# Розділ 2 АЛМАЗНО-КАНАТНЕ РОЗПИЛЮВАННЯ

Навчальна мета розділу полягає в наданні студенту базових понять і знань про процес алмазно-канатного розпилювання; технологічні прийоми організації процесу розпилювання; режимні параметри алмазно-канатного розпилювання природного каменю.

## 2.1. Різновиди конструкцій робочих органів алмазно-канатних пилок (АКП)

### 2.1.1. Робочий інструмент

Спосіб алмазно-канатного розпилювання набуває все більшого поширення як при видобуванні, так і при оброблюванні природного каменю. На кар'єрах канатні пилки, оснащені контурами з алмазовмісними різальними елементами, застосовуються при видобуванні мармуру та інших гірських порід.

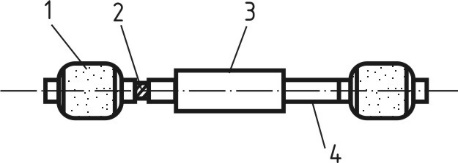
В каменеобробних цехах завдяки використанню алмазно-канатних верстатів зі збільшеною кількістю робочих площин (осей) з'явилася можливість виготовляти на них складнопрофільні вироби з каменю.

Як різальний орган алмазно-канатних установок спочатку був запропонований нескінченний канат з армованим алмазним шаром по всій його довжині. Проте таке вирішення виявилося технічно нездійсненним, оскільки алмазна канатна пилка має зберігати гнучкість. З цієї причини був запропонований різальний інструмент у вигляді втулок – алмазоносіїв, нанизаних на канат через певні інтервали і відокремлених один від одного деталями-амортизаторами. Останні перешкоджають поздовжньому переміщенню алмазовмісних різальних елементів по несучому канату і є гнучкими.

У перших варіантах амортизаторів були запропоновані сталеві пружини. Для виготовлення пружин був використаний сталевий вуглецевий пружинний дріт діаметром 0,8 мм за ГОСТ 9389-60.

Незважаючи на численні роботи з удосконалення конструкції робочого органу алмазно-канатних установок – алмазно-канатний контур не зазнав істотних змін (*рис. 2.1*).

Складовими частинами контурів є такі елементи: алмазно-різальні втулки (зовнішній діаметр 6–12 мм); несучий сталевий канат (зовнішній діаметр 3–5 мм); роздільні амортизувальні елементи; з’єднувальні елементи (муфти).



**Рис. 2.1. Елементи алмазно-канатного контуру**

1 – алмазно-різальна втулка; 2 – несучий сталевий канат; 3 – з’єднувальний елемент (втулка); 4 – роздільний амортизувальний елемент (покриття з поліуретану)

Роздільні елементи алмазних канатних пилок виконані у вигляді сталевих пружин або гумових втулок, внаслідок чого зменшені динамічні навантаження на алмазні елементи в процесі роботи. Фіксуючі елементи, які кріпляться на канаті після кожного четвертого або п'ятого алмазного елемента, є обтискними втулками із сталі, бронзи або інших металів. Кінці алмазного каната сполучають в кільцевий контур за допомогою гвинтової пари або за допомогою обтискних втулок.

Деякі фірми випускають алмазний канат у вигляді відрізків-модулів (завдовжки 1–5 м), які збираються в єдиний контур необхідної довжини залежно від конкретних умов роботи. Розривне зусилля в місцях з'єднання робочого контуру алмазної пилки при використанні обтискних втулок і гвинтового з'єднання складає відповідно 70 і 80 % розривного зусилля каната.

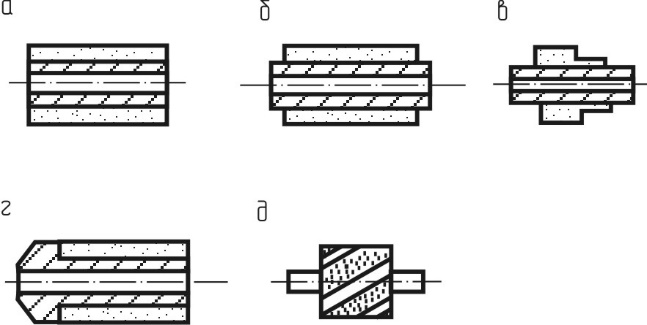
Для забезпечення необхідного положення роздільних елементів і запобігання їх стиранню іноді використовують сталеві шайби, призначені для регулювання положень роздільних елементів.

