раствор гипса с шириной захвата не менее 10—15 см каждого линейного размера плиты. Пространство между плитами также заливают гипсовым раствором. Поверхность плит-заготовок, подлежащих обработке, должна находиться в строго гориэон-

тальной плоскости. Как правило, на шлифовку поступают плиты-заготовки с пиленой фактурой обработки, что обуслов­лено преобладающим способом распиловки твердых пород при­родного камня свободным абразивом на рамных распиловоч­ных станках.

Первой операцией шлифовки является обдир, который вы­полняется абразивным инструментом зернистостью 125—100 или алмазными брусками АПС-2 с зернистостью 630/500. После укладки стола и установки инструмента включается станок (вначале двигатель вращения шпинделя, а затем система ох­лаждения). Опуская шпиндель вручную, станочник (полиров­щик) вводит в соприкосновение инструмент с обрабатываемой поверхностью плиты и доводит давление инструмента до тре­буемой величины, контролируя его по манометру.

Первоначально снимают выпуклые места, которые опреде­ляются на каждой плите при ее укладке на стол с помощью линейки типа ШД. В процессе обработки станочник должен сле­дить за равномерным перемещением шлифовальника по поверх­ности и постепенным опусканием его по мере снятия верхнего слоя. Инструмент в процессе обработки не должен выходить за края плит более чем на 1/3 своего диаметра. Выравнивание по­верхности плиты прекращают, если неплоскостность не превы­шает 2 мм на 1 м. При большей неплоскостности выравнивание следует продолжить.

По окончании выравнивания плоскости плит приступают не- посредственно к операции обдира, которая выполняется в ав- том этическом режиме по всей обрабатываемой поверхности ; плиты. В процессе обдира необходимо устранить следы • распиловки на поверхности плит. При необходимости, в слу- |

Т а б л и ц а 10.11 1$

Рекомендуемый инструмент и рациональные режимы шлнфовки-полнровшШ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Опера- | Рекомендуемый инструмент ■\*’“ X]  " і | | |  |
| цня | абразивный | из природных алмазов  V | ив ситгГетнческих 4 алмазов ^ |  |
| Обдир  Шли­  фовка  Лощение  Поли­  ровка | Связанным шлифо- вальником с зер­нистости) 160—100 То же, с зерни­стостью 50—6 То же, с зерни­стостью М40—М7 Войлочные (фетро­вые) круги с окисью хрома | Торцовый сборный круг АПС-2, А800/630, 50%, М50  То же, А160/125, 50%, М50 То же, А63/50, 75%, М50 | —  Шлифовальная голоси ка АГШ, АСК Щ 315/250, 50 % Ж : ■:Щ То же, АСК ЮО/80Л 5о%, ж  То же, АС04, 150  мз  Полировальная ; алмазная голорюИ АСМ 40/28, 75 %, РД | |

чаях отдельных глубоких запилов, переходят на ручное уп­равление станком и обрабатывают эти места более длительное время.

Станочник' должен периодически контролировать качество поверхности, останавливая станок и осматривая плиты. Закон­чив операцию обдира, необходимо поднять шпиндель станка, а затем отключить автоматический режим, привод вращения шпинделя и систему охлаждения. После замены шлифовального, инструмента и промывки обработанной поверхности водой из шланга вновь запускают станок в работу в автоматическом ре­жиме и выполняют в той же последовательности все вышеопи­санные операции.

Операция шлифовки считается законченной после полного устранения с обрабатываемой поверхности следов предыдущего инструмента и получения однородной фактуры примерно 6-го класса шероховатости по ГОСТ 2789—73.

Операция лощения выполняется До получения однородной матовой поверхности с шероховатостью, соответствующей 8-му классу по ГОСТ 2789—73.

Режимы обработки зависят от физико-механических свойств камня и характеристики инструмента. Они должны практиче­ски отрабатываться для каждого вида природного камня н при­меняемого инструмента в производственных условиях и опреде­ляться технологической картой обработки.

Усредненные режимы обработки гранитов, рекомендуемые лабораторией декоративного камня, для работы на мостовых станках приведены в табл. 10.11.

По окончании операции лощения переходят к полировке, предварительно очистив поверхность плит от шлама и воды.

гранита

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Окружная скорость | Скорость подачи, м/мнк | | Давление | Расход воды. |
|  | вращения инстру­мента. м/»“ | каретки | моста  (портала) | на изделие, МПа | л/мии |
|  | 13—17' | 1—2 | 3—4 | 0(3-™0\*4 | 8—10 |
|  | 13—17 | 3—4 | 3—4 | 0,3—0,4 | 6—8 |
|  | 13—17 | 3^4 | 3—4 | 0,1—0,2 | 00  1  со |
|  | 8—10 | 3—4 | 3—4 | 0,2—0,3 | 8—10  (для алмазной головки) |

/

Рекомендуемый инструмент и рациональные режимы щлифовки-полировк«

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Рекомендуемый инструмент | | |
| Операция | из природных алмазов | | из синтетических алмазов |
| Грубая  шлифовка  Средняя  шлифовка  Лощение  Полировка | Торцовые сборные круги АПС-2 А630/500,50%, М1 То же, А100/80, 50%, М1 | | Шлифовальные головки АГШ, АСК  315/250, 50%, М3  То же, АСК 100/80, 50%, М3 |
| То | же, АМ40/28, 100%, М1 | То же, АС04, 150%, М3 Полировальные головки АГП, АСМ 40/28, 100%, Р1 , |

При использовании , жестких полировальников харак­тер технологического процесса аналогичен операции шли­фовки и отличаете# лишь, менее интенсивными 'режимами\* обра­ботки.

При использовании для полировки войлочных кругов и по­лировальных порошков рекомендуется следующий порядок ра­боты. После укрепления войлочного круга последний смачи­вается водой, обрабатываемая поверхность плит увлажняется и посыпается полировальным порошком. После этого включают станок и опускают инструмент на обрабатываемую поверхность, задается нормативное давление на плиту и станок переключа­ется на автоматический режим.. В процессе полировки необхо­димо периодически увлажнять поверхность плит и не допускать задержку шпинделя с кругом на одном месте, предотвращая тем самым нагрев плит и сгорание полировального порошка, приводящих к прижогу плиты.

При полировке необходимо следить за равномерной пода­чей полировального порошка, так как при избытке рго войлок ный круг будет «салить» поверхность плиты, а при недостатку изделие не приобретет требуемого глянца. И в том и другом случае производительность полировки СНИЗИТСЯ.

Станочник в процессе полировки должен производить стоянный визуальный контроль за качеством обработки (равн<1 мерностью и качеством глянца, отсутствием недоработаннщ участков и прижогов). При обнаружении дефектов плйт| должна дорабатываться до требуемого качества; если, есть 'вй обходимость, производится повторная шлифовка и накатЩ глянца. ' ^

Наиболее прогрессивным способом полировки является и« лировка жесткими полировальниками. ? ^

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Окружная ско­рость вращения инструмента, м/с | Скорость подачи, м/мин | | Давление на изде­лие, МПа | Расход воды, л/ынн |
| каретки | моста |
|  | 13—17 | 3—4 | 4 | 0,08—0,1 | 0  1 |
|  | 13—17 - | 4—6 | 4—6 | 0,08—0,1 | 10—12 |
|  | 13—17 | 4—6 | 4—6 | 0,05-0,07 | 10—12 |
|  | 8—12 | 2—3 | 3—4 | 0,08—0,1 | 8—10 |

1. Шлнфовка-полировка облицовочных изделий из мрамора

В отличие от шлифовки-полировки твердых пород приход­ного камня абразивная фактурная обработка мрамора и ана­логичных видов камня осуществляется после операции окан­товки на конвейерных станках или на мостовых станках кас­сетным методом. Благодаря более высокому качеству лицевой поверхности плит-заготовок после распиловки операция грубой шлифовки, как правило, не выполняется, а процесс начинается непосредственно со^ шлифовки.

Абразивная фактурная обработка окантованных изделий из ' мрамора выполняется вследствие того, что природный камень ■средней твердости не требует таких высоких давлений, как твердые породы, в результате чего сколов кромок и углов при шлифовке не происходит. Это позволяет исключить дополни­тельные материальные и трудовые затраты на обработку не­окантованных участков поверхности, впоследствии превращаю­щихся в окол.

В связи с тем, что окантованные мраморное плиты имеют незначительные размерц и индивидуальная обработка каждой плиты ведет к снижению производительности труда при их об­работке на мостовых станках, мраморные плиты формируются в кассеты. 1Сассеты в зависимости от условий производства имеют различные конструкции и изготавливаются в заводских условиях.

В общем виде кассета представляет собой металлическую сварную раму с поперечными связями и четырьями строповом^ ными петлями, на дно которой укладывается деревянный на­стил. Плиты в кассету укладываются непосредственно на на­стил или же на гипсовый раствор. При укладке плиты вырав­

ниваются по высоте (толщине), лицевая поверхность плит должна находиться на одном уровне. Уложенные плиты раскли­ниваются для предотвращения их смещения в процессе обра­ботки.

Сформированные кассеты кранбалкой подаются на стол станка.

После укладки кассеты на стол выполняются те же опера­ции, что и при шлифовке-полировке твердых пород. Рекомен­дуемые режимы обработки приведены в табл. 10.12.

Абразивная фактурная обработка мраморов производится в основном алмазным инструментом. При полировке полиро­вальными порошками применяется оксид алюминия, имеющий белый цвет, так как цветные полировальные порошки окраши­вают мрамор и нарушают его декоративность.

Абразивная фактурная обработка на конвейерных станках благодаря высокой механизации и автоматизации предельно упрощена. В зависимости от качества исходной поверхности на операции грубой и средней шлифовки используют 1—2 головки, тонкой шлифовки — 2, полировки — 2. Иногда для улучшения качества полировки на последней рабочей головке устанавли­вают войлочный круг. При обработке на станке СМР-ОЬб, не имеющем автоматической системы опускания — подъема ин­струмента рабочих головок, требуется предварительная калиб­ровка плит по толщине. Плиты в этом, случае укладываются вплотную друг за другом без интервалов. Скорость рабочей по­дачи конвейера составляет 1и5—2,5 м/мин.

П. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБРАБОТКИ КАМНЯ

1. ШЛАМОВОЕ ХОЗЯЙСТВО И ОБОРОТНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Расход воды на охлаждение камнеобрабатывающего инстру­мента принимается по техническим характеристикам оборудо­вания. Например, на распиловочный станок—48 м3/ч воды с напором 60 м и содержанием взвесей не более 2000 мг/л; для шлифовально-полировочных станков —7,5 м3/ч с напором 3 м и содержанием взвесей не более 500 мг/л при крупности взве­шенных частиц не более 0,01 мм; для обрезных станков расход составляет 1,5 м3/ч, напор 30 м, содержание взвесей не более 300 мг/л. При отсутствии технических характеристик оборудо­вания ориентировочный расход воды можно определить из табл. 11.1.

Для обработки камня следует выдерживать соответствую­щие нормы по качеству воды.

Содержание твердых частиц в воде, мг/л

Распиловка свободным абразивом 2000

Распиловка алмазным инструментом 500

Окантовка-раскрой , ■ 500

Шлифовка-полировка 300

Максимально допустимая крупность частиц в оборотной воде — 50 мкм, для полировки—10 мкм.

1. Система производственного водоснабжения и гидротранспорт шлама

Система производственного водоснабжения, включающая гидротранспорт шламов, как правило, должна быть оборотной с возвратом воды на производство.

Производственные стоки, поступающие от технологического- оборуфвания, загрязнены веществами исключительно мине­рального происхождения довольно значительно. Поэтому наи­более целесообразным и эффективным является метод отстаи­вания. Шламоотстойники могут применяться как закрытого, так и открытого типов с повторным использованием осветленной воды для технологических нужд. Прямоточная система водо-

снабжения может применяться как исключение, при соответ­ствующем обосновании и согласовании с органами санитарного надзора, Управлениями Министерства мелиорации и водного хозяйства и Министерства рыбного хозяйства.

Нормы расхода воды, м3/ч

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Инструмент | Норма |
| Тип станка | для подсчета |
| Распиловочный | Штрипс | Стальной со свободным | 0,02 |
| рамный | абразивом |  |
| То же | » | Алмазный | 0,5 |
| Распиловочный | Диаметр обрезного кру- |  | 0,18 |
| многодисковый | га 100 мм |  |  |
| Раскройный | Диаметр обрезного кру­га 100 мм | » | 0,18 |
| Шлифовально- | Круг сборный плоский АПС-2; терморезак | Алмазный; термоструй- | 2,4 |
| полировочный | ный керосинно-кисло­родный | 0,02 |
|  |

Наиболее эффективной является следующая схема оборот­ного водоснабжения и шламового хозяйства. Шламосодержа-. щие стоки от технологического оборудования отводятся в зумпф : пульпонасосной станции, размещенной в производственном кор­пусе. Пульпонасосная станция перекачивает стоки в шламоотт ; стойник, где происходит осветление и очистка пульпы ОТ ВЗВвг ^ сей. Осветленная вода поступает в резервуары, из которых за-1 бирается насосной станцией оборотного водоснабжения, й| подается в производственный корпус к технологическому обору-т| дованию (рис. 11.1).

Внутрицеховая часть системы гидротранспорта шламов ре-^ шается самотеком по лоткам, прокладываемым в каналах Ц| тоннелях производственного корпуса. Рекомендуемые глубин! каналов, считая от отметки пола цеха, составляют менее 2 м^| тоннелей — более 2 м. При проектировании тоннелей необх<>^| димо предусматривать гидравлический смыв, освещение и есте^ ственную вентиляцию. Необходимая ширина лотков рассчитш| вается исходя из условий обеспечения незаиляющей скоростш

Рйс. 11.1. Схема расположения ©\* рудования оборотного водоенабже^ ния:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
| 7^ | -f-r | V- |

O-txiJ

L"2: '

7

*-X*

1 — самотечные лотки; 2 — зумпф пул по-насосной станции; 3 — шламоотсто! ник; 4 — резервуары осветленной вол

Т а б л и ц а 11,2

Минимальные размеры лотков, каналов и тоннелей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Глубина заложе­ния лотка, мм | Радиус лотка в канале или тоннеле, мм | Ширина канала или тоннеля, мм | Минимальный уклон, % |
| <700 | 50—75 | 400 | 0,03—0,05 |
| 700—1200 | 75—100 | 700 | 0,03—0,05 |
| 1200—2000 | 100—125 | 1000 | 0,03—0,05 |
| >2000 ■ | 100—125 | 1200 | 0,03—0,05 |

потока и транспортирования гидросмеси во взвешенном состоя­нии. Углы наклона лотков фундаментов оборудования должны быть не менее 0,07±0,1, а в магистральных каналах и тонне­лях принимаются в пределах 0,03^0\*05. Лотки футеруются по­ловинами стальных труб. Лотки глубиной до 2 м прокладыва­ются в каналах, а свыше 2 м — в проходных тоннелях,. Каналы перекрываются съемными секционными решетками с прорезями 6 мм, масса каждой секции не более 30 кг. Скорость движения стоков по лоткам должна быть не, менее 1,2 м/с. Если такая скорость не обеспечивается, то необходимо предусматривать гидропобуждение. Повороты лотков выполняются радиусом более пятйкрат ширины лотка, а сопряжение лотков — ради­усом более 2 м.

Минимальные размеры лотков, каналов и тоннелей приве­дены в табл. 11.2.

Для смыва лотков в тоннелях должны предусматриваться поливочные краны через каждые 30 м по длине тоннеля. Под­вод воды к поливочным кранам осуществляется отдельным тру­бопроводом от сети гидропобуждения. При этом напор обо­ротной воды в магистралях должен быть не менее 20 м, а рас­ход на один кран — от 1,5 до 2 л/с.

Гидротранспорт пульпы ш зумпфов или пульпосборников до шламохранилищ или очистных сооружений зависит от местных условий проектируемого объекта и может быть как напорным, так и самотечным. Наружная часть напорной системы выпол­няется из стальных труб расчетного диаметра. Прокладывается две нити трубопровода, одна из которых является резервной. В производственных цехах пульпопроводы прокладываются по колоннам, а снаружи — на опорах с отметкой 6 м. При проек­тировании напорного гидротранспорта пульпонасосные стан­ции рекомендуется размещать внутри главного производствен­ного корпуса. Пульпонасосная станция предназначена доя перекачки шламосодержащих стоков из зумпфа в корпус шламо\* вого хозяйства. Размеры зумпфа выбирают по объему его ра­бочей части, исходя из 10-минутной подачи рабочего насЬса. При этом минимальный уровень-пульпы в зумпфе должен быть

на 1 м выше отметки верха всасывающего патрубка насоса. Пульпонасосная станция оборудуется тремя насосами. Один агрегат —рабочий, один — резервный, один — ремонтный. Если в станции более трех рабочих насосов, то предусматривают два резервных. Насосы устанавливаются под заливом. На под­водах к насосам устанавливаются вентили с электромагнит­ным приводом. Для взмучивания осадка в зумпфе подводится вода от производственного водопровода. В пульпонасосной стан­ции устанавливается самовсасывающий насос для откачки воды из- дренажного приямка.

П.1.2. Выбор схемы очистки производственных стоков

Получение оборотной воды для повторного использования на производстве с содержанием взвешенных частиц не более 2000 мг/л из производственных стоков камнеобрабатывающих заводов производится путем отстоя пульпы в хвостохранили- : щах, шламонакопителях или отстойниках. При использовании1 гашеной извести при распиловке блоков'и повторном исполь-, зовании воды с содержанием извести для шлифовки и поли- ■ ровки изделий необходимо предусматривать контроль pH этой! воды и ее подкисление. -1

Для получения оборотной воды с содержанием веществ до ; 300 мг/л и крупностью частиц до 0,10 мм рекомендуется сле-| дующая схема очистки: л

выделение частиц более 0,11 мм на сгустительных уставов-1 ках (сгустители и сгустительные воронки, гидроциклоны) и спи-1 ральных классификаторах; -щ

отстаивание слива сгустителей и классификаторов в гори-| зонтальных отстойниках с применением коагулянтов и поли-|] акриламида; щ

фильтрация отстойной воды на скорых фильтрах; 1

отстойники должны устраиваться многосекционными, с уст\*| ройством не менее одной резервной, секции. " ' Ш

Расчет отстойников и фильтгУов производится по СНиЩ II—31—74. . '#

Опорожнение от шламов секций горизонтальных отстойн#! ков можно осуществлять следующими способами. Щ

\* Отстойники предварительного отбора крупных шламов можнщ чистить грейферными и навесными скреперными ковшами. Пр®| использовании навесных скреперов целесообразно строителей ство наклонной эстакады с настилом, по которому навесйьй[ скрепера подают шламы со дна отстойника к точкам, располЗИ женным в верхней части эстакады. Шламы через отсеки поддав ются в шламоводы и выводятся в местах складирования ест|Я ственного образования шламов, согласованные с санитарно-эп™ демиологической станцией (СЭС). Я

Отстойники с предварительным отбором крупных щламов можно чистить грунтовыми насосами с гидротранспортом шла­мовой пульпы в шламонакопители или на площадки для обез­воживания, согласовав с СЭС.