Головною проблемою застосування алмазно-канатних пилок залишається необхідність зниження нерівномірного зношення зовнішнього шару різальних втулок і кількості розривів несучого каната, які відбуваються переважно в місцях з'єднання кінців контуру, виконаного за допомогою спеціальних втулок (муфт).

### 2.1.2. Алмазно-різальні елементи

Конструкційні різновиди алмазно-різальних елементів (в розрізі) зображені на *рис. 2.2*, а їх переваги і недоліки – в *табл. 2.1*.

Алмазні втулки виготовляють за допомогою накладання шару алмазу на циліндричні сталеві втулки. Для утворення алмазного шару на зовнішній поверхні втулки використовують дві технології (*рис. 2.3*).



**Рис. 2.2. Види алмазно-різальних втулок (в розрізі)**

*а* – циліндрична без буртика; *б* – циліндрична з буртиком; *в* – східчаста з буртиком;   
*г* – циліндрична з одностороннім буртиком; *д* – з гвинтоподібною різальною поверхнею

*Таблиця 2.1*

**Види алмазно-різальних втулок**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Найменування | Переваги | Недоліки |
| Циліндрична без буртика | Простота конструкції. Зменшення маси деталі | Необхідні додаткові шайби |
| Східчаста без буртика | Простота конструкції. Зменшення маси деталі | Складне виготовлення. Необхідні додаткові шайби |
| Циліндрична з буртиком | Відсутність шайб. Простота складання контуру | Збільшення маси деталі |
| Східчаста з буртиком | Відсутність шайб. Простота складання контуру | Збільшення маси деталі. Складне виготовлення |
| Циліндрична з одностороннім буртиком | Простота складання контуру. Зменшення зношення алмазовмісного шару при русі контуру у бік буртика | Складне виготовлення |
| З гвинтоподібною різальною поверхнею | Рівномірне зношення завдя­ки примусовому обертанню втулки навколо осі | Складне виготовлення |

За першою технологією шар алмазу накладається гальванічним методом – зерна алмазу тримаються за допомогою металу, що осідає на втулці, яка з'єднана з одним з електродів, який занурений у гальванічну ванну. Струм, що проходить між електродами, переносить атоми металу з одного електрода на іншій. Цей процес, як правило, дуже тривалий і дорогий. Створені таким способом втулки, покриті одним шаром алмазних зерен, проте в дуже великій концентрації. Алмазні зерна істотно виступають, що дозволяє канату з такими алмазними втулками різати на дуже великій швидкості. Цей тип алмазних втулок використовують майже виключно для різання мармуру, при цьому строк експлуатації алмазних зерен є таким великим, що зношення одного шару алмазу триває досить довго.

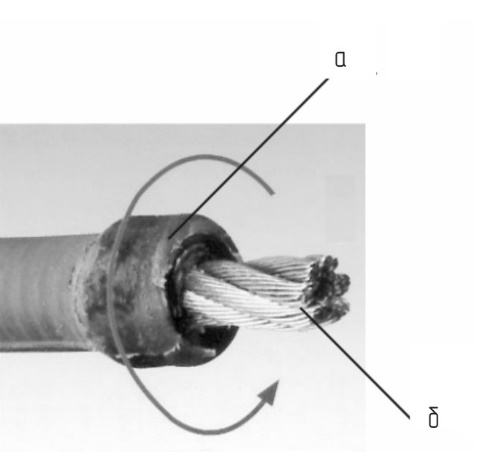


**Рис. 2.3. Алмазні втулки для різального алмазного канату.**Зліва втулка, яка виготовлена гальванічним методом,   
праворуч – втулка, яка виготовлена методом спікання

За другою технологією шар алмазу утворює обруч, який містить суміш алмазу і відповідних порошків металу (зв'язку), який утворюється на зовнішньому боці втулки в процесі спікання (метод спікання). Ця технологія набула загального використання при виготовленні алмазних сегментів для алмазних дисків. Товщина такого алмазного обруча коливається в межах 1–1,5 мм. Спосіб дії цієї алмазної втулки такий самий, як і алмазного сегмента: зерна алмазу руйнуються, створюючи гострі краї, які ріжуть камінь; водночас відбувається поступове зношення зв'язки, що спричиняє розкривання наступних алмазних зерен і введення їх у роботу різання. Втулки, які виготовлені методом спікання, містять набагато більше алмазних зерен, тому термін дії каната з такими втулками значно довший. Ця технологія нині є єдиною технологією для створення алмазних канатів для різання дуже твердих та абразивних матеріалів, якими є граніт, пісковик чи бетон. На несучому тросі, зазвичай, вміщується 36–40 алмазно-різальних втулок на метрі довжини (інтервал 25–28 мм). Довжина втулок досягає 8–12 мм.