При наличии свободных территорий следует отдавать пред­почтение строительству хвостохранилищ и шламонакопителей, рассчитанных на осветление промышленных стоков до мутно­стей, позволяющих использовать осветленную воду без до­очистки на фильтровальных станциях.

1. Расчет шламоотстойника

Исходя из требований, предъявляемых к качеству оборот­ной воды, очистку шламосодержащих стоков производят в шла- моотстойнике в 2 этапа.

I этап — осветление всего объема стоков, поступающих от производственного корпуса, в первичном отстойнике до содер­жания взвесей не более 2000 мг/л. Осветленная вода в первич­ном отстойнике поступает в резервуар № I, откуда одна часть ее в количестве, необходимом для распиловочных станков, по­дается в производственный корпус, а другая часть в количе­стве, необходимом для шлифовально-полировальных и обрез­ного станков, подается во вторичный отстойник для до­очистки (рис. 11.2).

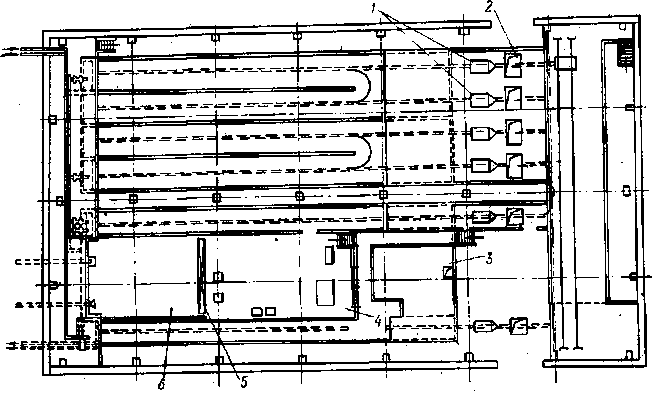


Рис. 11.2. Схема шламоотстойника:

/-ковш скреперной установки; г —разгрузочные окна; 3 и 6 - резервуар осмтлен- ной воды соответственно № 1 г№ 2; 4 -дасосная станция оборотного водоснабжения, 5 — подвесная ручная кран-балка

II этап — доочистка осветленной воды во вторичном отстой­нике до содержания взвесей не более 300 мг/л при крупности частиц не более 0,01 мм.

Необходимый эффект задержания твердых частиц в первич­ном отстойнике

э= 100 (А-А&А, , (11.1)

где Л—общая концентрация нерастворенных веществ, посту­пающих в отстойник, в сточных водах, мг/л; Лу — допустимая концентрация взвесей в осветленной воде, мг/л.

Так как требуемый эффект очистки в первичном отстойнике невелик, принимаем наибольшую гидравлическую крупность частиц, задерживаемых в отстойнике, в пределах #о=0,6 мм/с, что соответствует мутным водам, содержащим более 250 мг/л взвешенных веществ. При этом эффект очистки в отстойнике будет составлять 76 %.

Площадь отстойника

/г —а?п/(3,6#о), (Ц,2) где — расход пульпы, м3/ч;

а-\_. .\*о

<11.3)

И0 — иср/30

Уг,р=кИ0\ /г — 7,5.

Ширина отстойника

£ = 9п/(3,6оср//Л0, (П.4)

где //=2,5 м — средняя глубина зоны осаждения, N — число от­стойников.

Длина отстойника

*L = F/(BN).*

(11.5)

Расчет вторичного отстойника проводим аналогично первому с учетом гидравлической крупности и расхода пульпы. На рис. 11.2 показана схема наиболее типичного шламоотстойника, который конструктивно представляет собой сооружение, состоя­щее из двух отделений; первичного отстойника, имеющего две секции, и вторичного отстойника, имеющего две секции с двумя: коридорами каждая, которые соединены между собой водо-4 сливными порогами, выходящими на одной отметке в водоотвб- дящий канал. Осветленная вода из первичного отстойника че- рез водоприемные окна, оборудованные плоскими щитовыми^ затворами (шиберами), поступает в резервуар № 1. Очищен-- ная вода из вторичного отстойника по отводящему каналу по - • ступает в резервуар № 2. Перед началом работы завода одна\*

из секций первичного отстойника, одна секция вторичного от­стойника и резервуары осветленной воды должны быть запол­нены чистой водой до отметки водосливных порогов.

При работе завода рабочие секции используются для накоп­ления шлама, а резервные очищаются от шлама и служат хра­нилищами чистой воды. После заполнения шламом рабочей секции поток пульпы направляется в резервные секции.

При такой схеме обеспечивается бесперебойная работа шла- моотстойника, исключается устройство аварийного пульпо- сброса и отпадает необходимость наполнения каждого отделе­ния чистой водой.

Шламоотстойник размещается в корпусе шламового хозяй­ства; там же размещаются резервуары осветленной воды и на­сосная станция оборотного водоснабжения.

Резервуар осветленной воды № 1 используется для хране­ния воды, поступающей из первичного отстойника. Резервуар имеет два водоприемных окна, оборудованных плоскими щито­выми затворами (шиберами). Для обслуживания шиберов пре­дусмотрены площадки. Опорожнение резервуара осуществля­ется через грязевую трубу и мокрый колодец с последующей откачкой передвижным самовсасывающим насосом в канализа­цию. Резервуар осветленной воды № 2 используется для хра­нения воды, поступающей из вторичного отстойника. В этом резервуаре хранится также запас воды для наружного пожаро­тушения. Для забора воды при пожаротушении предусмотрен колодец с задвижкой и мокрый колодец. Неприкосновенность .противопожарного запаса воды обеспечивается автоматическим отключением насосов, забирающих воду из резервуара № 2, при понижении уровня воды в нем до минимального. Полное опорожнение резервуара осуществляется через грязевую трубу в мокрый колодец с последующей откачкой передвижным са­мовсасывающим насосом в канализацию.

Насосная станция оборотного водоснабжения предназначена для забора осветленной воды из резервуаров № 1, и № 2 и по­дачи ее в производственный корпус к технологическому обору­дованию.

В' насосной устанавливаются два консольных насоса марки 4К: один агрегат рабочий, второй резервный, насосы перека­чивают осветленную воду из резервуара № 1 в производствен­ный корпус к распиловочным станкам. Два насоса марки 2 К перекачивают воду из резервуара осветленной воды N5 2 в про­изводственный корпус к шлифоёально-полировальным и обрез­ным станкам. Два насоса марки 2К перекачивают воду ИЗ резервуара № 1 на вторичный отстойник.

Кроме основного оборудования, в насосной станции оборот­ного водоснабжения предусматривается передвижной самовса­сывающий насос для откачки воды из дренажного приямка.

Этот насос может быть использован также для перекачки воды из мокрых колодцев в канализацию.

Для монтажа и демонтажа оборудования предусматривается ручная подвесная кран-балка грузоподъемностью 0,5 т с руч­ной талью. Очистка щлцма в рассматриваемой схеме произво­дится из отстойника канатно-скреперной установкой. Вмести­мость ковша скрепера определяется исходя из'объема отстой­ника. Скреперная установка состоит из скреперного бездонного ковша СП-1 и скреперной лебедки, стальных канатов и блоков. Для удобства работы скрепера торцевые стенки шламоотстой- ника имеют уклон 30°, что обеспечивает полную очистку сек­ций. Разгрузка шлама производится через разгрузочные окна, предусмотренные в торцевых стенках шламоотстойника на вы­соте 3,6, м от уровня пола. Под разгрузочными окнами преду­сматривается проезд для автосамосвалов\* которыми осуще­ствляется вывозка шлама- на отвалы.

1. Система водоснабжения

На промплощадке закладываются следующие системы во­доснабжения: оборотная; хозяйственно-питьевая; производст­венно-противопожарная.

Оборотная система водоснабжения была рассмотрена выше. Хозяйственно-питьевая система водоснабжения обеспечивает во­дой хозяйственно-питьевые и душевые нужды, а также внутрен­нее пожаротушение предприятия.

- Потребный пьезометрический напор Я на заводе на пром- , площадке складывается из следующих величин:

Я = Л1 + Аа + й а,

где — требуемый напор на вводе в бытовые помещения, м; ;] Лг —потери напора во внутриплощадочной сети, включая по-| тер и на преодоление местных сопротивлений и потери на вводе! на промплощадку, м; — геометрическая разность отметок! земли у ввода на промплощадку и ввода в бытовые помещения\*!

Питание внутриплощадочной сети питьевого водопровода» | проектируется по одному вводу от источника водоснабжение! Система водопровода принимается низкого давления. На пром4 площадке проектируется тупиковая сеть из чугунных водопро-Д водных труб, укладываемых на глубину 1,8 м до верха грубый! В качестве источника водоснабжения могут использоваться арЩ тезианекие скважины или система городского промышленнор|Я водоснабжения. ;Я

1. ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ‘Я

При проектировании электроснабжении и электроосвещения» кроме приведенных в настоящем разделе указаний следует рйЯ ководствоваться Правилами технической эксплуатации для предприятий, разрабатывающих месторождения открытым спо­собом, Едиными правилами безопасности при разработке по­лезных ископаемых открытым способом, Правилами пользова­ния электроэнергией промышленными потребителями, Указа­ниями по проектированию электроснабжения промышленных предприятий, Инструктивными указаниями по проектированию электротехнических промышленных установок Тяжпромэлектро- проекта, Руководящими указаниями по проектированию и экс­плуатации линий электропередач и распределительных уст­ройств переменного тока 3—500 кВ, расположенных в районах с загрязненной атмосферой, а также Строительными нормами и правилами,.

1. Выбор напряжения внешнего электроснабжения камнеобрабатывающих заводов

При проектировании электроснабжения промышленных ’предприятий в первую очередь решается вопрос выбора источ­ника электроснабжения, напряжения и трассы линий электро­передачи от источника к промышленной площадке, их кон­структивного исполнения, числа, мощности и расположения понижающей подстанции, напряжения и способа выполнения распределительной сети, на территории камнеобрабатывающего завода. Напряжение сетей внешнего электроснабжения уста­навливается в зависимости от технических условий энергоси­стемы на подключение, мощности предприятия, удаленности его от источника питания и т. п. При этом учитывается харак­тер нагрузки, мощность электродвигателей и их напряжение. Если есть возможность получить от источника питания элект­роэнергию при двух или более напряжениях, то выбирают такое напряжение, которое является приоритетным при сравнении техн и ко-экономических вариантов. В основу технико-экономиче­ских расчетов положены две принципиальные схемы электро­снабжения промышленных предприятий: от районной подстан­ции (РПС) без промежуточной трансформации исходя из на­личия на РПС свободной мощности на сравниваемых напряже­ниях; от РПС с установкой на ней трансформаторов или авто­трансформаторов с учетом в ней доли затрат и стоимости по­терь ПО коэффициенту, определяемому как соотношение 5и/5р, где 5И — мощность трансформатора на главной понижающей подстанции завода и 5Р — мощность трансформаторов на РПС. Для внешнего электроснабжения можно рассматривать напря­жения 35, ПО, 150, 220 и 330 кВ, Для распределительной сети камнеобрабатывающего завода—10 кВ. При проектировании следует также рассматривать 6 и 10 кВ, а также 660 В в сочета­нии с другими напряжениями. Решение о выборе напряжения

для распределительной сети завода принимается на основе тех­нико-экономического анализа. ’

Капитальные затраты необходимо устанавливать согласно Укрупненным показателям стоимости элементов электроснаб­жения промышленных предприятий для технико-экономических обоснований, а также по Сборнику нормативов удельных капи­таловложений в строительстве понижающих электрических подстанций 35—500 кВ.

1. Определение электрических нагрузок

Определение ожидаемых электрических нагрузок для кам­необрабатывающих заводов является основой для рациональ­ного решения всего сложного комплекса электроснабжения предприятия.

Расчет электрических нагрузок силовых электроприемников проводят методом «упорядоченных диаграмм», называемым также в проектной практике «коэффициентом максимума». Для отдельных^ видов производства, имеющих установившийся и стабильный уровень технологических процессов, широко приме­няется также метод «коэффициента спроса». Метод коэффици­ента максимума разработан применительно к трехфазным электроприемникам. При наличии нагрузки однофазных элект­ропотребителей следует приводить их мощность к условной трех­фазной мощности Риг- Все результаты расчетов сводятся в табл.

1. которая используется как для расчета нагрузок по отдельным узлам сети, так и для шин трансформаторных под­станций.

В графу 2 в соответствий со схемой питания записыва­ются:

наименование узла, для которого производится определение электрических нагрузок;

Таблица 11.3

Расчет электрических нагрузок по отдельным узлам сети

С

*%*

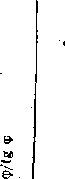
I

2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Установленная мощность, лриве- | |  |
| Число | денная | к ПВ = |  |
| = 100%, кВт | | с |
| электро- |  |  | X |
| потреби- |  |  | 0. |
| телей |  |  |  |
| (рабочих,  резервных) | одного  ЭП | общая | «о  в |
|  | (макси- | (рабочих, | X |
| I | мальная) | резерв- |  |
|  | Р | ных) | II |
|  | н шах |  | о. |

Наименование узлов питания и групп элек- троприемников

3 | 4 | 5 | 6



О

8

наименование групп ЭП одного режима работы, каждый многодвигательный агрегат считается как один ЭП; в строке с наименованием такого агрегата необходимо записывать число и мощность двигателей, входящих в его состав.

При наличии однофазных ЭП дается их перечень с указа­нием ПВ и номинального напряжения,

В графу 7 заносятся значения индивидуальных коэффициен­тов'использования ку1, и, а также величина группового Аи.г. Ко­эффициент максимума Ам определяется по таблицам или кривым.

Табл. 11.3 применяется для расчета электрических нагрузок электропотребителей постоянного тока (при этом графы 8, 10, 14, 15 не заполняются).

1. Электрическое освещение

В некоторых случаях мощность осветительных электропо­требителей может быть незаданной. При этом суммарная мощ­ность осветительных ЭП может определяться для участков, це­хов и производственных корпусов то методу удельной плотно­сти нагрузки

*Ро=Р*уд*Р >*

где Руд — удельная плотность нагрузки освещения, кВт/м2; Р— площадь рассматриваемого субъекта, м2.

Результаты расчета электрических нагрузок освещения зано­сятся в табл. 11.4.

Потери напряжения в выбранной схеме электроосвещения не должны превышать 8 %, а при установке люминесцентных

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Средняя нагрузка за максимально загруженную смену | | |
| ^см |  | ^см = |
| = \* | — | ^см ^ 41 с“\* |
| X К1 |  | «и. с |
| 9 | 10 | |

Эффек­

тивное

число

электро\*

потреби-

тел

а!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Максимальная  нагрузка | | | |
|  | О |  |  |
|  |  |  | <м £ |
|  | О\* |  | + |
| Ї | ! |  | о) 3 |
| а. |  |  | й. |
| % | СУ | > | |
| II | II |  | її |
| оТ | я  СУ |  |  |
| 13 | 14 | 15 | |

й \*

Расчетный

ток

І

§

Я

VI

16

17

**Расчет электрических нагрузок потребителей постоянного тока**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Местополо­жение осве- | Размены | |  |  | Число | Номнналь | |
|  |  |  | Тип | Расстояние между све­тильниками а, м | светиль\* |  |  |
| £  а | тнтельной установки | Ь, м | Ь, м | светиль­  ника | П — —  а |  | Ъ»‘  1 |
| I | 1 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | в | 9 |

Примечание. С, Ь — соответственно длина и ширина освещаемой поверхности, м; водников, м/Ом-мм\*; Ял ~ расчетная активная мощность светильников; 1„ — длина мощность, кВ А. к

ламп 10 %. При расчете осветительной, нагрузки необходимо учитывать к. п. д. осветительной сети (т^о. С —0,95).

Нормы освещенности цехов камнеобрабатывающего завода следует применять по данным, приведенным в табл. 11.5.

1. **ВНУТРИЗАВОДСКОЙ ТРАНСПОРТ**
2. **Подъемно-транспортные машины и приспособления**

На камнеобрабатывающих предприятиях производятся тех­нологические операции с перемещением грузов с большим дна-, пазоном масс и расстояний перемещения. Применительно к массе грузов, расстояниям и направлениям их перемещения для разных технологических операций выбираются соответст­вующие подъемно-транспортные машины и приспособления.

В зависимости от мощности предприятия, вида перерабаты­ваемых пород, расположения производственных и вспомогатель­ных цехов на камнеобрабатывающих предприятиях применя­ется несколько типов машин и схем транспортирования грузов. Подъемно-транспортные машины и приспособления могут быть как общего, так и специального назначения.

Таблица 11,5 **Норма освещенности, лк**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Помещение | "Лампы на­каливания | Люминес­  центные  лампы |
| Склад сырья | 30 | 100 |
| Распиловочный цех |  | 150 |
| Шлифовально-полировочный цех | \* | 150 |
| Цех ширпотреба |  | 150 |
| Склад готовой продукции | 30 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Аппарат  питания | с = уин- 10“5 |  | ев № £ \* |
|  | С ОБ Ч> |  | ЧСв | ^с^св'“3 Ф | (трансфор­  матор) | С‘Аа |
| 1 10 | | 11 | 12 |  | 14 | 15 | іб | 17 |

т| — энергетический к, п. д. светильника; ,у — удельная проводимость материала про- кабеля, м; ДV — потеря напряжения, %; д — сечение жил кабеля, мм; 5 — полная

Транспортирование блоков в рабочее пространство распило­вочных станков и распиленных блоков из них осуществляется станочными тележками, В зависимости от типов распиловоч­ных станков грузоподъемность станочных тележек составляет 20—60 т. Перемещение станочных тележек осуществляется по рельсовому пути при помощи лебедок. Погрузка блоков на ста­ночные тележки производится кранами.

Одной из рациональных схем подачи крупных блоков на распиловку является транспортирование их станочными тележ­ками непосредственно со склада сырья, с использованием пере­даточной тележки (электролафета). Передаточная тележка пе­ремещается вдоль фронта распиловочных станков по рельсовому пути и позволяет обслуживать до 30 штрипсовых станков, ра­ботающих с дробью, или до 10 алмазно-штрипсовых и дисковых станков, обрабатывающих средне- и низкопрочные породы. Гру­зоподъемность передаточной тележки должна быть не менее 40 т. Применение указанной схемы транспортирования блоков в рабочее пространство распиловочных станков позволяет пред­варительно подготавливать ставки блоков, в результате чего снижаются простои распиловочных станков в процессе грузооб­менных операций. При работе камнеобрабатывающих цехов без передаточной тележки загрузка станочных тележек про­изводится либо непосредственно в цехе мостовыми или стрело­выми кранами, либо за пределами цеха перед подачей тележки в распиловочный станок,-

Число станочных тележек

/2т — Пет +

Гф, С + ту с  
Гр. б

*пС7к<\*,

(11.6)

где /іст — число работающих станков; Тф. с— продолжительность формирования ставки блоков, ч (при выравнивании постелей блоков и формировании ставки из двух-трех блоков Тф. с = = 115-г2 ч); Гр. с —время передачи тележки на разборочный пункт и разборки ставки, ч; ГР. б — среднее время распиловки

крТб1РГаГп0Ий^о^ТР0П0ГРУЗЧИК'МИ- ™-овымиРТкИрРаУ„ами

пран салками. При этом плиты укладываются на поялпны „ Р“°нт„альном положении с деревянными подкладками между ними или в кассеты в наклонном положении. Перемещение плит

бочиГ?толыИХпИПмОЛИР°ВКИ И окантовки и укладка\*их на ра- наГи и 1п»и к» . х^Танков осуществляется мостовыми кра- т! гп™1&Связующим звеном между рабочим орга- рузоподъемной машины и грузом являются тросовые ИЛИ

Ц БалмСТР0ПЫ С ПЛ0СКИМИ Г-образными захХымРи звеньями столы' я\* “вершеннь1ми при перемещении, укладке нарабочие и I с НИХ обли«°вочных плит являются грузозахват- иые устройства с вакуумным захватом.

ЦДЛЯ ДОСТИЖеНИЯ ПОСТОЯННОЙ ПОДаЧИ ПЛИТ-ЗаГОТОВОК ППИ «гпн-

Г”Г°И обРаботке плит Применяются манипуляторы опроки-

тооГтва пГ' Р°ЛЬГаНГИ “ Другие подъемУ„о.трРан'спорРтные

устройства. Принтом станочная тележка с распиленной став-

лятораР Плит1ГзаготпеЖК°Й "одается в 30НУ Действия манипу- жж™ра’ 11лить,'заг0т°вки с распиловочной тележки снимаются =УЛЯТ0Р0М и переносятся на опрокидывающийся стол или

сТ=еХСИГГЩИМСЯ СТ°Л0М- 0пР0™Д“вающийся стол

шлоХие и плитХ Устанавливается в горизонтальное

положение и плиты-заготовки со стола передаются на рольганг которым они перемещаются к конвейеру. \*

В последнее время для выполнения подъёма и перемещения рузов в камнеобрабатывающей отрасли начато использование ГмМиШ=иРГ°В- ТакИ! роботы вьшускаю?ся иТальян

и^„ФИРнГ я1ГРГРГ' <Бра>> «ТеРцаг0\*’ «Морденти» и камнеобрабатывающих предприятиях роботами

опеРации снятия плит с ортогональных распило- ^ станк°в> укладки их для последующей обработки, сня­тия и упаковки готовой продукции.

П.3.2. Транспортирование готовой продукции,

п\*п!й!НСПОрТИрОВаНИе облицовочных плит и изделий из камне-

шествляетВгаяЮ1ЦИХ ЦеХ0В На СКЛад Г0Т0В0Й продукции обычно осу­ществляется автопогрузчиками и электропогрузчиками грузо-

^НМ”0СТЬЮ 2“5 Т- Для тРа попорти ров а ния особо крупных

нГюИ10ИтНОГДа применяются автопогрузчики грузоподъем-

Производительность погрузчика

бОТ'пТ’см^г. п&в&п. Ла(5, 398

(И.7)

гпе Гтт — грузоподъемность погрузчика, т; Гсм продолжитель­ность смены, ч; Аг. 0 = 0,3-5-0,65 коэффициент использования грузоподъемности погрузчика; £в=0,6-0,7 — коэффициент ис­пользования погрузчика во времени; э-0,91 — учитывающий затраты времени на подготовитель но-заключи­тельные операции; ^в —полное время оборота погрузчика цех- склад готовой продукции, мин.

Полное время оборота погрузчика

^об

во

(П.8)

где Ьт Ьи — расстояние перемещения погрузчика соответственно с грузом и порожняком, км; »„-средняя скорость движения погрузчика, км/ч; <„-3+4 мин-время выполнения погрузоч-

ных работ; 10—12 мин —время выполнения складирования и

Ра3КТвтоРаби° электропогрузчиков для транспортирования продукции на склад готовой продукции

Пп = ),

(11.9)

где Р- общая масса выпускаемой продукции с Учетом упаковки, и тары т/год; 0„ —сменная производительность погрузчик , т/смену• Л<см—число смен работы погрузчика в год (при одно­сменной работе погрузчика №„„=240 +250, при двухсменной ра-

боте ЛГСМ = 450-500). '

1. СКЛАДИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

ЦЛ1. Контроль качества готовой продукции

При обработке камня под воздействием соответствующего ^птРттонания и инструмента изделиям придаются определен- 1еР размеры форма и фактура лицевой поверхности. Поэтому

для получения качественной продукции на каждой операции следует Уобеепечить соблюдение ряда технологических требо-

ВаНПоДавЛяющее большинство продукции из природного камня

блоки следует устойчиво устанавливать на станочных тележк

Я99

и рабочих столах распиловочных станков, для чего рекоменду­ется применять гипсовую подливку постельной грани. Станоч­ные тележки и рабочие столы жестко закрепляются в подста­ночном пространстве.

При распиловке гранита и других прочных пород рамными распиловочными станками штрипсы должны быть установлены строго параллельно продольной оси движения пильной рамы и хорошо натянуты клиньями, разлучки между штрипсовымн тя­гами должны иметь строго определенную толщину и изготов­лены из твердых видов древесины или других мало деформируе­мых материалов, дробь следует просеивать, абразивная рабо­чая смесь должна иметь соответствующую плотность и равномерно распределяться по поверхности распиливаемого блока.

При распиловке пород средней и низкой прочности зерна алмазоносного слоя режущего инструмента должны быть обна­жены, штрипсы правильно установлены и соответственно натя­нуты, дисковые пилы установлены строго перпендикулярно оси вращения.

С учетом прочности распиливаемых пород должна быть по­добрана оптимальная скорость подачи инструмента.

Для предотвращения сколов углов и кромок плит и изделий во время их окантовки окончание реза следует производить с уменьшенной скоростью, отрезной круг должен резать по по­даче инструмента.

При изготовлении шлифованных и полированных плит из твердых пород в процессе грубой шлифовки должно быть обе­спечено снятие следов пиления свободным абразивом (дробью) и выравнивание плоскости лицевой поверхности плиты. В про­цессе этой обработки плоскость поверхности плиты периодиче­ски проверяется металлической рейкой.

Плиты и изделия из природного камня изготовляются в со­ответствии с рабочими чертежами, которыми устанавливаются форма, размеры, фактура лицевой поверхности и число изделий в заказе. Сложные профильные изделия производятся по шаб­лонам в натуральную величину изделия и изготовленным из листового металла.

Контроль качества готовых изделий осуществляется с по­мощью контрольно-измерительного инструмента. Размеры изде­лий определяются стальной линейкой или рулеткой. Правиль­ность плоскости' контролируется металлической рейкой или лийейкой (правилком) и щупом по периметру и диагоналям'из­делия. Прямоугольность изделия проверяется металлическим угодышком с длиной стороны не менее 500 мм. Допускаемые отклонения по линейным размерам от прямого угла и непло- скостность готовых плит и изделий не должны превышать вели­чин, установленных стандартами.

1. Подготовка тары и упаковка продукции

Плиты облицовочные, плиты декоративные на основе при­родного камня и большинство архитектурно-строительных изде­лий из природного камня транспортируются в таре, обеспечи­вающей сохранность продукции. В качестве тары применяются деревянные ящики и поддоны ящичные металлические.

Каркас деревянных ящиков изготовляется из брусьев толщи­ной 50—60 мм и обшивается досками толщиной 20—30 мм. К донной части ящика с наружной стороны крепятся попереч­ные брусья, обеспечивающие возможность погрузки ящика ви­лами погрузчика или его строповки гибкими стропами.

Поддон ящичный металлический с внутренней стороны об­шивается деревянными досками, предохраняющими кромки плит и изделий от скалывания.

Плиты и изделия в ящиках и поддонах ящичных металли­ческих устанавливаются попарно в вертикальном положении лицевой стороной друг к другу. Между полированными, лоще­ными, шлифованными и обработанными ультразвуком поверх­ностями плит и изделий прокладывается бумага или картон. Во избежание перемещений плит и изделий в таре они расклинива­ются деревянными клиньями. Деревянные ящики1 обвязываются упаковочной проволокой.

Крупногабаритные архитектурно-строительные изделия, ко­лотые ступени и парапетные камни обычно транспортируются без тары, но ребра граней лицевой поверхности обшиваются деревянными уголками и изделия прочно обвязываются упако­вочной проволокой. \* у

Бортовые камни транспортируются без упаковки на поддо­нах в 'лачках. Пачки прикрепляются к поддону упаковочной проволокой.

1. Склад готовой продукции

Склад готовой продукции предназначается для хранения и отгрузки потребителям плит и изделий из природного камня. Основные требования к складу и хранению изделий определя­ются свойствами продукции. Вследствие хрупкости и низкой трещиностойкости необходимо ^предохранять продукцию от уда­ров, сотрясений, сильных перекосов ‘при погрузочно-разгрузоч­ных работах и транспортировании.

Изделия из гранита и других прочных горных пород могут храниться на складах открытого типа. Площадки складов дол­жны быть забетонированы или заасфальтированы и спланиро­ваны с уклонами, обеспечивающими сток атмосферных вод. Из­делия из мрамора и других средней и низкой прочности пород

следует хранить в закрытых неотапливаемых складах или под навесами, исключающими попадание атмосферных осадков.

Для выполнения погрузочных работ на складах открытого типа устанавливаются козловые или мостовые краны, закрытого типа — мостовые краны грузоподъемностью 3—5 т.

Производительность козловых и мостовых кранов, обслужи- вающих склад готовой продукции,

60Гк^см^г. к^в^п. 3

(11.10)

где Гк — номинальная грузоподъемность крана, т; Гсм — продолжительность смены; £г.к=0,35-ь0,65 — коэффициент ис­пользования грузоподъемности крана; Ав—0,5-^-0,7—коэффи­циент использования крана во времени; Ап. 3 —0,91 — коэффи­циент, учитывающий затраты времени на 'подготовительно-за­ключительные операции.

Продолжительность цикла погрузки

^д. г + £д. п + Н" ^р,

(11.11)

где и — продолжительность строповки груза, мин; ^-—продол­жительность подъема груза, мин; /д.г, /д. п — продолжительность перемещения крановой тележки и крана с грузом и без груза, мин; /0 — продолжительность опускания груза в транспортное средство, мин; /р — продолжительность расстро'повки груза, мин.

Продукция на складах хранится в штабелях, рассортирован­ной по заказам, видам пород и изделий. Упакованная продук­ция в деревянные ящики хранится в один ярус, в поддонах ящичных металлических — не более, чем в два яруса. Изделия, упакованные обвязкой ребер лицевых граней, укладываются в штабели на деревянных подкладках. Штабели готовой продук­ции располагаются вдоль подъездных путей и сквозных Проез­дов. Между штабелями оставляются зазоры не ченее 200 мм во избежание повреждений изделий и тары при подъеме и опу­скании груза. Через каждые два штабеля по-ширине площадки устраиваются проходы шириной 700 мм. Расстояние от штабеля до рельсовой нитки козлового крана принимается равным 900 мм, от крайней рельсовой нитки подъездного железнодо­рожного пути — 2000 мм. Ширина поперечного проезда прини­мается равной сумме ширины проезжей части и ширины про­хода, равного 1000 мм.

Объем готовой продукции, одновременно хранимой на складе, определяется расчетом, но принимается не менее месяч­ной производительности предприятия.

Площадь склада готовой продукции

(11.12)

где Уг. ], —\* объем готовой продукции, одновременно хранимой на складе, м3; £т = 1,6+'1,8 — коэффициент, учитывающий увели­чение объема готовой продукции, упакованной в тару; £] =

* 1,5 — коэффициент, учитывающий 'проходы между ящиками и штабелями; £2=1,3—коэффициент, учитывающий проезды; <7 =
* 1 м3/ма — удельная нагрузка на м2 площади склада, м3; £3 = 0,8— коэффициент, учитывающий использование площади склада.

1. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

П.5.1. Техника безопасности и производственная санитария

Охрана труда в нашей стране является одной из важнейших социально-экономических проблем и предусматривает широкую систему правовых, технических, санитарно-гигиенических и эко­номических мероприятий, направленных на обеспечение здоро­вых и безопасных условий труда.

Обеспечение безопасных и здоровых условий труда возла­гается на администрацию камнеобрабатывающих предприятий, а также отдельных должностных лиц, ответственных за безопас­ность труда на вверенных им участках производства. Важную роль в этом деле играет служба охраны труда и техники без­опасности в каждом подразделении. В основе безопасной и безаварийной работы на предприятиях лежат знание и выпол­нение всеми работающими правил техники безопасности, кото­рые разделяются на общие и специальные.

Общие правила безопасности охватывают вопросы, связан­ные с медицинскими осмотрами и инструктажем рабочих, обу­чением их безопасным приемам работы, безопасной организа­цией погрузочно-разгрузочных работ и т. п. Работающие, допу­скаемые к производству работ, должны быть не моложе 18 лет.

Все рабочие и служащие, ’поступающие на работу и перево­димые с одной работы на другую, должны проходить медицин­ское освидетельствование для определения их пригодности к выполнению обязанностей по профессии.

Все рабочие, кроме ранее работавших и имеющих соответ­ствующую профессию, после предварительного обучения по тех­нике безопасности, должны пройти обучение по профессии в учебных пунктах комбинатов или, в отдельных случаях, в ин­дивидуальном порядке путем прикрепления к опытным рабочим в сроки и объемах, 'предусмотренных соответствующими про­граммами обучения рабочих.

Инструктаж подразделяется на:

вводный инструктаж по технике безопасности и производ­ственной санитарии для вновь поступающих работников;

первичный инструктаж по технике безопасности непосредст­венно на рабочем месте;

'повторный инструктаж для всех работников, независимо от их стажа и опыта работы, не реже одного раза в три месяца;

внеплановый (внеочередной) инструктаж при изменений ус­ловий работы, нарушении работником правил техники безопас­ности или несчастном случае, связанном с производством.

Проведение инструктажа должно быть зарегистрировано в специальном журнале. После прохождения вводного и пер­вичного инструктажа по технике безопасности и промсанитарии администрация обязана 'проводить обучение рабочих безопас­ным приемам выполнения работ с соответствующей проверкой полученных ими знаний и последующей выдачей удостоверения.

На всех предприятиях должен быть кабинет охраны труда, который является организационным и методическим центром пропаганды и служит базой для проведения инструктажа и обу­чения работающих по безопасности труда.

Администрацией 'предприятия должны быть разработаны и доведены до сведения всех работников схемы движения транс­портных средств и пешеходов по площадке предприятия.

На рабочих местах должна широко использоваться нагляд­ная агитация. Каждое рабочее место до начала работы осма­тривается мастером или бригадиром, а в течение суток — на­чальником цеха, которые при обнаружении нарушений правил техники безопасности обязаны временно приостановить выпол­нение работ до устранения нарушения. На рабочие места нельзя допускать посторонних. Во время работы необходимо внима­тельно следить за световыми и звуковыми сигналами и коман­дами, осторожно обращаться с полуфабрикатами и деталями. Разрешается работать только в спецодежде, спецобуви и с ис­пользованием индивидуальных защитных средств по установ­ленным нормам для каждой профессии.

Безопасная организация погрузочно-разгрузочных работ тре­бует их максимальной механизации с использованием грузо- подъемных механизмов (кранов, погрузчиков, кран-балок, кран- укосин и т. д.).

Предельные нормы переноса грузов вручную одним челове­ком на расстояние до 25 м по ровной и горизонтальной поверх­ности не должны превышать:

для подростков женского и мужского пола от 16 до 18 лет — соответственно 10 и 16 кг;

для женщин и мужчин старше 18 лет —соответственно 20 и 50 кг.

Предприятия должны иметь бытовые помещения: гардероб­ные, сушилки, умывальные, душевые, уборные, комнаты гигиены

женщин, комнаты приема пищи и отдыха, которые должны со­ответствовать требованиям, утвержденным Госстроем СССР, Строительным нормам и правилам.

' Процесс производства облицовочных материалов из природ­ного камня должен соответствовать требованиям Санитарных правил организации технологических 'процессов и гигиенических требований к производственному оборудованию, утвержденных Минздравом СССР, и Правил техники безопасности в промыш­ленности строительных материалов, утвержденных Минстройма- териалом СССР. '

Склад сырья и отделение распиловки должны иметь входы железной или автомобильной дорог для подачи сырья и гото­вой продукции. Рельсовые пути не должны иметь уклонов.

Процессы производства облицовочных „материалов из при­родного камня излагаются в технологических картах с указа­нием мероприятий, обеспечивающих безопасность труда рабо­тающих.

В технологической документации на процессы обработки при­родного камня указываются средства защиты работающих.

При работе на камнеобрабатывающем оборудовании дол­жны выполняться требования инструкций заводов-изготовителей по эксплуатации и инструкций по безопасному производству ра­бот для соответствующего рабочего места, утвержденные глав­ным инженером предприятия и согласованные с профсоюзным комитетом предприятия.