### 2.1.3. Несучий канат

Ефективність алмазно-канатного розпилювання багато в чому залежить від несучого каната (*рис. 2.4*). Несучий канат – це гнучка стрижнева основа, на яку нанизуються алмазно-різальні і проміжні елементи. Несучий канат має володіти високими показниками за такими характеристиками: міцність на розрив, пластичність, адгезійна здатність стосовно покриття з гуми або пластика і довговічність.



**Рис. 2.4. Будова алмазного каната**

1 – алмазна напайка; 2 – несучий канат

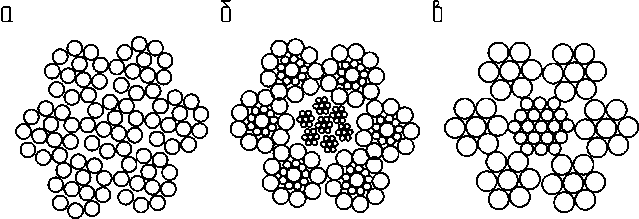
Для сучасних гнучких алмазно-різальних інструментів як несучий елемент використовується шестипасмовий сталевий канат. Конструкція пасма складається з одного або декількох центральних і декількох дротів, які звивають. Цим вимогам відповідає канат за ГОСТ 2172-84 (авіаційний канат).

Довговічність визначає здатність каната зберігати працездатність до граничного стану, тобто до зняття його з експлуатації. На термін служби каната впливають такі чинники: конструкція каната, фізико-механічні властивості складових його дротів, властивості оброблюваних порід, режим експлуатації та виконаний обсяг роботи.

Сталеві канати знімають з експлуатації в основному через утомні явища. В реальних умовах утомні показники значно знижуються через корозію і абразивне зношення зовнішніх дротів сталевих канатів.

Боротьба з корозією здійснюється шляхом застосування антикорозійних покриттів, наприклад, оцинкування дротів. В деяких випадках (якщо це допускають умови експлуатації каната) це вирішується шляхом нанесення в процесі виготовлення канатів спеціальних мастил.

Підвищення абразивної зносостійкості канатів досягається за допомогою конструкційних вирішень, в яких зовнішні дроти пасом каната мають більший діаметр, ніж внутрішні. В цьому випадку зменшується діаметр каната. Іншим важливим напрямом підвищення абразивної зносостійкості канатів є застосування зносостійких дротів з високовуглецевих марок сталі. На підставі численних експериментів дійшли висновку, що відносна зносостійкість (величина, зворотна зношенню) пропорційна твердості металу. Ступінь пропорційності залежить від того, яким чином забезпечується твердість металу (легування вуглецем, термообробкою, наклепом). На працездатність канатів впливає тип пасом (тип дотику дротів у пасмах). Найбільшу працездатність мають пасма з лінійним дотиком дротів (ЛД). Є їх різновиди за використанням дротів заповнення: дроти малого діаметра всередині пасом (тип ЛД-З) і дроти однакового діаметра в шарах (тип ЛД-О). Пасма типу ЛД-З мають значну кількість зон дотику дротів. Завдяки цьому зменшується питоме навантаження на одну зону дотику дротів. Це зменшує контактне напруження, сприяючи розвитку утомних тріщин в дротах. Крім того, виключається розклинююча дія дротів суміжних шарів від радіальних навантажень каната. Меншу працездатність мають пасма з точковим дотиком дротів між шарами (ТД). Пасма типу ТД характеризують значні контактні напруження, які сприяють розвитку утомних тріщин в дротах. Деякі основні різновиди пасом показані на *рис. 2.5*.

****

**Рис. 2.5. Конструкції пасом несучих канатів**

*а* – тип ТД; *б* – тип ЛД-О; *в* – тип ЛД-З

### 2.1.4. Способи кріплення алмазно-різальних елементів

Переваги і недоліки способів кріплення алмазно-різальних елементів на несучому канаті наведені в *табл. 2.2*.