Перед началом работы необходимо убедиться в безопасном состоянии рабочего места, проверить исправность станка и инструмента, наличие ваземлений. Установка обрабатываемых заготовок и снятие готовых изделий во время работы оборудо­вания должны выполняться вне зоны обработки С применением специальных позиционных приспособлений (станочные тележки, манипуляторы, укладчики, промышленные-роботы и т. д.), обес­печивающих безопасность работающих.

При работе оборудования нельзя находиться за его ограж­дением или на пути движения стола. Все вращающиеся части должны быть ограждены (за исключением шлифовально-полиро­вочных головок). Стоять напротив отрезного круга во время работы запрещается. Перед выводом распиленной ставки из рабочего ’пространства станка она надежно закрепляется стой­ками и клиньями. Не допускается во время работы очищать и смазывать оборудование.

Контроль хода технологического процесса, качества и со­стояния обработки, а также снятие заготовок должны прово­диться только при отключенных механизмах вращения или Пере­мещения заготовок, инструмента и приспособлений.

Полы в производственных помещениях должны быть водо- стойкими, маслостойкими и нескользящими. Оборудование,

*Ш*

издающее шум с эквивалентным уровнем звука выше 85 дБ, дол­жно быть установлено в изолированном помещении, стены и по­толки которого должны быть покрыты звукопоглощающей про­кладкой. рабочие места, проходы и проезды в рабочих помеще­ниях не должны быть загромождены сырьем, полуфабрикатами, готовыми изделиями и другими предметами. Границы проходов должны быть обозначены. Гидротранспорт шламов от техноло­гического оборудования до зумпфов пульпонасосных станций или пульпоприемников (отстойников) поступает самотеком по лоткам, проложенным под полом цехов —в магистральных ка­налах и тоннелях. Каналы должны быть перекрыты съемными решетками.

Особое внимание уделяется безопасным приемам разбора ставок и складирования полуфабриката.

Склады сырья и готовой продукции оборудуются грузоподъ­емными средствами соответствующей грузоподъемности. На 1 м2 площади склада сырья должно храниться не более 2,5 м3 блоков. На 1 м2 площади склада готовой продукции — не более 1 м3 готовых изделий.

Размещение производственного оборудования в производ­ственных помещениях и на рабочих местах не должно представ­лять опасности для обслуживающего персонала.

Ширина проходов в цехах, не менее, м

Магистральный проход 15

Проход между оборудованием .!!.!!!!!! 1^2

Проход между стенами производственных зданий и оборудованием \ 'Г Проход к оборудованию, предназначенному для ремонта и обслуживания 0,7

Добыча блоков в карьерах производится уступами с после­довательной отработкой каждого уступа сверху вниз, уступы разбиваются на подуступы. Высота уступа должна быть кратна высоте камня (с учетом толщины пропила) и не должна пре­вышать:

при работе камнерезных машин с механизированной уборкой камня — 3 м и соответствовать применяемому камнерезному оборудованию;

при ручной разборке и применении средств малой механи­зации по крепким породам типа гранита.— б м;

при механизированной разработке по крепким породам типа гранцта —20 м.

При работе с термоотбойником или терморезаком необхо­димо выполнять следующие требования:

проверить плотность и прочность присоединения бензиновых и воздушных шлангов к термоотбойнику. или терморезаку;

исправность подводящих шлангов и плотность всех соеди­нений;

при укладке шлангов не допускается их скручивание и пере­гибание;

использовать предохранительные щитки, шлемы, спецодежду, защитные очки, шлемофоны, наушники и т. д.;

запрещается курение и применение открытого огня на рас­стоянии менее Ш м от бензопровода и шлангов питания.

При зажигании термоотбойника сначала необходимо немного приоткрыть вентиль воздуха, затем вентиль бензина и немед­ленно зажечь горючую смесь. После этого вентилем воздуха и бензина регулируется нормальное для данного процесса пламя. При тушении первым закрывается вентиль бензина, а вторым — вентиль воздуха. Запрещается производить ремонт термореза­ков и термоотбойников и другой аппаратуры на рабочем месте. При обработке гранитных изделий фронт работ на каждого ра­бочего должен быть не менее 20 м, а расстояние между рабо­тающими—не менее 10 м.

Перед началом работы в карьере необходимо тщательно про­верить исправность инструмента и состояние забоя. Уступы и подошвы забоев, на которых производится пассировка блоков, необходимо ежедневно очищать от окала. Запрещается одно­временная разработка забоев, расположенных непосредственно один над другим на разных уступах. При работе на высоте не­обходимо пользоваться предохранительным поясом.

Эксплуатация грузоподъемных средств, компрессоров дол­жна 'производиться в соответствии с требованиями утвержден­ных Госгортехнадзором СССР Правил устройства и безопас­ной эксплуатации грузоподъемных кранов, Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давле­нием, Правил устройства и безопасной эксплуатации стационар­ных компрессорных установок воздухопроводов и газопроводов. Выполнение работ по добыче блоков — с требованиями Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. „

О каждом несчастном случае на производстве пострадавший или очевидец должен немедленно сообщить мастеру. Мастер организует первую помощь пострадавшему и извещает о слу­чившемся начальника цеха.

И.5.2. Электробезопасность

Электротравматизм, как показывают статистические данные последних лет, составляет меньший процент по сравнению с дру­гими видами производственного травматизма, а по числу слу­чаев с тяжелым или смертельным исходом одно из первых мест. Поэтому вопросы электробезопасности должны находиться под особым вниманием инженерно-технических работников и ра­бочих.

По характеру действия на организм человека различают следующие виды поражения электрическим током: тепловые — разогрев организма и ожоги тела; механические —разрывы ор­ганов тела и поверхности тканей; химические — электролиз крови; биологические —воздействие на нервную систему; комп­лексные, включающие одновременно несколько из названных поражений.

В зависимости от окружающей среды й условий (влажности, температуры и т. п.) относительно безопасным для человека может считаться напряжение 12—36 В. Ток, проходящий через организм! человека, не превышающий 0,01 А, считается без­опасным.

Все помещения по степени опасности возникновения электро­травм делят на особо опасные, с повышенной опасностью и без повышенной опасности.

В зависимости от производственных особенностей основные производства камнеобрабатывающих предприятий можно отне­сти к помещениям с повышенной опасностью или к помещениям без повышенной опасности.

Основными причинами электротравматизма являются: неожиданное возникновение напряжения там, где в нормаль­ных условиях его не должно быть;

прикосновение человека к неизолированным токоведущим частям;

попадание человека в зону короткого замыкания на землю. Поражение человека электрическим током происходит в слу­чаях нарушения правил техники безопасности при эксплуатации электрических установок.

К основным средствам и требованиям безопасности при экс­плуатации электроустановок относятся: ■ -■ •

строгое соблюдение правил технической эксплуатации ис­пользуемого оборудования, электрифицированного инструмента и переносных электросветильников;

допуск к работе с оборудованием и инструментом, имеющим электропривод, лиц достигших восемнадцатилетнего возраста, прошедших производственное обучение по специальной про­грамме, сдавших экзамены и имеющие удостоверения на право производства работ не ниже II квалификационной группы по электробезопасности;

надежная изоляция, защита от прикосновения к токоведущим частям установки, от замыкания между обмотками трансформа­тора, использование пониженного напряжения в помещениях с повышенной опасностью поражения человека током, заземле­ние, использование электрозащитных средств;

заземление металлических частей машин и механизмов с электроприводом, корпуса электродвигателей и электроинстру­ментов, электрических аппаратов.

Неисправности заземляющего устройства должны быть не­медленно устранены, эксплуатация оборудования без заземле­ния категорически запрещается. Токоприемники должны вклю­чаться в сеть только с помощью специальных аппаратов. Элект­ролампы общего освещения напряжением 127—220 В следует подвешивать не ниже, чем в 2,5 м от пола.

Размещение пусковых устройств, их конструкция должны исключать возможность пуска оборудования посторонними ли­цами.

Для предупреждения людей об опасности поражения элект­рическим током используются плакаты, которые подразделя­ются на запрещающие, предостерегающие, напоминающие и разрешающие. При работе с электрооборудованием и электри­фицированным инструментом необходимо применять индивиду­альные электрозащитные средства от поражения электрическим током (резиновые перчатки, коврики и т. д.).

По окончании работы все токоприемники, кроме светильни­ков освещения, должны быть выключены, а кабели и приводы обесточены.

В случае поражения человека электрическим током необхо­димо принять срочные меры для освобождения его от контакта с токо проводи и ком и оказания первой помощи.

Для быстрого освобождения человека от действия электри­ческого тока нужно отключить ток ближайшим выключателем или разорвать цепь. Если отключение невозможно, следует от­делить пострадавшего от токоведущих частей. Для этого при напряжении до 1000 В можно использовать любой сухой пред­мет, не проводящий электрический ток, например, палку, доску, канат или просто сухую одежду, действуя по возможности од­ной рукой. Меры первой помощи зависят от состояния постра­давшего после освобождения его от действия электрического тока. Пострадавшего, находящегося в сознании, достаточно до прибытия врача уложить в удобное положение и обеспечить ему полный покой. В более тяжелых случаях (потеря сознания, плохое дыхание) необходимо произвести искусственное дыхание. Наиболее эффективен способ искусственного дыхания изо рта в рот и изо рта в нос, заключающийся в том, что выдыхают воз­дух из своих легких через рот в легкие пострадавшего через его рот или нос. При необходимости следует одновременно прово­дить непрямой массаж сердца.

1. Противопожарная безопасность

Мероприятия пожарной безопасности предусматриваются при проектировании камнеобрабатывающих предприятий в зави­симости от вероятности возникновения пожара или взрыва,

489

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Производственные помещения | Категория  производ­  ства | Класс взрыво- или Пожаро­опасности, состояние среды помещений для выбора электро­оборудования по ПУЭ |
| I. Основное производство (камнеобрабатывающие заводы) Камнераспиловочный цех | д | Влажное |
| Фрезерно-шлифовальный цех | д | ъ |
| Цех ширпотреба | д | Пыльное |
| Цех (отделение) термоструй- | г | » |
| ной обработки камня Отделение (участок) обработки | д | ІІ |
| камня бучардированнем II. Вспомогательное производ­ство  Ремонтные, компрессорная, складские и т. д. | Принимаются в соответствии с требованиями действующих нор­мативных документов и правил и Правилами техники безопас­ности в промышленности строи­тельных материалов |

которая определяется степенью взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности технологического процесса (табл. 11.6).

Состояние производственных ’помещений и противопожар­ного оборудования^должно отвечать действующим «Типовым правилам пожарной безопасности для промышленных пред­приятий».

Горюче-смазочные и обтирочные материалы на рабочих ме­стах должны храниться в закрытых металлических сосудах и в количестве не свыше суточной потребности в каждом из ви­дов материалов. Хранение . легковоспламеняющихся веществ (бензин, керосин и т. п.) на рабочих местах не разрешается.

Все производственные и вспомогательные помещения дол­жны быть обеспечены первичными средствами тушения пожара и пожарным инвентарем. На площадках предприятий должен устр аиваться противопожарный водопровод, объединенный с Производственным или хозяйственно-питьевым. Пожарные гидранты должны располагаться вдоль дорог и переездов на расстоянии не более 150 м друг от друга, не ближе 5 м от стен здания и перекрестков, не далее 2 м от края проезжей части. Расстояние от края проезжей части или свободной спланирован­ной территории до стен здания должно быть не более 25 м. Дороги производственного назначения должны быть пригодны для проезда пожарных автомобилей. Если по производственным условиям устройство подъездов к зданию не требуется, то подъ­езд пожарных автомобилей должен быть обеспечен по сплани-

рованной территории шириной б м не менее чем с двух сторон вдоль всей его длины.

Ответственность за пожарную безопасность объекта возла­гается на его руководителя.

Пожарная охрана основана на широком 'привлечении обще­ственности к предупреждению и тушению возникших пожаров. Предотвращение пожаров входит в обязанность каждого работ­ника на любом рабочем месте и объекте.

Знание правил пожарной безопасности и умение принять меры к ликвидации пожара и вызову помощи требуется от всех рабочих и служащих камнедобывающих предприятий. На Пред­приятиях организуются добровольные пожарные дружины из числа рабочих и служащих.

Каждый член дружины должен соблюдать й требовать от других безусловного выполнения противопожарных правил, знать свои обязанности ’по боевому расчету и принимать участие в тушении пожара.

Администрация предприятия должна организовать инструк­таж по пожарной безопасности и проведение занятий по пожар­но-техническому минимуму.

12. УЧЕТ ПОТЕРЬ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

121. ПОТЕРИ И ОТХОДЫ ПРИ ДОБЫЧЕ

1. Классификация потерь и потерь-отходов

Основные принципы и положения, определяющие порядок и методы расчетов показателей извлечения полезных ископаемых из недр и их потерь при добыче, регламентируются Типовыми методическими указаниями по определению, нормированию, учету и экономической оценке 'потерь твердых полезных иско­паемых при их добыче.

Карьеры по добыче облицовочного природного камня значи­тельно отличаются спецификой добычных работ. Одна из их характерных особенностей состоит в том, что этим карьерам, в отличие от рудных, угольных, неметаллорудных и других свойственны не только потери, но и потери-отходы, которые используются комплексно для производства в больших объемах других видов продукции (не основного назначения). Это ’поло­жение, в свою очередь, значительным образом изменяет терми­нологические понятия потерь и показателей использования недр для карьеров, занятых добычей облицовочного камня. В связи с этим, отдельные термины и понятия для карьеров по добыче природного облицовочного камня несколько отличны от обще­принятых в горной практике и требуют уточнения.

Полезное ископаемое— природные облицовочные камни, т. е. различные по своему составу, физико-механическим и декоративным свойствам горные породы, которые Тпри данном уровне техники могут быть использованы для производства об­лицовочных и архитектурно-строительных изделий.

Полезное ископаемое отбитое — отделенное о!1 массива тем или иным способом.

Добытое полезное ископаемое — отделенное от массива, выданное из забоев карьера и прошедшее количе­ственный учет.

О.тделенныи( монолит — отбитая от массива глыба значительных размеров и массы, предназначенная для раска­лывания на кондиционные блоки.

Блок кондиционный — отбитая и обработанная глыба породы, отвечающая по форме, размерам, неровностям скола лицевых поверхностей, монолитности, физико-механическим и

декоративным свойствам, требованиям действующих стандар­тов на производство архитектурно-облицовочных, строительных изделий и деталей, камень бортовой и технические изделия.

Выход блоков расчетный (геологический)—отноше­ние объема кондиционных блоков, которые теоретически мо­жно получить с данного участка (месторождения), к общему объему полезного ископаемого, принятого к учету на этом уча­стке (месторождении).

ВЫХ'ОД блоков проектный — отношение объема кон­диционных блоков, ожидаемых к получению из запроектиро­ванного к отработке участка (месторождения), к общему объ­ему полезного ископаемого, подлежащего выемке на этом участке (месторождении) с 1 учетом технологии добычных работ.

Выход блоков плановый — отношение объема конди­ционных блоков, ожидаемых к получению из участка, подлежа­щего отработке в планируемом планом развитии горных работ периоде, к общему объему полезного ископаемого на этом уча­стке с учетом намеченной на год технологии добычи и плано­вых потерь.

Выход блоков фактический (добычной)—отноше­ние объема добытых кондиционных блоков с участка к общему объему добытого на этом участке полезного ископаемого за планируемый планом развития горных работ период.

Балансовые запасы — разведанные и изученные за­пасы природного камня в недрах, использование которых эко­номически целесообразно и удовлетворяет кондициям, устанав­ливаемым для подсчета запасов в недрах. '

Промышленные запасы камня — запасы, подлежа­щие извлечению из недр согласно технорабочему проекту раз­работки месторождения и определяемые путем исключения из балансовых запасов общекарьерных потерь.

Погашенные балансовые запасы —сумма извле­ченных из недр, эксплуатационных; и общекарьерных потерь балансовых запасов в пределах контура отработки за опреде­ленный промежуток времени.

Пустая порода — вмещающие залежь камня породы или включенные в нее, не содержащие блоков, отвечающих кондициям балансовых и забалансовых запасов.

Потери полезного ископаемого'—часть-балансов вых запасов камня, навсегда оставленная в недрах при разра­ботке месторождения, и добытая, но не попавшая в дальней­шую переработку и реализацию в качестве промышленной про­дукции.

Потери блоков — объем кондиционных блоков природ­ного камня, отнесенный к потерянному полезному ископаемому по фактическому выходу блоков.

Потери нормативные — экономически и технически обоснованные значения эксплуатационных и общекарьерных потерь камня, рассчитанные и утвержденные в. целом по карь­еру или отдельным участкам месторождения с учетом конкрет­ных горно-геологических условий и технологических особенно­стей. добычи.

Потери фактические — сумма общекарьерных и экс­плуатационных потерь, связанных с применяемой системой разработки, технологией добычи, горнотехническими усло­виями залегания, хранением и транспортировкой камня до ста­дии переработки.

Потери о б ще к а р ь е р н ы е — оставленные в недрах и безвозвратно потерянные балансовые запасы, ранее находив­шиеся в различного рода охранных целиках, бермах и бортах карьера или числящиеся как временно неактивные запасы.

Потери эксплуатационные — часть балансовых за­пасов, потерянных непосредственно в процессе добычи полез­ного ископаемого, а также при транспортировании, складиро­вании, хранении, погрузке и разгрузке.

Плановые потери — потери в планируемом периоде, установленные в плане развития горных работ на основе нор­мативов потерь применительно к конкретному участку разра­ботки и по предприятию в целом с учетом горно-геологических и технических условий отработки.

Потери проектные — суммарные общекарьерные и экс­плуатационные потери, предусмотренные технорабочим проек­том отработки месторождения,, связанные с . принятой системой разработки и запроектированной технологией добычных работ.

Потери качества (потери-отходы или разубожива- ние)—снижение качества блоков из-за нарушения монолитно­сти породы по причине образования в ней искусственных тре­щин, увеличения неровностей скола лицевых поверхностей кон­диционного блока и выколки блоков по форме, отличающейся от прямоугольных параллелепипедов, а также отхбДы камня, образовавшегося в процессе подготовки камня к выемке, за­валке блоков, их погрузке, транспортировке и разгрузке.

Полнота извлечения — выражается отношением объ­ема кондиционных блоков в добытом полезном ископаемом к объему, кондиционных блоков в погашаемых балансовых за­пасах и характеризуется коэффициентом извлечения из недр

определяемого по формуле

й„-Шф/(УпСв),

где й — объем добытого полезного ископаемого, м3; ^ф —фак­тический выход кондиционных блоков добытого, полезного ис­копаемого на учитываемом участке отработки, м3; Уп — объем погашенных при добыче балансовых запасов, м3; Св— расчет­ный (геологический) выход кондиционных блоков в погашен­ных балансовых запасах полезного ископаемого.

Коэффициент изменения качества полезного ископаемого при добыче кк> характеризующийся отноше­нием фактического выхода кондиционных блоков к расчет­ному (геологическому) выходу их в погашенных запасах Св, определяемый по формуле — йф!Сц.

Коэффициент извлечения из недр /еи и коэффициент измене­ния качества &к являются для каждого предприятия, ведущего разработку месторождений облицовочного камня, учетными по­казателями, наряду с показателями потерь полезного ископае­мого при добыче.

Коэффициент потерь Па выражает отношение количе? ства потерянных балансовых запасов Л3 к количеству погашен­ных балансовых запасов Уи

Яп = Лз/Кп.

Достоверность учета полноты и качества извлечения блоч­ного камня из недр принимается за основу в решении практиче­ских вопросов рационального использования полезного иско­паемого. Важным условием правильного выбора технологии разработки, нормирования потерь, их учета является класси­фикация основных видов потерь и разубоживания камня.

В соответствии с единой классификацией потерь твердых полезных ископаемых при разработке месторождений, Типовых методических указаний по определению и учету потерь твер­дых полезных ископаемых при добыче и Отраслевой инструк­цией по определению и учету потерь полезного ископаемого при, добыче блоков облицовочного камня потери камня при добыче классифицируются на общекарьерные и эксплуатацион­ные.

Классификации потерь предназначены:

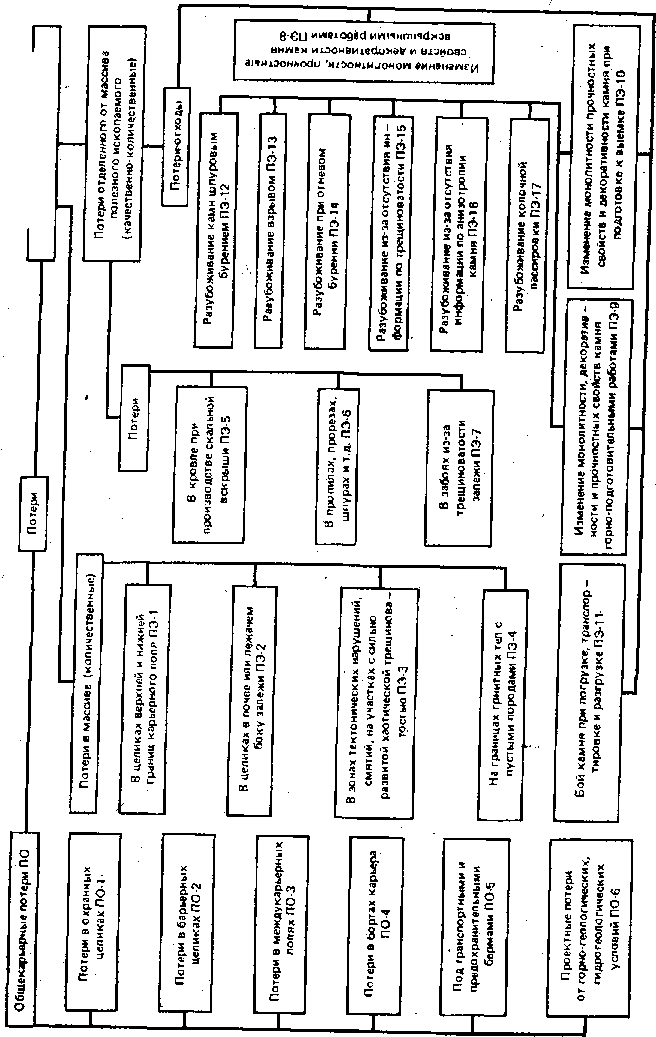
более полно систематизировать учет количества потерь и отходов по видам, организовывать и унифицировать их едино­образный учет в процессе разработки месторождения;

осуществлять надлежащий контроль за полнотой и каче­ством извлечения запасов на всех стадиях технологических про­цессов добычи и комплексного использования полезного иско­паемого;

выявлять наиболее значительные источники потерь и от­ходов камня и принимать меры по уменьшению их влияния;

определять эффективные системы разработки с точки зрения полноты выемки и размеров потерь и отходов камня;

решать практические задачи по осуществлению ряда орга­низационно-технических мероприятий, направленных к сведе­нию потерь и. отходов до минимума;



Эксплуатационные потери ПЭ

Рч

5

\*

Рис. 12.1. Классификация и индексация потерь и разубоживанм при добыче блочного

выявлять экономические последствия, вызванные потерями; способствовать правильному нормированию показателей ис­пользования недр.

Отраслевая инструкция по определению и учету потерь по­лного ископаемого при добыче блоков облицовочного камня рЦлассифйцирует потери по единому принципу — месту образо­вания.

| При добыче облицовочных пород количественные эксплуата­ционные потери камня незначительны: они, как правило, не .Превышают 10%, а качественные потери сыр,ья приобретают порой весьма большие размеры.

Блочному камню характерно, что потери качества (разубо- : живание) не могут быть восполнены последующим обогаще­нием. Они обусловливают так называемые потери-отходы, кото­рые перерабатываются предприятиями на второстепенную малозначащую продукцию. Потери-отходы формируются в карьере в различных местах их образования: в подготови­тельных, добычных забоях, в местах погрузки, разгрузки и т. д. Но характерной особенностью образования потерь-отходов (по­терь качества) является их формирование при самых различ­ных технологических процессах в карьере. Потери качества обусловливаются вскрытием, подготовкой камня к выемке, перемещением, транспортировкой и другими процессами.

Этим целям наиболее соответствует классификация, осно­ванная на двух классификационных признаках: по месту обра­зования и причинам, их формирующим, которыми для рассмат­риваемых карьеров являются процессы горных работ (рис. 12.1). .

1. Методы определения и нормирования потерь, отходов и показателей использования сырья

Количество потерянного цри добыче и .переработке облицо­вочного минерального сырья устанавливается следующими ме­тодами.

1. Прямыми (основные методы): на основе маркшейдерских измерений и съемок в натуре; по геолого-маркшейдерской до­кументации расчетным путем.
2. Косвенными, основанными на сопоставлении количества полезного ископаемого и блоков в погашаемых балансовых за­пасах 1 выемочной единицы с количеством добытого полезного ископаемого и блоков.
3. Графо-аналитическими.
4. Статистическими.

Потери и отходы облицовочного камня при добыче и нор­мировании рекомендуется вычислять по следующим аналитиче­ским зависимостям прямых методов определения.

14 Заказ № 379

417

Потери в охранных, барьерных и других целиках, в между- карьерных полях, в бортах карьера, под транспортными и пре­дохранительными бермами и в других местах (согласно индек­сации рис. 12.1 ПО-1, ПО-2, ПО-3, ПО-4, ПО-5, ПО-6, ПЭ-1, ПЭ-2, ПЭ-3, ПЭ-4) определяются по формуле

(12.1)

где 5Ц — средняя площадь соответственно целика, междукарь- ерного поля, бермы и т. д., м2; А— средняя высота целика, бермы и т. д., м.

Потери камня в кровле при производстве скальной вскрыши



(12.2)

где 5В — площадь снятия вскрыши, м2; Ас— мощность пачки свежего камня, теряемого при производстве вскрыши, обуслов­ленная параметрами вскрышного уступа и соблюдением про­ектной отметки кровли добычного горизонта;

ЛС = Я^ЯВ,

(12.3)

Я—проектная отметка кровли добычного горизонта, м; Яв — средняя отметка кровли свежего блочного камня по результа­там геологоразведки или эксплуатационной карьерной раз­ведки, м.

Потери продуктивной толщи гранита от прореза щели (ПЭ-6) термическими газоструйными резаками по каждому блоку

Я£. о = 0,5&щАр£р, (12.4)

где Ар —глубина реза, м; Lp — суммарная длина реза по дан­ному блоку, м; bm=dmax-\r2dp.3 — ширина термощели; dm&x— размер максимального диаметра ; рабочей части газоструйной горелки, м; dp. з — рабочий зазор между каждой стенкой термо­щели И поверхностью термоинструмента, 8= (0,1-ь0,3)£/тах» м. Объем погашенного полезного ископаемого в пределах вы­емочной единицы блока

л Аб5щ(5щ,

(12.5)

где 5щ —расстояние между осями термощелей, пройденных по направлению продольных трещин, м; — то же для щелей, пройденных по направлению поперечных трещин, м; А«—‘вы­сота блока, м.

Объем фактически извлеченного блока в пределах выемоч­ной единицы

^ф.бп = Ус. п—Я?.п.

(12.6)

Видимое, извлечение % полезного ископаемого в пределах выемочной единицы

,-=(1\_л;.„/Уф.вп) 1оо. (и.7)

Технологические потери камня при проходке щелей сплош­ным обуриванием

Vt.o=&c.oSc.o, (12-8)

где Sc. о— площадь сплошного обуривания, м2; bc.o = hm+ + 2Ad— ширина зоны потерь, м; Лш — длина шпура, м; d — диаметр бура, мм; A=0,5оСжМ — коэффициент абсолютного значения отклонения бура от заданной плоскости на 1 м Дуре­ния.

Потери полезного ископаемого в шпурах при подготовке камня к выемке

Яш = жЙ,пЛшП/4, (12.9)

где dmn — диаметр шпура (скважины), м; п — число шпуров-.

Потери облицовочного камня в забоях из-за трещиновато­сти (ПЭ-7) обусловливаются экономической нецелесообраз­ностью отработки участков с повышенно развитой хаотической трещиноватостью и оставлением этих запасов в недрах и мо­гут быть определены по формуле

П'^^ЗучН', - (12.10)

где 5уч—средняя площадь участка с повышенно развитой хао­тической трещиноватостью, м2; Л' — мощность залежи на этом участке, м.

Общие эксплуатационные потери облицовочного камня при добыче (ПЭ-1, ПЭ-2, ПЭ-3, ПЭ-4, ПЭ-5, ПЭ-6, ПЭ-7) определя­ются как сумма вышеприведенных потерь

л;в = л11 + яв + я?.„ + ус.„ + лш + я;р. ;Д'п,"(12.11)

Потери-отходы камня в кровле при производстве скальной

вскрыши Пк (ПЭ-8) определяют как

Як -SVl,:. (12.12)

где (!z=6dmn—1 — мощность зоны разубозкивания свежегй

камня взрывами при отбойке скальной вскрыши, теряемой впо^ следствии при добыче, м.

Потери-отходы полезного ископаемого при расколе моноли­тов на блоки буроклиновым, электрогндравлическим, гидро­клиновым, невзрывчаТым разрушающим средством и другими способами Л0р (ПЭ-10, ПЭ-12, ПЭ-17, ПЭ-16, ПЭ-15) обуслов­лены разубоживанием камня шпуровым; бурением, отсутствием информации по анизотропии и трещиноватости, колочной

пассировкой и могут быть определены расчетным путем из за­висимости

Пор = Уит V мон&в, (12.13)

где Умон — объем монолита, раскалываемого на блоки, м3; йв — коэффициент выхода блоков при раскалывании монолита.

Коэффициент зависит от способа подготовки камня к .выемке и устанавливается для каждого карьера промышлен­ными экспериментами; его значения по данным исследований колеблются в интервалах: для мелкозернистых гранитов и габ­бро—от 0,75 до 0,90, для лабрадоритов — от 0,70 до 0,85, для среднезернистых гранитов, гранодиоритов и других пород —от 0,70 до 0,80, для рапакиви —от 0,65 до 0,75, для крупнозерни­стых гранитов— от 0,60 до 0,80.

Потери-отходы, обусловленные нарушением монолитности камня при производстве взрывов одиночных скважинных заря­дов (ПЭ-13),

Я1р = 900Ам^шп, (12.14)

где Ам— высота отделяемого монолита,, м.

Потер и-отходы, обусловленные нарушением монолитности камня при производстве взрывов серии мелкошпуровых порохо­вых зарядов (ПЭ-13),

Явр = 9(ХИШпАмП. (12.15)

Потери-отходы, обусловленные нарушением монолитности камня при отделении монолита взрыванием одной нитки дето­нирующего шнура в воде (ПЭ-13),

Я»р. дш ™ 7йшПкиЬ, (12.16)

где’ Ь — длина отбиваемого монолита, м.

Эти же потери-отходы при взрывании одной нитки ДШ в воздушной среде

Явр, дШ ” бсЕщпАмХ-- -■ (12.17)

Потери-отходы камня при завалке, погрузке, транспорти­ровке, разгрузке, складировании и сортировке блоков (ПЭ-11) при нормировании

Яб^ЫЖб.п, (12.18)

где 2Кб.п — планируемый объем выпуска блоков на год, м3; А$—коэффициент, учитывающий бой блоков при погрузочно- разгрузочных работах и транспортировке (при завалке блоков лебедками с последующей нижней погрузкой имеет прибли­женное значение 0,03; при верхней погрузке без завалки ле­бедками— 0,01; при комбинированном способе — 0,02).

Общие эксплуатационные нормируемые потери-отходы (ПЭ-8, ПЭ-9, ПЭ-10, ПЭ-11)

Пь. о — Дк + ДорН- Явр гЬ Явр “ЬЯвр. дш + явр. дш + Я$. (12.19)

Фактические потер и-отходы облицовочного сырья за отчет­ный период П\*п. о. ф определяются из зависимости

Яп. о. ф" Уп—с1$— Яф, ' (12.20)

где Яф-^ фактические эксплуатационные потери камня при до­быче, м3.

Объем Яап.о.ф контролируется на предприятии взвешива­нием потерь-отходов на весах в соответствии с Межотраслевой инструкцией по определению и контролю добычи и вскрыши на карьерах.

Если по условиям технологии ведения горных работ невоз­можно применение прямых методов для определения потерь, могут быть использованы косвенные методы, основанные на ре­шении уравнений баланса горной массы и блоков в ней при добыче

Л==Уп—Яэ;

(12.21)

(12.22)

Д4Ф ~ V пСв 1— ЯзСв

Основным недостатком косвенного метода является недо­статочная ' точность и невысокая оперативность, поэтому при­менение этого метода допускается лишь в тех случаях, когда использование прямых методов невозможно по горно-геологи­ческим или техническим условиям. При этом объем погашен­ных балансовых запасов Уп определяется с учетом данных де­тальной эксплуатационной разведки горноподготовительных и добычных выработок методом параллельных (вертикальных или горизонтальных) сечений общепринятыми маркшейдерскими методами путем суммирования всех объемов между смежными сечениями.

' Площади сечений и расстояния между ними определяются по маркшейдерской графической документации, составляемой в масштабе 1 :500 й крупнее палеточным способом или плани­метром. Расстояния между сечениями определяются графиче­ски с точностью 0,2 мм (0,1 м в натуре).

Для надежного определения объемов число используемых сечений должно быть не менее восьми при сложных условиях залежи с коэффициентом вариации сечения свыше 20%; для остальных случаев число сечений может быть меньшим, но не менее четырех, как для условий простой залежи, с коэффици­ентом вариации сечений 10 %.

Расчетный выход блоков Св берется из геологического от­чета, по результатам которого утверждены запары.

! х 42»

Количество добытой горной массы Д определяется обще­принятыми маркшейдерскими методами в соответствии с тре­бованиями Межотраслевой инструкции по определению и контролю добычи и вскрыши на карьерах, фактический вы­ход блоков — путем деления объема фактически добытых бло­ков на объем добычи полезного ископаемого.

Графо-аналитические методы могут применяться для определения потерь и потерь-отходов при различной техноло­гии добычи и переработки и основываются на специальных графиках, составляемых маркшейдерами на основе результа­тов учета количества добытого полезного ископаемого и бло­ков.

Статистические методы рекомендуется применять для определения потерь при переработке камня, в местах завалки и погрузки при добыче, транспортировке, сортировке и раз­грузке. Они основываются на проведении наблюдений, коли­чественного учета и обработки многочисленных статистиче­ских данных, а целесообразность применения этого метода устанавливается техническим руководством предприятия.

Размеры (нормы) потерь, потерь-отходов и показателей использования недр рассчитываются в планах развития гор­ных работ, согласовываются с органами Госгортехнадзора и утверждаются вышестоящей организацией на каждый кален­дарный год.

1. Формирование потерь и отходов при механических способах подготовки

Количественные потери камня при подготовке его к вы­емке этим способом незначительные. Они формируются при бурении скважин, шпуров, выбуривании щелей и недостаточ­ным селективным разделением затронутых и свежих пород при их добыче в верхних горизонтах, по причине, которого часть делового камня попадает в отвал пустых пород.

Качественные потери камня при этом способе значительно превосходят количественные. Они обусловлены, в основном, завышенными неровностями скола лицевых поверхностей бло­ков И большим объемом ИХ'Повторной колонной пассировки.

Основными причинами разубоживания камня являются раскалывание породы без учета оптимальных направлений раскола и недостаточное изучение его структурных и анизо­тропных свойств; отсутствием обоснований по выбору и при­менению технологических параметров механических способов подготовки к выемке, таких, как межшпуровые расстояния, глубина бурения шпуров, допустимые значения высоты рас­калывания и предельного отклонения направлений раскола от направлений анизотропной делимости породы. Существенное

значение имеет при этом раскрой монолита на блоки по опти­мальным значениям.

Неровности скола лицевых поверхностей блоков могут су­щественно быть уменьшены на основе создания дополнитель­ного ослабления плоскости раскалывания шпурами перфора­торного бурения, разработкой и внедрением в практику тех­нологических схем бурения ослабляющих шпуров в плоскости раскола, в основу которых закладывается показатель удель­ного ослабления плоскости раскалывания.

При гидроклиновом расколе камня неровности скола гра­ней блока и производительность работ по его выкалыванию зависят от обоснования площади откола на один закладной клин с учетом структурных свойств. породы, шага установки гидроклиньев, динамического предела прочности породы на откол и ее анизотропных свойств, удельной величины ослаб­ления плоскости раскалывания шпурами перфораторного бу­рения и их размещением в плоскости раскола, а также рас­положением плоскости направленного раскалывания относи­тельно направления анизотропной делимости.