На сьогодні існує чимало технологічних вирішень з'єднання та монтажу алмазного каната.

Кріплення каната на основі пружинок здійснюється за допомогою алмазних втулок, пружин, з'єднувальних обтискних втулок, які нанизуються на несучий гнучкий трос поперемінно; далі пружинки натягують елементи каната між собою, а обтискними втулками фіксуються алмазно-різальні елементи в єдину гнучку систему.

*Таблиця 2.2*

**Способи кріплення алмазно-різальних елементів на несучому канаті**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Спосіб кріплення алмазно-різальних елементів | Переваги | Недоліки |
| Пружинами | Спрощується закріп­лення. Зберігається гнучкість каната | Збільшується маса робочого органа. Під дією сили різання зміщуються різальні елементи |
| Фіксаторами (шплінтами) | Зменшується маса робочого органа | Ускладнюється закріплення. Зменшується міцність каната. Спостерігається биття робочого органа |
| Припаювання різальних елементів до каната | Те ж саме | Спостерігаються биття робочого органа і обрив каната в місцях спайки |
| Гумований шар без обтискних втулок\* | Ліквідовується биття і збільшується термін служби робочого органа. Поліпшується якість розпилу. Знижується рівень шуму. Добре виноситься шлам | Під дією сили різання через погане зчеплення гуми з канатом різальні елементи зміщуються |
| Обтискними втулка­ми і пружинами | Те ж саме | Збільшується маса робочого органа |
| Гумований шар з обтискними втулками\* | Те ж саме | Те ж саме |

Примітка.

\* Останнім часом замість шару гуми застосовується поліуретановий шар. При цьому відсутній зсув різальних елементів і поліпшується захист каната від зносу.

Для кращого позиціювання алмазно-різальні втулки мають з обох боків отвору конусоподібні буртики; обтискні втулки відповідно виготовлені таким чином, щоб легко і надійно фіксувати алмазно-різальні втулки на несучому канаті. З'єднані в такий спосіб канати, переважно, використовують на мармурових кар'єрах. У випадку зношення несучого троса алмазний канат може бути відновлений на місці роботи. Під час різання мармуру термін експлуатації алмазно-різальних втулок більший, ніж практичний строк експлуатації несучого тросу.

*Кріплення каната за допомогою дистанційної втулки і заповнення пластиковим наповнювачем.* Алмазно-різальні елементи цього типу мають спеціальний отвір з відповідно виточеними пазами, щоб забезпечити заповнення поліуретану між алмазною втулкою і несучим канатом. Внаслідок цього металева втулка безпосередньо не контактує з несучим канатом і не спричиняє його перетирання. Перевагою цього типу будови каната є те, що захисний пластиковий шар оберігає несучий канат від надзвичайно абразивних частинок розрізуваної породи. До того ж при розриві каната алмазно-різальні втулки залишаються на канаті, що при використанні каната з пружинами не гарантовано. Недоліком каната з захисним пластиковим шаром є його перегрів, внаслідок чого пластик плавиться, а це у свою чергу розріджує нормативний інтервал між алмазно-різальними втулками. Тому канати такого типу застосовують на стаціонарних машинах, де існує можливість контрольованого охолодження каната водою.

*Кріплення каната за допомогою гуми.* Як і у випадку з пластиком, між алмазно-різальними втулками на канаті вулканізують гуму, яка заповнює простір між втулками та між втулкою і несучим канатом.

Перевагою цього способу є велика еластичність конструкції і стійкість щодо перегріву. Тому такі канати застосовують для роботи в дуже важких умовах, наприклад, на гранітних кар'єрах, де існує небезпека пошкодження алмазно-різального каната внаслідок втоми або браку водяного охолодження. Натомість недоліками цього способу є більші витрати та трудомісткість з'єднання каната, який перед монтажем необхідно ретельно очищувати.

*Змішаний спосіб* заповнення проміжків і монтажу каната: пружинки плюс пластик, або гума. Такий спосіб часто застосовують при використанні алмазних канатів при важких технологічних умовах: на кар'єрах граніту або при профільному різанні. Перевагою цього технологічного вирішення є захищеність несучого каната від шкідливого впливу абразивних частинок породи і водночас велика міцність на часте згинання каната (пружинки завжди утримують алмазні втулки на відповідному місці).

Для закріплення різальних елементів в найпоширеніших варіантах використовуються обтискні втулки. Сила опору зсуву обтискних втулок уздовж каната складає 1000–1500 Н, в той час, як сила різання рівна 100–150 Н. Сила різання менше сили опору обтискних втулок. Фіксацію різальних елементів здійснюють обтискуванням втулок із зусиллям, рівним 1/16–1/10 розривного зусилля каната. Після цього на поверхні каната розташовують проміжні елементи (пружини або шар гуми чи поліуретану). Гумований шар контуру АКП за відсутності обтискних втулок під впливом різальних елементів зміщується.

В процесі досліджень і експлуатації у виробничих умовах найкращі результати дали контури з пружинами і обтискними втулками, гумовані з обтискними втулками і з поліуретановими покриттями і обтискними втулками.

### 2.1.5. Способи з'єднання несучих канатів

Переваги і недоліки способів з'єднання несучих канатів наведені в *табл. 2.3*. В процесі експлуатації у виробничих умовах найкращі результати дали контури з обтискними втулками.

*Таблиця 2.3*

**Способи з'єднання несучих канатів**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Діаметр каната, мм | Спосіб з'єднання | Переваги | Недоліки | Середнє розривне зусилля\*, кН | |
| 3,6\*\* | Зчалювання на довжині 1,5 м | Відсутність потовщення в з’єднуваній частині | Опір каната розриву в місці зчалювання визначається міцністю з’єднуваних дротів | 11,0 | 5,5 |
| 3,6\*\*\* | Вилка з пайкою | Простота виготовлення. Збереження основного діаметра | Невелика гнучкість несучого каната. Відносно невисока міцність на розрив | 6,0 | 3,0 |
| 6,0  3,6 | Просмику­ванням пасом | Те ж саме | Невисока міцність на розрив. Збільшення діаметра каната в місці зчалювання. Складність виготовлення | 16,0  11,5 | 6,5  4,6 |

*Продовження табл. 2.3*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Діаметр каната, мм | Спосіб з'єднання | Переваги | Недоліки | Середнє розривне зусилля\*, кН | |
| 3,6 | Утворення замкненого контура за допомогою одного пасма | Висока міцність на розрив (міцність рівна приблизно розривному зусиллю цілого каната) | Складність виготовлення. Значна витрата каната | 11,5 | 11,4 |
| 3,6  2,6 | Петля з обтискними втулками | Простота виготов­лення. Висока міцність на розрив. Забезпечення рівноміцного каната | Недостатня жорсткість конструкції | 11,5  6,0 | 11,5  6,0 |
| 3,6  2,6 | Внапуск обтискними втулками | Те ж саме | Недовгий термін служби каната | 11,5  6,0 | 11,5  6,0 |
| 5,1  3,6 | Замок з двох втулок | Невелика довжина (20 мм) корпусу замка. Значне розривне зусилля | Надійність конструкції в значній мірі залежить від якості виготовлення | 24,0  11,5 | 16,5  6,4 |
| 6,1  3,6 | Звивання пасом з обтискними втулками | Значне розривне зусилля | Відносна складність виготовлення | 36,5  11,5 | 25,0  6,3 |
| 5,1  3,6 | Різьбове | Простота виготовлення | Відносно невисока міцність на розрив | 24,0  11,5 | 11,0  5,0 |
| 5,1  3,6 | Обтискною втулкою | Простота виготов­лення. Невелика довжина (20 мм) втулки. Значне розривне зусилля | Потребує спеціального обладнання | 24,0  11,5 | 14,5  7,0 |

Примітка.

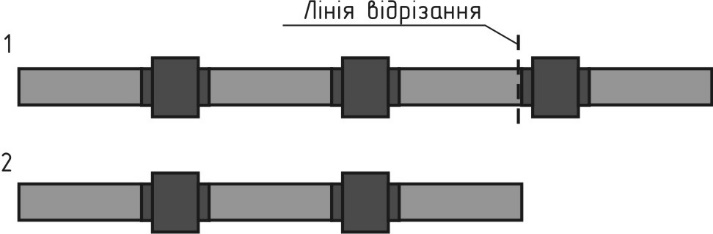
\* Канат розривається в місці з'єднання.

\*\* Вид несучого каната: трижильний спіральний (поставляється відповідно до ТУ).

\*\*\* Вид несучого каната: двожильний (поставляється відповідно до ТУ).