Раскалывание отделенных от массивов монолитов на то­варные блоки буроклиновым, гидроклиновым и электроим- пульсными установками рекомендуется производить по ра­циональным направлениям раскола, применяя при этом опти­мальные схемы бурения шпуров, показанные на рис. 12.2.

*д*

а

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| [ |  |  |  |  |  |  |  |  |  | л | а |  | % |  |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  |  | 1 | |  | а |  |  |  |  |  |  | 1  а? |  |
|  | |  | |  | |  | |  | %  •с |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Т |  | зж |  | Т |  |  |
|  |  |  |  |  |  | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ТС‘ |  | тс | | тс | У |
| е | | | | | | |
| Г | ТСР | >ттт | | тс | | \* 1 |
| ж | | | | | | |
| р |  | \*\* |  |  | тг | ч |

3

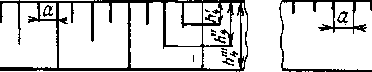


Рис. 12.2. Схемы .бурения шпуров при расколе монолита на блоки (Я т- высота монолита; Н — глубина бурения):

а — А—Я; 6 — А'=2/ЗЯ, НН~Н- в—А'■= 1-/3Я, А"=Я; г —А' = 1/3Я, А"-2/ЗЯ, А"-Я; д — А'= 1/ЗЯ, А"=Я; е — А'=1/ЗЯ, Л"=Я; ж — Л=2/ЗЯ; з — 1/(2а)Я<А\*£1/ЗЯ

Г "г~г



Для мелкозернистых гранитов оптимальным вариантом схем бурения шпуров следует признать вариант Ь, для круп­нозернистых порфировидных гравитрв, рапакиви, лабрадори­тов — варианты а, б, ж, для среднезернистых гранитов — ва­рианты^, г, д, е (см. рис. 12.2)..

При раскалывании отделенных от массива монолитов на блоки, гидроцлиновыми установками направленный откол воз­можен созданием напряжений в необходимых плоскостях при групповой работе нескольких закладных клиньев и при синх­ронном их действии на откол. Площадь откола на один закладной клин (5о) зависит от прочности, текстуры и анизо-' тройных свойств камня, от значений шага установки гидро­клиньев I, удельной величины ослабления плоскости раскалы­вания шпурами перфораторного бурения -Ип. б и схем их размещения относительно плоскости раскола, а также от давле­ния р в системе и может приближенно определена в зависимо­сти (5.7)

Величину удельного ослабления плоскости раскалывания шпурами перфораторного бурения Vп. б рекомендуется опре­делять по зависимости (5.5).

Рекомендуемыми наиболее рациональными параметрами гидроклинового раскола гранитов, габбро и лабрадоритов яв­ляются значения: / = 0,5-Н),6 м, С/П;б—0,2-5-0,4 м, ^ш.ц= —42 мм, й=0,9-\*-1,0, р—40-^50 МПа. Шаг бурения ослабляю­щих и закладных шпуров а=0,15-^0,25 м для лабрадоритов и крупнозернистых гранитов, о=0,3-М),4 м для среднезерни­стых и мелкозернистых гранитов. Глубина бурения шпуров для лабрадоритов, рапакиви и порфировидных гранитов кш = — (2/з^-3Л)^; Для мелкозернистых и среднезернистых гранитов

(7з-^2/з)Я. ...

Значительное снижение потерь камня при его добыче, уве­личение выхода блоков из добытого полезного ископаемого обеспечивается применением на карьерах\* большегрузных автомобилей и кранов повышенной грузоподъемности, позво­ляющих увеличить добычу крупных блоков I и II групп по ГОСТ 9479—84. '

При выбуривании блоков станками, ударноврубовыми ма­шинами типа ченнелеров, агрегатами проходки щелей, канат­ными пилами, баровыми машинами, дисковыми пилами и дру­гими механизмами, работающими на принципе резания, ска­лывания, ударного механического разрушения и бурения породы, количественные потери составляют ту часть камня, ко­торая теряется в процессе выбуривания щели. Качественные потери представляют в данном случае испорченную шпуро­выми отверстиями зону камня, так называемую «гребешковую зону» и неровностями скола лицевых поверхностей. Количест­венные потери от бурения снижаются с уменьшением диа-

метра шпура (скважины), но объем разубоженного шпурами камня при этом увеличивается из-за отклонения бура от за­данной плоскости бурения ввиду большого сопротивления по­род бурению и неточности установки бураН в заданной\* пло­скости. V

В целях обеспечения плоскостности выбуривания станки необходимо устанавливать на спецкально выставленные и предварительно отгорнзонтированные по направлению буре­ния щели два швеллера, обеспечивающие^ перемещение по ним станка. Эффективным следует признать, конструирова­ние, изготовление и внедрение в практику специальных агре­гатов проходки щелей, основанных на использовании ударно­врубовых станков. ■

1. Формирование потерь и отходов , \_ при физико-технических способах подготовки -

Термический способ прореза опережающих щелей явля­ется весьма эффективным в процессе подготовки камня к; вы­емке на месторождениях с высокой монолитностью породы и слаборазвитой природной трещиноватостью. Он обеспечивает высокое качество блоков.

Между тем, несмотря на прогрессивность этого способа, эксплуатационные количественные потери камня при этом остаются большими (до 10% и более). Источниками образо­вания потерь при термогазоструйном прорезе опережающих щелей являются:

несовершенство технологических схем прореза щелей в массиве;

конструктивные недостатки газоструйного термического инструмента;

необоснованность применения способа для резания пород с не соответствующими для этих целей физико-техническими свойствами;

низкая квалификация операторов-термистов.

Размеры потерь формируются площадью прореза, шири­ной щели и размерами вырезаемого блока: Площадь прореза регламентируется, с одной стороны, расстояниями между пер­вично-пластовыми трещинами или в случае их отсутствия — высотой горизонтального сбоя и, с другой стороны, расстоя- ниями между вертикальными трещинами соответствующих систем либо при их отсутствии —линейными размерами вы­резаемого блока в горизонтальной плоскости. Ширина термб- щели зависит от диаметра рабочей части газоструйной го­релки, рабочего зазора между стенкой щели и поверхностью термоинструмента и ширины зоны оплавления породы, зави­сящей от температурного режима терморезака и физико-тех­нических свойств разрезаемой породы. ■

При проходке щелей термо­газоструйными горелками необ­ходимо максимально использо­вать развитие на участке при­родных трещин отдельностей. На рис. 12.3 показаны рациональные технологические схемы резания щелей в гранитном массиве в за­висимости от наличия и разви­тия трещин отдельностей. Для снижения потерь гранита при его добыче с применением газо­струйных терморезаков рекомен­дуется:

разметку линий резания ще­лей производить с учетом разви­тия природных трещин отдель­ностей;

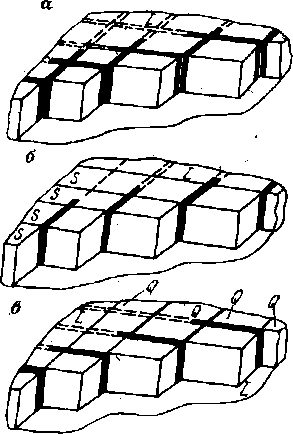


Рис. 12.3. Технологические схемы термического прореза щелей в мо­нолитном массиве при наличии трещин:

а — пластовых 1; 6 — пластовой Г и продольной 5; в — пластовой Ь и по­перечной О

выбирать оптимальный объем вырезаемого из массива блока;

газоструйные термические ин­струменты изготовлять с воз­можно минимальными диамет­рами горелок.

Для работы на склонах с кру­тизной свыше 20° рекомендуется применять специальные держа­тели термоинструментов с горизонтальным мостиком для опе­ратора.

Эффективным с точки зрения снижения потерь камня при резании щелей следует считать применение газоструйных камнерезных машин типа У ГР-2, УГР-3, УГР-4, которые обеспечивают уменьшение ширины щели в 1,5' .раза вслед­ствие:

жесткой установки в заданном направлении направляю­щей рамы, что позволяет камнерезной машине перемещаться только в плоскости резания;

размещения и жесткого фиксирования в камнерезной ма­шине в одной плоскости терморезаков, обеспечивающих их работу только в заданной плоскости прореза;

отсутствия колебаний терморезаков в вертикальной плос­кости, чем достигается минимальный зазор между поверх­ностью горелки терморезака и стенкой термощели.

При одинаковых диаметрах горелок ширина прорезаемой щели резаками прямоточного типа на 10—12% меньше, чем ширина щели, прорезаемой термобуром пульсирующего типа, что объясняется его повышенной вибрацией.

1. Образование потерь и отходов при взрывном способе подготовки

При производстве взрывных работ по снятию скальных по­род вскрыши количественные потери блочного камня вызваны как неточностью вертикального оконтуривания геолого­разведочными работами кровли, что обусловливает последую­щую совместную выемку вскрышных пород и блочного камня, так и повреждением монолитности камня. При проходке раз­резных и врубовых траншей имеют место только качествен­ные потери, выражающиеся, с одной стороны, уменьшением выхода блоков высших групп из добытого полезного ископае­мого и увеличением доли добычи блоков низших групп в сопо­ставлении с потенциально возможной блочностью разрабатывае­мого массива и, с другой стороны, общим уменьшением фак­тической блочности из-за нарушения монолитности камня взрывными нагрузками.

При контурном взрывном отделении монолитов от мас­сива с помощью ДШ формируются только качественные по­тери, обусловливающие нарушение сплошности камня взрыв­ными нагрузками и откольное трещинообразование в зоне действия первого и последнего зарядов.

Отделение монолитов метательными ВВ обусловливает только качественные потери, выражающиеся уменьшением выхода блоков из добытого полезного ископаемого и умень­шением доли крупноразмерных блоков в общем объеме их до­бычи. Эти потери обусловлены разрушением монолитности камня взрывами и сколом углов монолитов из-за смещения центра заряда в толще, массива по отношению к расчетному положению.

1. Учет потерь н отходов . у

Для обеспечения достоверности и оперативности определе­ния показателей полноты и качества использования недр, по­терь и отходов полезного ископаемого при добыче на пред­приятиях необходимо обеспечивать точный учет количества и качества добываемого полезного ископаемого, потерь и показа­телей использования недр в разрезе участков, уступов, забоев и достоверность их подсчета. И лишь в порядке исключе­ния в отдельных случаях с разрешения вышестоящих органи­заций и по согласованию с местными органами Госгортехнад­зора допускается производить учет этих показателей по груп­пам смежных выемочных единиц или по предприятию в целом.

Учет потерь, потерь-отходов, добычи и других показателей извлечения из недр должен отражать конкретное место их об­разования, время, стадии производственных Процессов,'откло\*

нения от планово-нормативных уровней и состояние потерян­ного полезного ископаемого.

Расчет коэффициентов извлечения камня из недр и величин потерь, потерь-отходов производится только на основании до­стоверного определения исходных величин по количеству До­бытых и погашенных запасов, добычи блоков, потерь и отхо­дов в добытом полезном ископаемом. Потери неотбитого камня в неотработанных участках (бермах, целиках и т. п.) отражаются на маркшейдерской и геологической документа­ции с соблюдением принятых условных обозначений.

Запасы во временных целиках ■ при полной их потере спи­сываются по мере погашения предохраняемых целиком выра­боток, а также списываются в случае частичной потери запа­сов в целиках по мере отработки этих целиков.

Балансовые запасы, не подтвердившиеся или оказавшиеся некондиционными^ в процессе разработки как потери не учи­тываются, а списываются с баланса или переводятся в группу забалансовых в соответствии с Положением о порядке списа­ния запасов полезного ископаемого с баланса горнодобываю­щих предприятий.

Основной целью учета показателей использования недр при добыче является: контроль полноты и качества отработки запасов облицовочного камня; контроль за соблюдением про­ектных и нормативных показателей использования недр; уста­новление причин и выявление мест образования потерь, отхо­дов и снижения качества добываемых блоков; разработка организационно-технических, мероприятий по повышению эф­фективности использования недр; учет движения запасов.

Определение потерь должно производиться преимущест­венно прямыми методами. В случае невозможности примене­ния прямых методов могут быть использованы косвенные ме­тоды. ,

Учет потерь, отходов и показателей использования недр рекомендуется производить один раз в полугодие либо после завершения полного цикла добычных работ, если они по сроку меньше полугода. Этот учет ведется в специальной книге по :: формам, приведенным в табл. 12.1,12.2.

Основная часть потерь облицовочных камней при добыче : приходится на различного рода целики и бермы, точность вы- | числения потерь в которых зависит от точности определения площади целиков и мощности залежи камня в них. Оценка точности этих потерь производится на стадии проектирования! карьера. — ,|

Относительная погрешность (%) определения потерь в ■.|

ликах

Шп ц = ± л/^5 ц + /Я?.ц , (12.23)

**Книга учета полноты извлечения, потерь и потерь-отходов при разработке месторождения облицовочного гранита**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 2  Б\*\* а  в я | н 3 \*  « ' я 2 в  \* я л я 5 я  м о ■ а \*  Е я Ч \* г: - | |  |
| Коэффициент  изменения  качества | еННЭ№ИХ.ХВф |  |
| ЦНН«К13НС10н | ' |
| Коэффициент извлечения нэ недр | димээьнхнеф |  |
| цпнвяхекйон |  |
| ?  а  §  X  о  ч  т  «9  к , | зон  •01Л9 ХИННОИПи’Ь'НОН №0X143 укнээьнххвф | - |
| ,н от \*оло|» -ЭЕ ион эн охонеэи'оц | ' |
| Погашено  запасов | яон  -вид хиннонцн№нон №охнв нннхэаэвй |  |
| ,И Э1Ч1 ‘олок -эвиомэн олон£Э1гои |  |
| кннэтв^и | |  |
| виЛхэА г\“ | |  |
| нжэ!ГЕЕ эинвяонэиивн | |  |

**Эксплуатационные потерн полезного. ископаемого**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | м ■ О  \* к \* Ы \* 2 г£ ю £ Я  ■ у«£&2, | ЭИЯОЭЬНХМНф |  |
| О | 5 Аї1" ?  -А. (- я К  — о е.п.г  «во§\*о | эмнатвнйон |  |
| о  г  V  сз  X  $ | , 6  ^ « Й 8!  |Э§2» | ЭНЯЭЭЬНЛНВф |  |
| А  О  9  О  О  X  о  V | Б забс вызваш трещин  ТОСТЬЮ к  рожде; | эпнаихвнбон |  |
| §  с  о  и  о  в  л  5  ?  о | [, прорезах, т, д,, при блоков от рных пород | ВИХЭЭЬИХЯрф |  |
|  | В пропила? шпурах и отделении массива го | эгзннихвнсГон |  |
|  | х X .  \* ' Э“ = \*  І діві | ЭННЭЭЬИХНЕф |  |
|  | т о, « £■« \* 2  И ч— | апнвихвнбон |  |
|  | V і к Ч\*їя в © X О о ї ю к | ЭИНЭЭЬНХНВф |  |
|  | ■ \*\*£.£ | эннанхвпбон |  |
| 4»  в  Я  и  а | 1 . '  | о Зі | ЭННЭЭЬКХНеф |  |
| г  а | 5е\*\*«  3“3?я  а | эннаихемсЮн |  |
|  | м « Я  “\*\*5  1  х \* о я \*\*(. х ; о | ЭИХЭЭНИХНВф | ‘ |
|  | 1« о. ЇЇ ЧЇ ^о. ф \*— а?  а О.  ® £\*3 | ЭПИЯИХВИбОН |  |
|  | иЧхэ^ |  |  |

где т6 ц — относительная погрешность суммарной площади по­терянных целиков, %; тщ — относительная погрешность сред­ней высоты целиков, %.

Относительная погрешность (%) суммарной площади целиков т5Ц = (12.24)

где таг — относительная погрешность определения площади от­дельного целика, %; пц — число целиков.

Относительная погрешность (%) средней высоты целика

*ти*

*100 taI*

(12.25)

где (— коэффициент вероятности (при вероятности 90 % ра­вен 1,7); /г— средняя высота целиков, м; о\* — среднеквадрати­ческое отклонение мощности целика от среднего его значения, которое вычисляется по формуле среднеквадратической вели­чины изменчивости показателя:

V

*za2{*

—if - (12.26)

Ai — отклонение мощности от среднего значения. По формуле (12.25) вычисляется и величина та;.

Количество погашенных балансовых запасов определяется теми же методами параллельных вертикальных или горизон­тальных сечений, что и объемы целиков, поэтому вычисление погрешностей объемов погашенных балансовых запасов про­изводится аналогично погрешностям потерь в целиках. Для более надежного определения объемов необходимо обосно­ванно выбирать число сечений в зависимости от варьирования формы. Так, при коэффициенте вариации сечений до 10—15% число сечений должно быть не менее 4, а при вариации сечений свыше 20 % — не менее 8.

При оценке потерь в кровле, при проходке горноподгото­вительных выработок (термощелей, щелей сплошного обури- вания, в шпурах, пропилах) прямыми методами погрешности измеряемых величин определяются по формуле (12.26).

В случае вскрытия явно выраженных закономерных изме­нений определяемых показателей за погрешность следует при­нимать среднеквадратическую величину случайной изменчи­вости, для вычисления которой целесообразно использовать метод последовательных разностей, детально изложенный в Отраслевой инструкции по определению и учету потерь по­лезного ископаемого при добыче блоков облицовочного камня. ■ ^ >

: Точность, надежность и оперативность размеров потерь об­лицовочных камней при добыче сводятся к более полному использованию имеющейся на карьерах информации о пока­зателях количества и качества добываемого полезного иско­паемого.