Найпоширеніший спосіб з’єднання алмазного каната є обтискування його кінців металевою втулкою. Роботи проводять в наступному порядку.

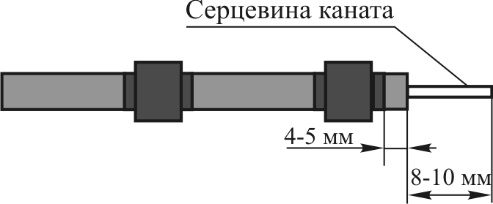
1. Відрізають канат необхідної довжини таким чином, щоб розріз був біля алмазного сегмента, як це показано на *рис. 2.6*.



**Рис. 2.6. Схема відрізання алмазного каната**

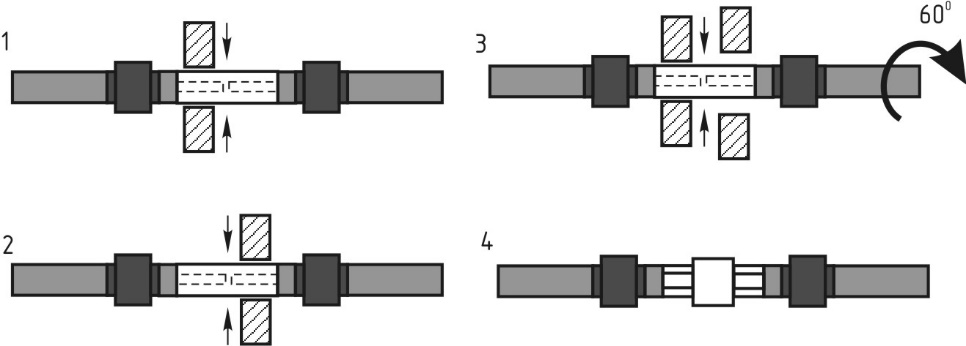
1 – цілий алмазний канат; 2 – відрізаний алмазний канат

2. Відрізані кінці каната зачищають від гуми або пластику, залишають біля напайки 4–5 мм гумового (пластикового) шару, як це показано на *рис. 2.7*.

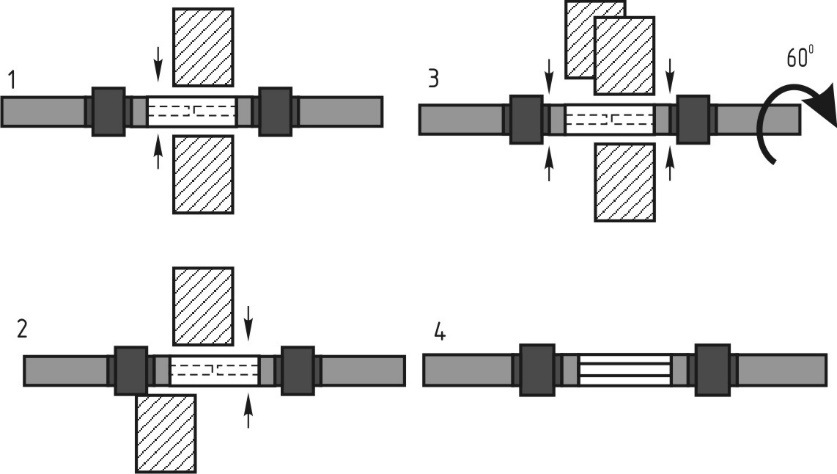


**Рис. 2.7. Схема зачищення алмазного каната   
від гумової (пластикової) оболонки**

3. Два кінці каната з’єднуються у втулці і обтискуються пресом. Залежно від ширини робочого органа преса розрізняють дві схеми обтиснення каната. На *рис. 2.8* показана схема обтиснення алмазного каната металевими втулками на пресах типу Sembere HT45 (5 тонн), Simel (8 тонн), СМО (20 тонн) з шириною робочого органа 5, 8 мм. На *рис. 2.9* показана схема обтиснення алмазного канату металевими втулками на пресах типу Sembere HT45 (5 тонн), Simel (8 тонн), СМО (20 тонн), Pellegrini (5 тонн) з шириною робочого органа 12, 16, 18 мм.



**Рис. 2.8. Схема послідовності обтиснення алмазного каната металевими втулками на пресах типу Sembere HT45 (5 тонн), Simel (8 тонн),   
СМО (20 тонн) з шириною робочого органа 5, 8 мм**

****

**Рис. 2.9. Схема послідовності обтиснення алмазного каната металевими втулками на пресах типу Sembere HT45 (5 тонн), Simel (8 тонн),   
СМО (20 тонн), Pellegrini (5 тонн) з шириною робочого органу 12, 16, 18 мм**

## 2.2. Класифікація канатних верстатів

Верстати з армованим канатом розділяють на: рухомі та нерухомі.

Нерухомі мають масивну станину та призначені для виконання великих обсягів розпилювання. Їх розміщують в цехах. Даний тип верстатів в свою чергу за конструкцією рами поділяють на: мостові, портальні, консольні. Консольну конструкцію мають верстати, які призначені для фігурного вирізання виробів з блока каменю. За кількістю канатів вони бувають: одноканатні та багатоканатні.

Залежно від компонувальної схеми шківів та способу реалізації робочої подачі канаторозпилювальні верстати поділяють на:

* верстати з прямолінійною робочою частиною контуру і парою шківів великого діаметра (з горизонтальним та вертикальним різальним канатом);
* верстати з прямолінійною робочою частиною контуру і з двома парами шківів меншого діаметра (з горизонтальним та вертикальним різальним канатом);
* верстати з петлеподібним (параболічним) контуром.

Верстати першої групи характеризуються відносною простотою і сприятливими умовами експлуатації алмазно-канатного контуру, вигин якого незначний з причини використання шківів великого діаметра. Основними недоліками цих верстатів є: обмеженість висоти блоків, які розпилюються (вона завжди має бути меншою діаметра шківів, щоб холоста гілка каната не вступала в контакт з каменем); складність балансування великогабаритних шківів, що перешкоджає підвищенню швидкості різання, а також призводить до швидкого виходу з ладу підшипників, на яких розміщуються шківи.

Верстати другої групи, не дивлячись на використання шківів зменшеного діаметра, не потребують складного балансування. В той же час алмазно-канатний контур цих верстатів має відносно менший радіус перегину, що погіршує умови експлуатації інструменту. Верстати даного типу випускає фірми: Bideseimpianti, Falcon (Італія), "Експериментальний завод" (Росія).

Верстати третьої групи, конструкційний принцип яких запозичений у кар'єрних алмазно-канатних установок, характеризуються параболічною формою робочої частини контуру. Це забезпечує сприятливі умови роботи інструмента внаслідок найкращого розподілу сил різання і подачі, а також великого радіуса кривизни дуги контакту інструмента з каменем. Робоча подача здійснюється завдяки горизонтальному переміщенню по траверсі каретки з неприводним (спрямовуючим) шківом. Траверсу можна переміщувати по вертикалі для регулювання її положення залежно від висоти блока, що розпилюється.

В деяких конструкціях верстатів стіл-візок відсутній. Алмазно-канатні верстати характеризуються компактністю, зумовленою обмеженою довжиною робочого контуру.

При аналізі конструкційних особливостей алмазно-канатних верстатів слід брати до уваги кількість робочих площин, в яких проводиться розпил, спосіб зміни напряму різання і вид одержаної поверхні розпилювання. Збільшення кількості робочих площин уможливлює підвищувати складність деталей, які виготовляються. Можливі форми одержуваних поверхонь розпилювання наступні: плоска, криволінійна, циліндрична, конічна, сферична, фігурна.

## 2.3. Рекомендації щодо установлення алмазного каната на верстат

Забезпечення правильної авторотації каната є однією з найважливіших технологічних умов експлуатації канатного верстата і алмазного інструмента. Навіть тимчасова відсутність авторотації зумовить швидке і неминуче зношення алмазного каната з одного боку, що робить його непридатним для подальшої роботи.

Скручування каната проводять в напрямі звивання троса із розрахунку 1,7 витка на метр довжини каната при довжині каната від 19 до 25 метрів. При довжині каната від 15 до 19 м – 1,5 витка на метр, при довжині каната більше 25 м і канатів після реставрації з діаметром втулок менше 9,5 мм – 2 витки на метр.

Особливу увагу необхідно приділити рівномірному і рівно орієнтованому обертанню каната, як в нижній, так і у верхній його частині.