Т2;2. ПОТЕРИ И ОТХОДЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ КАМНЯ

Несмотря на существенно возросший за последние годы технический уровень камнеобрабатывающей промышленности, проблема сокращения потерь исходного сырья остается в чи­сле наиболее важных и актуальных. Степень решения этой проблемы в конечном счете предопределяет технико-экономи­ческую эффективность использования изделий из, облицовоч-

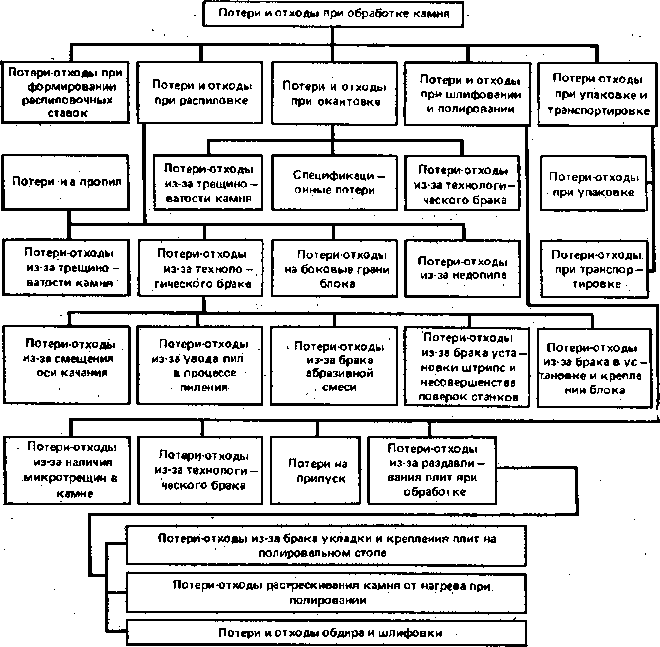


Рис. 12.4. Классификация потерь при обработке камня 432

ного камня в строительстве. Суммарные потери при обработке в зависимости от вида камня и принятой технологии колеб­лются в пределах от 25 до 85 %.

Потери и отходы при камнеобработке разделяются на три группьк технологические; . естественные; спецификаци- онные.

К технологическим потерям относятся потери на пропил, потери из-за технологического брака, потери на боковые грани блока (корки), потери на недопил, на припуск. К естествен­ным потерям относятся потери из-за трещиноватости. Специ- фикационные потери связаны с необходимостью разрезать заготовки на плиты в соответствии с размерами по заданной спецификации. Потери и. отходы можно классифицировать по трем основным процессам обработки камня; распиловке, окан­товке, шлифовке-подировке. (рис. 12.4).

1. Потери при распиловке

Распиловка блоков на плиты-заготовки представляет со­бой второй после добычи процесс, где процент потерь очень высок. Поэтому весьма важно сократить эти потери до мини­мума.

Технологические потери. Потери на пропил в группе технологических потерь при распиловке являются самыми значительными и составляют от 11,7 до 28,6%. Они обусловлены, главным образом, шириной пропила, т. е. зави­сят от толщины применяемого режущего инструмента.

При распиловке блоков камня средней твердости и мягкого камня в отечественной промышленности широко используют алмазные штрипсы, обеспечивающие незначительную ширину пропила.

Сравнительные данные отечественных алмазных штрипсов и штрипсов фирмы «Диамант Бор» (Бельгия) приведены ниже. '

Распиливаемый камень Мрамор, травертин, Габбро

ракушечник и т, п.

Размеры штрипсов сю ТУ 2-037-102—73, мм:

толщина корпуса 5 5 1

ширина алмазоносных брусков 7 8

ширина пропила ....... 8 9

Размеры штрипсов фирмы «Диамант Бор» (Бель­гия), мм:

толщина корпуса . . , 3 3,5 .

ширина алмазоносных брусков . ..... 4,2; 4,5 4,5; 4,8: 5

ширина пропила . . . 5 6

Перевод отечественных штрипсов на корпуса из высокока­чественных сталей может обеспечить сокращение ширины пропила на 33—37 % и потерь на пропил на 11—17%. Потери на пропил можно значительно сократить использованием для распила алмазно-дисковых станков, однако отсутствие серий­ного производства такого оборудования и отрезных кругов большого диаметра\* а также низкое качество корпусов этого инструмента сдерживает внедрение.

Распиловка гранита и пород аналогичной прочности осу­ществляется гладкими стальными пилами со свободным абра­зивом. Принято считать, что ширина пропила в данном про­цессе равна толщине штрипса плюс четыре диаметра основ­ной фракции дроби.

Уменьшение потерь на пропил заключается в переходе на использование более тонкого полотна (штрипсы) и мелкую дробь. Это, например, использование штрипсов из стали Ст 65Г толщиной 3,5—4 мм с применением в качестве сво­бодного абразива мелкой чугунной дроби диаметром 0,8—1 мм.

Сокращение ширины пропила требует перестройки си­стемы подачи абразива на рамных станках с установкой ин­дивидуальных насосных установок. В качестве пульпы при распиловке используется смесь, состоящая из чугунной дроби, шлама и гашеной извести.

Сопоставительные данные по старой и новой технологии приведены ниже.

Толщина штрипсов, мм 8—10 3,5—4

Диаметр дроби, мм 2—3 0,8—1

Усредненная ширина пропила, мм 17 8

Фактический выход полуфабриката, м^/м3 15,8 18,8

Материалоемкость полуфабриката, м^м3 0,0635 0,0533

. Потери из-за технологического брака явля­ются, как правило, следствием увода пил в процессе распи­ловки, приводящим к появлению неплоскостности (клиновидно- сти, волнистости) и прочим характерным видам брака. На не­которых предприятиях этот вид потерь составляет., до 10%. Эти потери наиболее значительные на станках с клиновой си­стемой натяжения пил, которая не обеспечивает равномерности натяжения, что приводит к потере устойчивости пил и, следо­вательно, к искривлению плоскостности распила.

Реальные возможности полного устранения запилов при пи­лении полосовыми пилами весьма ограничены, так как, с одной стороны, для сохранения устойчивости пилы необходимо по мере ее износа увеличивать растягивающие усилия, а с дру­гой— эти усилия надо снижать во избежание обрыва пилы вследствие уменьшения ее поперечного сечения. Особенно важ­ное значение имеет обеспечение надежного крепления блока на тележке станка (без раскачивания), что достигается путем ■ придания нижней грани блока ровной поверхности и использо­вания для его крепления гипсового раствора. Верхнюю грань

блока, если она имеет значительные отклонения от горизон­тальной плоскости, рекомендуется подпиливать для создания плоской поверхности, благодаря чему достигается равномерное распределение абразива или охлаждающей жидкости (воды), что обеспечит равномерные усилия работы инструмента. Кроме того, целесообразно производить замоноличивание боковых по­верхностей блоков при значительных отклонениях плоскостей от прямого угла.

Значительно меньше потерь из-за технологического брака получается при алмазной распиловке блоков с использованием гидронатяжкых механизмов, позволяющих создавать равномер­ное натяжение пил и автоматически поддерживать его на за­данном уровне. Алмазная распиловка однородного камня при соблюдении технологического режима дает возможность ис­ключить запилы.

Однако при распиловке неоднородных видов камня, осо­бенно мрамора с большим числом кварцевых включений, еще имеют место явления запилов. Для устранения брака в этих случаях необходимо увеличивать жесткость инструмента. Это достигается разными способам»: применением более толстых и высоких пильных полотен, установкой пил с нижним эксцен­триситетом относительно их продольной оси. Оптимальная ве­личина эксцентриситета для отечественных алмазных пил на­ходится в пределах 25—35 мм.

Важное значение имеет выбор оптимальных значений ско­рости рабочей подачи начальной стадии распиловки. Так, при алмазно-штрипсовой распиловке скорость подачи должна со­ставлять 50—70 %, а при распиловке с использованием дроби — 25—30 % оптимальных ее значений до заглубления штрипсов в камень.

Потери на боковые грани блока находятся в непо­средственной зависимости от качества блоков, поступающих на распил. При распиловке блоков, добытых с помощью камне­резных машин, величина потерь минимальна и не превышает 1,5—2%, а при распиле блоков, добытых иными способами, например буроклиновым, потери составляют до 8—10 %. По­этому пассировка блоков, обеспечение точности геометриче­ской формы — один из основных вопросов, решение которого (с помощью гидроклиновых установок, НРС, термоотбойников) сократит потери на боковые грани до ишнимума.

Потери на недопил являются'следствием несовершен­ства технологии распиЛовки, имеются на многих предприятиях и должны быть полностью исключены. Для этого нужно рас­пиливать блоки на всю высоту, не оставляя недопилов, что обеспечивается выполнением следующих требований:

соблюдение правил формирования ставок (крепление те­лежки и блока на тележке, выравнивание верхней поверхности

2 Т' Д чтобы исключить всякую возможность переме­щения, блока в процессе распила; - ”

„™Г?ЩеНйе ставочной тележки специальными приспособле­ниями (клинья, Гребенки, струбцины, прижимные ВИНТЫ ИТ Д \* ■

вып°лкение требований технологии распиловки камня (технологической карты распила).

по ™Лвственные потери из-за трещиноватости блоков величине для некоторых видов камня являются наибо-

тельноГйС1иВеННЫМЙ' На выход облицовочных изделий значи­тельное влияние оказывают размеры трещин. Особенно воз­действуют мнкротрещины, которые по своему характеру могут быть открытыми и закрытыми, т. е. заполненными коричными

уп^1?вЛаМЙ (кальцит) ИЛЙ цементирующими веществами. Вы- од изделии зависит не только от вида трещин, но и от их про­странственного расположения в распиливаемом блоке а также от частоты их проявления. ГОСТ 9479-84 не д^ускает нал\*

менмпйбЛ0КаХ КаМНЯ б0Лее 0ДН0Й тРеЩины длиной до 7з най- гоанн Н?Ха ГраНИ’ распространяющейся на две смежные

также извилирти!\* Й3 мрамоРа (кроме белого) допускаются также извилистые трещины, выходящие на две смежные грани

Исследованиями и практикой установлено, что наличие в блоке микротрещин не является препятствием ;Ля прения^тонких Облицовочных плит (10—15 ММ), в то же время очень тонкие

доК20 ^»еЩИНЫ огРаничийают минимальную толщину плит до 20-30 мм, а тонкие закрытые до 40 мм. Визуальный метол

ны^Кп качества блоков не всегда оказывается достаточно точ- ным, поскольку последние могут иметь скрытые дефекты <тое- щины, каверны и т. п.), которые нельзя обнаружить^ри про-

~нСь,ТР! ПОВСРЛ"0СТИ камня- В последнее время Р„а иге™™ Камнеобрабатывающих предприятиях проведены

пни П° использованию Ультразвуковой дефектоско-

ппс.?Нг.е,Н„п11ТеПеНИ трещиноватости блока дает возможность прогнозировать выход продукции и позволяет определить неле-

Гп=ТЬГ0браб0ТКЙ бЛ0Ка и заметить рациоТа^ схГму

блокГ?пабои™апппЛЖНа обеспечить правильную ориентацию

олока в рабочем пространстве распиловочного станка пои ко- торой плоскости пропилов должны быть параллельны плоско- сти основной трещиноватости (или слоистости). ьвы плоско

вает "н-т Рл1“т камнеобр'абатывающих предприятий показы- ри пРавильно выбранной схеме распиловки потери

сырья из-за трещиноватости можно сократить на 25^35 % Р

нал^йыуЛ^тянаНИе технР£°™ распила с применением ортого-

читйл^п ДЭков ТИпа ВР'66 или однодисковых позволяет зна­чительно увеличить выход изделий с I м3 блоков

ЦИЙ пГаЛпГппр!РеМЯ разработан ряд дополнительных опера­ций по армированию плит-заготовок при помощи асбошифер-

436

ных полосок, наклеиваемых на тыльную сторону плиты. В ка­честве клея используются составы на основе полиэфирной смолы ПН-1.

1. **Потери при окантовке и шлифовке-полировке**

Величина суммарных потерь .при окантовке и шли­фовке-полировке находится в пределах 12—15% общей площади плит-заготовок после распиловки, что соответствует размеру потерь 2,5—15 % по отношению к объему перерабаты­ваемых блоков.

Потери на пропил и технологический брак здесь значи­тельны, причем наиболее существенные — это потери естествен­ные и спецификационные.

Естественные потери — потери из-за трещиноватости — ха­рактерны в основном для цветного мрамора, в котором они со­ставляют до 15—20 % общего количества потерь на этой опера­ции. Сокращение потерь возможно только армированием плит- заготовок.

Спецификационные потери связаны с необходимостью раз­резать заготовки на плиты в соответствии с размерами по за­казной спецификации. В этом случае при отсутствии кратности размеров заготовки заданным размерам длит значительная площадь заготовки может уйти в отходы (обрезки). Процент отходов снижается перефрезерованием оставшихся обрезков на малоразмерные плиты, однако это не всегда экономически целесообразно. Важную роль в экономичности окантовки играет правильная предварительная разметка плиты-заготовки, когда первоначально размечается наиболее крупная плита, после чего на оставшейся плоскости размечают более мелкие плиты по за­данной спецификации таким образом, чтобы предельно исполь­зовать площадь плиты.

Опыт работы камнеобрабатывающих1 предприятий показы­вает, что минимальное количество отходов при окантовке обес­печивается в процессе разрезки полуфабрикатов на плиты про­извольных размеров. В то же время требования строительства к качеству облицовочных изделий вызывают необходимость производить окантовку преимущественно по заданным раз­мерам.

Потери, при шлифовке-полировке характеризу­ются наименьшими потерями, не превышающими 2—4 % об­щего объема перерабатываемых блоков.

Технологические потери —- потери на припуск, кото­рые представляют собой слой камня, подлежащий снятию ра­бочим инструментом во время шлифования и полирования. Тол­щина этого слоя зависит от качества распиловки и соответ­ствует максимальной глубине неровностей на поверхности

плиты-заготовки. Так, для плит из гранита, получаемых в ре­зультате распила с использованием дроби, величина снимае­мого слоя камня составляет 2—4 мм, при распиловке с исполь­зованием алмазного инструмента мрамора — 0,5—0,6 мм. Это соответствует величине потерь в размере 3—8 % общего объ­ема плит или 1,5—5 % объема блока. Сокращение этих потерь возможно путем1 повышения качества распила и прежде всего абразивно-штрипсовой распиловки твердого камня, четкого со­блюдения технологической и трудовой дисциплины.

Потери на технологический брак имеют место при нарушении нормальной технологии обработки либо при ис­пользовании на этой операции несоответствующего инстру­мента.

Наиболее характерные виды технологического брака:

единичные борозды и запилы на обрабатываемой поверхно­сти, являющиеся следствием предыдущей операции обработки либо появившиеся в результате попадания под инструмент крупных абразивных частиц;

заваливание кромок и углов (чаще всего при конвейерной обработке вследствие неудовлетворительного крепления ин­струмента к шпинделю на первых операциях шлифования);

прижоги обрабатываемой поверхности, вызванные непра­вильным подбором технологических параметров обработки (не­достаточное охлаждение, неправильный подбор скорости вра­щения инструмента и т. д.);

непроработка отдельных участков плиты из-за низкого каче­ства Исходной поверхности.

Опыт работы передовых камнеобрабатывающих предприя­тий показывает, что при строгом соблюдении режима производ­ства, правил технической эксплуатации оборудования потери на технологический брак могут быть полностью исключены.

Естественные потерн — потери на трещиноватость, которые представляют собой отходы, образующиеся., при раз­давливании обрабатываемых плит под инструментом. Этот вид потерь наиболее характерен для шлифовки облицовочных изде­лий из пород камня средней твердости, особенно цветного мра­мора. Более 2/з этих потерь приходится на начальные операции шлифования (калибровка, грубый обдир),,протекающих при по­вышенных давлениях инструмента на изделие. Остальные по­тери, как правило, связаны с полировкой, вызывающей нагрев изделия, что может привести к растрескиванию плит-по на­правлениям, ослабленным системами трещин. Наиболее эф­фективными способами сокращения этих потерь является вы­бор рационального режима шлифовки-полировки, утолщение плит-заготовок путем армирования с тыльной стороны.

Расходные коэффициенты, учитывающие потери плит-за­готовок на каждой технологической операции, определяются:

Т а б л и ц а 12.3

Расходный коэффициент для различных пород

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Операция | Порода | Расходный  коэффициент |
| Распиловка на рамных станках | Гранит | 0,85 |
|  | Мрамор белый | 0,75 |
|  | Мрамор цветной | 0,60 |
| Распиловка на дисковых стан- | Мрамор | 0,7 |
| ках | Мрамор цветной | 0,55 |
| Окантовка | Гранит | 0,95 |
|  | Мрамор | 0,90 |
|  | Мрамор цветной | 0,8 |
| Шлифовка-полировка | Гранит | 0,90 |
|  | Мрамор | 0,95 |
|  | Мрамор цветной | 0,90 |

экспериментальным путем — для горных пород с намечае­мых к эксплуатации месторождений;

по данным практики производства плит горных пород на передовых предприятиях — для горных пород с разрабатывае­мых месторождений.

При отсутствии экспериментальных данных расходные ко­эффициенты ориентировочно можно выбирать по данным табл. 12.3.

Потери при хранении облицовочных изделий из природного камня, и декоративных плит на основе природ­ного камня. Минстройматериалдми СССР по согласованию с Госснабом СССР утверждены- временные нормы боя при хра­нении облицовочных изделий.

Норны потерь (%) боя при хранении облицовочных изделий

Плиты облицовочные пиленые из природного камня:

мрамора белого, мрамора цветного, мраморизоваиного извест­няка, доломита

1,1 —1,6

2,0

0,3

1,6

0,3

1.5

1,0

известняка, туфа, ракушечника, травертина, гипсового камня

гранита и других прочных пород

Плиты декоративные на основе природного камня: типа I толщиной, мм:

<30

>40

армированные

типа II

типа III

Использование металлических контейнеров — важнейшее ус­ловие сокращения потерь облицовочных изделий при хранении и транспортировке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров В. А. Обработка природного камня алмазным дисковым инструментом. Киев, Наукова думка, 1979.
2. Бакка И. Т. Влияние структурно-текстурных особенностей Украинско­го кристаллического щита на добычу блоков облицовочного камня. Рефера­тивная информация. Серия — Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов. Вып. 3. М., ВНИИЭСМ, 1978.
3. Бакка И. Т. Рациональное использование сырья и пути снижения по­терь при добыче и обработке облицовочного камня. Реферативная информа­ция. Серия — Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов. Вып. 1. М„ ВНИИЭСМ, 1980.
4. Безопасность открытых работ в горнорудной и нерудной промышлен­ности (Сборник официальных материалов и методических указаний), Киев, Техника, 1981.
5. Берлин Ю. Я-, Сычев Ю. И., Шалаев И. Я. Обработка строительного декоративного камня. Л., Стройиздат, 1979.
6. Карасев Ю, Г. Процессы и технология открытых горных работ на карьерах стенового и блочного камня. М., изд. МГИ, 1982.
7. Малин В. И. Облицовка поверхностей природным камнем. М., Высшая школа, 1981.
8. Нормы естественной убыли и потерь сырья, материалов и продукции в процессе транспортирования и хранения, используемые на предприятиях промышленности строительных материалов. М., ВНИИЭСМ, 1983.
9. Олейников А. С., Мядилец Я. Н. Повышение эффективности добычи и распиловки блоков камня. Реферативная информация. Серия — Промышлен­ность нерудных и неметаллорудных материалов. Вып, 2. М„ ВНИИЭСМ, 1980.

, 10. Орлов А. М. Добыча и обработка природного, камня. М., Стройиздат, 1977.

1. Правила техники безопасности и производственной санитарии в про­мышленности строительных материалов. М., Стройиздат, 1981.
2. Сычев Ю. И., Берлин Ю. #,, Шалаев И. Я. Оборудование для распи­ловки камня, Л., Стройиздат, 1983.
3. Субботин Е. К. Эффективное использование алмазов для камнеобра­батывающего инструмента —Строительные материалы, 1982, № 8, с. 17—18.
4. Туманян Р. Г., Мерян Ф. А., Барсегян Э, Е. Оборудование для до­бычи и обработки природного камня. Каталог-справочник. М., ЦНИИТЭС- троймаш, 1980.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

1. Природный камень. Назначение и свойства 3
   1. Минеральный и петрографический состав (А. X. Кузьменко) ... 5
      1. Природный камень как вид полезного ископаемого ... 5
      2. [Магматические горные породы 8](#bookmark0)
      3. Осадочные горные породы . 15
      4. Метаморфические горные породы . . , 16
      5. Особенности геологического строения . . 17
2. '6. Приуроченность месторождений £ геоструктурным регионам 19
3. Основные физико-механические, горнотехнические и горнотехноло-

гйческие показатели. Определение, методы оценки (А. Г. Смирнов) . . 19

1. Качественные требования к природному камню (Н. Т. Бакка) . . 33
2. [Качественные требования ...... 33](#bookmark2)
3. Контроль качества камня 37
4. Применение продукции из природного, камня (Н. В. Дегтяренко) . 38
5. Номенклатура продукции 38
6. Плиты облицовочные пиленые 39
7. Архитектурно-строительные изделия . . 42
8. [Плиты декоративные на основе природного камня .... 44](#bookmark3)
9. Основные области использования природного камня ... 45
10. [Блочность, декоративность и геометризация месторождений (Н. Т. Бак­ка) 49](#bookmark5)

2.1\* Характеристика основных месторождений 49

1. Особенности разведки, оценки и опробования . . . . . . . . . 54
2. Особенности разведки 54
3. Геолого-техническая оценка запасов . . . . . . . . . 60
4. Технологическое опробование ! 61
5. Кондиции и подготовленность месторождений для промыш­ленного освоения 63
6. Оценка блочности 64
7. Трещиноватость горных пород . . 64
8. Методы оценки трещиноватости .... ...... 66
9. Закономерности развития трещиноватости . . . ... 69
10. [Характеристика отдельностей на месторождениях природ­ного камня ... . 72](#bookmark14)
11. Методы оценки блочности 73
12. Оценка декоративности . ( 79
13. Определение декоративности . 79
14. Методы оценки декоративности 87
15. Методика составления 'заключения о декоративности пород . 92
16. Декоративность камня и конъюнктура внешнего рынка . ., 93
17. [Геометриэация месторождений , 96](#bookmark15)
18. [Сущность и задачи геометризацни месторождений облицо­вочного камня 96](#bookmark16)
19. Геометризация месторождений по трещиноватости . ... 97
20. Геометриздция месторождений по блочности . ..... 98
21. Геометризация месторождений по декоративности .... 98
22. Вскрытие, подготовка к выемке и системы разработки (А. X. Кузь­менко, Н. В,-Дегтяренко) , . . 100
    1. Проектирование карьеров по добыче блоков природного камня . . 100
       1. [Режим работы карьеров . . . .  101](#bookmark18)
       2. Состав горно-капитальных работ и основные параметры

.вскрытия . ; 101

* + 1. Основные параметры карьеров по добыче блоков из массива 106
  1. Системы разработки 108
     1. Технологические процессы горных работ на карьерах блочно­го камня и способы подготовки камня к выемке . . . . . . .. 109
     2. Оптимальное разделение монолита на кондиционные блоки 115
     3. Выбор рациональной технологической схемы добычи блоч­ного камня . .... 127
     4. Система разработки и структуры комплексной механизации

добычи блочного камня 130

* + 1. [Определение производственной мощности карьеров , . . 143](#bookmark29)

1. Применение взрыва при вскрытии и подготовке к выемке природного

камня (А. Г. Смирнов, И. С. Биржишкис) 144

* 1. Влияние свойств массива на эффективность взрывного отделения

пород . . . . . 144

* + 1. [Крепкие горные породы 144](#bookmark31)
    2. Породы средней крепости . ; 150
  1. Взрывные способы отделения монолитов от массива и конструкций

зарядов ВВ 153

* + 1. Способы с применением ВВ метательного действия .... 153
    2. Способы, основанные на применении бризантных ВВ . . . 155
    3. Разрушение среды зарядами направленного действия . . 157
    4. Конструкции зарядов В В направленного действия . . . .160

4-3, Технология производства взрывных работ .... 167

1. Отбойка скальной вскрыши 167
2. Отделение блоков от массива 170
3. Технология взрывных работ в породах средней крепости . 175
4. [Паспорта на производство буровзрывных работ 177](#bookmark44)
5. Механические, физико-технические и комбинированные способы подго­товки камня к выемке . . . 182
   1. Механические способы (Н. Т. Бакка) 182
      1. Буроклиновой и гидроклиновой способы . . . 182
      2. Канатное пиление ' 192
      3. [УДарно-врубовые машины 193](#bookmark47)
      4. Баровые машины и машины с кольцевой фрезой .... 194
      5. [Вращательное, шарошечное, вибрационное и ударно-враща­тельное бурение . . . 194](#bookmark48)
      6. Дисковые пилы 196
      7. [Отрыв камня винтовыми подъемными устройствами . . . 197](#bookmark50)
   2. Физико-технические способы (Н. Т, Бакка) 198
      1. Резание камня термогазоструйными и плазменными горел­ками

52 2. Разрушение камня струей воды высокого давления . ... 2Q1

Направленный раскол породы электротехническими способами 202

1. Отделение камня от массива невзрывчатым разрушающим

средством 203

52.5. Термомеханический раскол камня . . , . . . . . . 206

* 1. Комбинированные способы (Н. В. Дегтяренко) ’ ’ ' 207
     1. [Взрывоклиновой способ ! 206](#bookmark54)
     2. Буровзрывоклиновой способ ...
     3. Термовзрь&оклиновой способ . . .........
     4. Термоклиновой способ
     5. Ударно-врубоклиновой и ударно-врубовзрывоклиновой спо­собы . . . .
     6. Канатноклиновой способ .
     7. Врубоклиновой способ
     8. Канатно-врубоклиновой способ . . . . -
     9. Канатно-взрывоклиновой способ . . .
     10. Врубовзрывоклиновой способ

1. **Транспортно-погрузочные и складские операции** 
   1. Выемка и погрузка
      1. Особенности выемочно-погрузочных работ. Характеристика

оборудования (Н. Т. Бакка) • ■

* + 1. Завалка и перемещение блоков лебедками (Н. Т. Бакка) .
    2. Выемка и погрузка окола на карьерах блочного камня (Н. В. Дегтяренко) . . . .
  1. Транспортирование (Н. В. Дегтяренко)
     1. Карьерные грузы и выбор средств для их перемещения . .
     2. Требования к карьерным дорогам
     3. Перевозка блоков автомобильным транспортом

[6.2.4; Перевозка блоков железнодорожным транспортом . . . .](#bookmark65)

* 1. Разгрузка и Складирование (Н. В. Дегтяренко) . . .....
     1. Требования к складам сырья .. , - . .
     2. Грузозахватные устройства для погрузки и разгрузки блоков
     3. Приемка, маркировка и поставка блоков природного камня

1. Способы обработки и технологические схемы производства продукции
   1. Способы обработки природного камня (Н. Т. Бакка)
   2. Термогазоструйная обработка (Н. Т, Бакка) . . . ; •
   3. Особенности производства технических каменных изделий (Н. Т. Бак­ка)
   4. Технблогические схемы производства продукции из природного кам­

ня, Рекомендации по компоновке камнеобрабатывающих заводов (В. Ф. Зубко)

* + 1. Технологические схемы производства облицовочных плит из

твердых горных пород . ;

* + 1. Схемы производства продукции из мягкого камня и пород

средней твердости

* + 1. ^Вспомогательные операции при производстве плит из твер­дого камня, пород средней твердости и мягкого камня
    2. Схемы производства облицовочных изделий на основе при­родного камня
    3. Рекомендации по компоновке камнеобрабатывающих заводов

1. Распиловка природного камня (В. Д. Грачев)
   1. Способы распиловки
      1. Распиловка полосовыми пилами со свободным абразивом .

' 8,1.2, Распиловка полосовыми пилами, армированными режущими

элементами . .

1. Распиловка дисковыми пилами, армированными режущими элементами . ,. ' •
   1. Камнераспиловочное оборудование .
      1. Штрипсовые распиловочные станки
      2. Дисковые распиловочные станки . . . . . . . - -
      3. Распиловочные станки с эластичным рабочим органом

212

213

215

215

216

218

219

220

220

222

222

222

224

228

230

230

231

232

233

234

234

234

236

238

238

244

248

251

252

253

254

254

255

257

257

259

264

266

267

269

299

312

316

443

* 1. Обеспечение распиловки природного камня полосовыми и эластич­ными рабочими органами . . . .
     1. Распиловка твердых пород природного камня штрипсовыми

пилами и свободным абразивом .. .

* + 1. Распиловка природного камня средней твердости алмазными

331

340

341

341

345

349

349

357

360

361

361

1. 371 374 379

379

383

385

385

385

388

1. 392

392

393

394

395

1. 396

398

1. 399, 401 401 403 403 407 409

412

412

412

штрипсовыми пилами

* + 1. Распиловка камня эластичными рабочими органами . . .

8.4. Распиловка камня адмазными дисковыми пилами . .

1. Рекомендации по эффективной эксплуатации оборудова­ния и инструмента . ... . ..... .
2. Конструкции алмазных дисковых пил
3. Окантовка изделий из природного камня (В. Д. Грачев)
   1. Фрезерно-окантовочиое оборудование
   2. Технология окантовочных работ . . ...........
   3. Конструкции алмазных дисковых пил для окантовки облицовочных

изделий из природного камня . .

1. Фактурная обработка (В. Д. Грачев)
   1. Фактуры поверхности природного камня
   2. Оборудование для фактурной обработки . . .
   3. Абразивная фактурная обработка
   4. Рабочий инструмент и оснастка для фактурной обработки ....
   5. Технология фактурной обработки . . . . . .
      1. Шлифовка-полировка облицовочных изделий из твердых по­род природного камня . . .'
      2. Шлифовка-полировка облицовочных изделий из мрамора .
2. Организация производства обработки камня
   1. Шламовое хозяйство и оборотное водоснабжение (Л. С. Сачков)
      1. Система производственного водоснабжения и гидротранспорт

шлама

П.1.2. Выбор схемы очистку производственных стоков . . .

1. Расчет шламоотстойника
2. Система водоснабжения
   1. Энергоснабжение (Л. С. Сачков) . . \* . .
      1. Выбор напряжения внешнего электроснабжения камнеоб­рабатывающих заводов ...
      2. Определение электрических нагрузок . : : ......

11.2Д Электрическое освещение . у

* 1. Внутризаводской транспорт (Н. В. Дегтяренко)
     1. Подъемно-транспортные машины и приспособления ....
     2. Транспортирование готовой продукции
  2. Складирование и хранение готовой продукции (Н В. Дегтяренко) .
     1. Контроль качества готовой продукции . . . . . ...
     2. Подготовка тары и упаковка продукции
     3. Склад готовой продукции . . .

И.5. Охрана труда и техника безопасности (В. Ф. Зубко)

1. Техника безопасности и производственная санитария . .
2. Электробезопасность . . . . .
3. Противопожарная безопасность
4. Учет потерь и рациональное использование природного камня . . .
   1. Потерн и отходы при добыче (Н. Т. Бакка)
      1. Классификация потерь и потерь-отходов
      2. [Методы определения и нормирования потерь, отходов и по­казателей использования сырья 417](#bookmark100)
      3. Формирование потерь и отходов при механических способах

подготовки 422

* + 1. [Формирование потерь н отходов при физико-технических спо­собах ПОДГОТОВКИ 420](#bookmark107)
    2. Образование потерь и отходов при взрывном способе

подготовки . . . . .. 427

* + 1. Учет потерь и отходов . . 427

1. Потери и отходы при обработке камня (В. Ф. Зубко) .... 432
2. [Потери при распиловке 433](#bookmark108)
3. [Потери при окантовке и шлифовке-полировке 437](#bookmark109)

Список литературы 440

Смирнов Альберт Германович Банка Николай Терентьевич Биржишкис И он ас Стасиевич и др.

ДОБЫЧА И ОБРАБОТКА ПРИРОДНОГО камня

Заведующий редакцией О. Я. Партии Редактор издательства Е. Я. Волков

Технические редакторы И. Л. Старостина, С. Г. Веселкина Корректор М, В. Дроздова

ИБ № 6852

Сдано в набор 16.03.90. Подписано в печать 15:08.90. Формат бОХЭО1/^ Бумага кн.~ журн. ими. Гарнитура Литературная. Печать высокая. Уел. печ. л. 28;0. Уел. кр.-отт. 28,0. Уч.-изд. л. 29,0. Тираж 3500 экз. Заказ 379/1025—9. Цена 1 р. 90 к.

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра\* 125047. Москва, площадь Белорусского вокзала, 3.

Ленинградская Типография, № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой - ГосударЬтвенного комитета СССР по печати. 19Н26, Ленинград, Социалистическая ул., 14.

ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ1

В КИЕВСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ  
РАЗРАБОТАНЫ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ  
БУРЫ (БКПИ)

ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ КРЕПКИХ ПОРОД И МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Буры предназначены для бурения,технологических скважин в крепких породах и мерзлых грунтах в энергетическом строи­тельстве, нефтяной и газодобывающей, горнорудной, угольной отраслях промышленности, геологоразведке, промышленном й гражданском строительстве в сложных горногеологических ус­ловиях. Разработанные буры внедрены в промышленное 'Произ­водство и применяются при строительстве магистральных ЛЭП, в. промышленном и гражданском строительстве, на карь­ерах в Камчатской, Магаданской, Тюменской, Крымской и дру­гих областях УССР и-РСФСР.

Применение буров .БКПИ по сравнению с лучшими зару­бежными и отечественными образцами позволяет:

в 1,5—2 раза увеличить производительность (скорость) бурения;

снизить себестоимость и затраты на бурение на 40—60 %; дать экономию породораэрушающего инструмента; повысить надежность и долговечность буров и базовой бурильной машины.

Конструкция буров позволяет выбирать и быстро сменять режущий инструмент со специальной геометрией в зависимости от крепости, физико-химических свойств разрушаемых пород и условий работы.

Разработанные в КПИ породоразрушающие резцы для кон­кретных ’пород и грунтов значительно-увеличивают эффектив­ность эксплуатации буров в конкретных горногеологических ус­ловиях.

Надежность и долговечность буров увеличена за счет при­менения современных, прогрессивных технологий лазерного уп­рочнения элементов бура и породоразрушающего инструмента.

Буры предназначены для работы с серийными бурильными машинами МРК-750, УШ-2Т, БМ-302, БМ-205, 1Н1, КАТО и другими.

Буры конкурентоспособны с лучшими зарубежными образ­цами фирм Японии, Швеции, США, Финляндии, а по произ­водительности превосходят лучшие буры японских фирм КАТО и 1Н1. Буры, отдельные элементы конструкций буров, породо­разрушающие резцы, лазерная технология упрочнения элементов буров и резцов защищены авторскими свидетельствами СССР, удостоены наград ВДНХ СССР и УССР.

техническая характеристика

Размер скважин, м:

диаметр .0,15 — 0,75

глубина До 20

Скорость бурения (в зависимости от крепости пород), м/ч , . 2 — 30 Расход породоразрушающего инструмента, шт/м . . .. . . . 5 X Ю“6 Число резцов на буре, шт. . . 6 — 24

Мы рады установить с Вами деловые отношения. Мы помо­жем спроектировать, разработать, изготовить и внедрить буры БКПИ, соответствующие Вашим горногеологическим условиям.

За дополнительной технической информацией просим обра­щаться по адресу:

252056, г. Киев —56, проспект Победы, 37. Киевский политех­нический институт, кафедра технологии и механизации горные работ (24—03), тел. 441-91-49, 441-98-28. -

Авторы: В. В. Смирнов, Н. И. Сергиенко, Ф. Ф, Бондаренко



В качестве показателя буримости пород при вращательном бурении часто применяется показатель энергоемкости разру­шения, который представляет расход энергии на выбуривание

1. м шпура

   М 1рбур ™ /Оср,

   где ^ — средняя нагрузка на электродвигатель сверла; оСр — средняя скорость бурения.

   С целью расширения области применения показателя бу­римости пользуются расчетным показателем, который получил название показатель трудности бурения Яб (табл. 1.8). Все горные породы по величине /ТУ подразделяются на 25 катего­рий с выделением пяти классов. Породы с показателями Яе>25 относятся к внекатегорийным.

   Т,ермобуримость. В последние годы в нерудной про­мышленности все более широкое применение находит терми­ческое бурение. Оно -происходит путем «шелушения», хрупкого отделения от нагреваемой поверхности небольших пластинок породы. Наиболее эффективно разрушаются породы, в состав которых входят минералы с различными коэффициентами теп­лового расширения и связанные цементирующим составом противодействующим расширению минеральных зерен. Согласно шкалы термобуримости все горные породы разделены на три категории, каждой категории соответствует предел изменения критерия термобуримости Птб (табл. 1.9).

   Взрываемость — сопротивляемость горных пород разру­шению при взрывании.

   Сопротивляемость пород взрыванию оценивается на прак­тике удельным зарядом эталонного ВВ, т, е. потребным расхо­дом ВВ на разрушение 1 м3 породы в массиве. Степень дроб­ления породы взрывом зависит прежде всего от ее сопротивле­ния действию взрыва, что характеризуется удельным расходом ВВ (г/м3), необходимым для достижения заданного эффекта дробления

   Яэ = 0Ж(

   Осж + Тсдв + ар) + 40у, [↑](#footnote-ref-1)