Дуже часто, не дивлячись на попереднє накручування каната, нижня частина обертається, наприклад, за годинниковою стрілкою, тоді як верхня частина обертається проти годинникової стрілки. Це неприпустимо й приводить до негативних наслідків:

* прискорене зношення каната або його розрив;
* вібрації на початковій і в кінцевій стадії різання кам'яного блока;
* низька якість різу, великі відхилення різу;
* прискорене зношення гумових частин на великих махових колесах.

Напрям обертання алмазного каната можна визначити двома основними методами: методом прищіпки (статична перевірка обертання) і методом відмітки фарбою (динамічна перевірка обертання).

*Метод прищіпки*.

За цим методом необхідно закріпити прищіпку в одній з частин каната (нижньої або верхньої частини) поряд з кожухом колеса натягнення. Відкривши кришку кожуха ведучого колеса, необхідно, обертаючи його рукою, прокрутити канат кілька разів. Ведуче махове колесо обертають завжди тільки в одному і тому ж напрямі – у напрямі різання. Якщо ж через будь-які причини ведуче махове колесо було повернено в протилежному напрямі, необхідно знову повернути його так, щоб повернути канат в нормальне положення.

Обертаючи колесо, необхідно спостерігати за напрямом обертання каната, а також кількістю оборотів, які вчинила прищіпка. Виконавши дану операцію з однією частиною каната, необхідно повторити її з протилежної сторони.

При цьому нижня гілка алмазного каната має завжди повертатися більше, ніж верхня гілка, щоб компенсувати зменшення обертання в площині різу в процесі розпилювання каменю. При цьому правильне обертання каната має бути перевірено двічі: зі встановленими малими нижніми шківами (спрямовуючі шківи на вході і виході блока) і без них. Значення, одержані при обертанні великого махового колеса, не мають змінюватись.

*Метод відмітки фарбою:*

Згідно даного методу необхідно розбризкати небагато яскравої швидковисихаючої фарби на половину кола каната завдовжки близько 50–60 см, запустити верстат. Необхідно спостерігати за рухом забарвленої частини каната на вході в блок та виході з нього. Якщо канат обертається правильно, ділянка канату з фарбою буде обертатись.

## 2.4. Параметри розпилювання

Максимальна висота блока, який може бути розпиляний на стаціонарному канатному верстаті, складає, як правило, 2,5 м. Оптимальна величина довжини блока повинна складати 1,5–3 м, при такій довжині досягаються найвищі показники розпилювання каменю. Є можливість розпилювати довші за розмірами блоки. Для цього необхідно зняти спрямовуючий шків, який знаходиться на виході великого махового колеса, а також правильно підібрати режими розпилювання. Зусилля натягнення каната має складати 200–300 кг.

При визначенні параметрів розпилювання враховують специфіку оброблюваного матеріалу, габаритних розмірів заготовки і умов роботи. Чим твердіша порода оброблюваного каменю, тим менше має бути швидкість різання. Для коротких блоків підбирається більша швидкість різання і робоча подача, для оптимізації продуктивності. Для довгих блоків – менша швидкість різання і робоча подача для уникнення засалювання алмазних втулок і надмірних напруг троса. Висока швидкість різання може призвести до затирання і руйнування алмазів. Мала швидкість прискорить зношення і овалізацію втулок. Рекомендовані параметри різання алмазними канатними верстатами вказані в *табл. 2.4.*

*Таблиця 2.4*

**Рекомендовані параметри різання алмазними канатними верстатами**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Клас  граніту | Довжина блока, см | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 |
| 1 | Вертикальна пода­ча каната, см/год | 86–106 | 74–91 | 65–80 | 58–71 | 52–64 | 47–58 | 43 | 40 | 37 |
| Лінійна швидкість різання, м/с | 28–30 | 28–30 | 28–30 | 27–29 | 26–29 | 26–28 | 26–28 | 25–27 | 26–28 |
| Продуктивність різання, кв.м/год | 1,3–1,6 | 1,3–1,6 | 1,3–1,6 | 1,3–1,6 | 1,3–1,6 | 1,3–1,6 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| 2 | Вертикальна пода­ча каната, см/год | 86 | 74 | 65 | 58 | 52 | 47 | 43 | 40 | 37 |
| Лінійна швидкість різання, м/с | 28–30 | 28–30 | 28–30 | 27–29 | 26–29 | 26–28 | 26–28 | 25–27 | 26–28 |
| Продуктивність різання, кв.м/год | 1,3–1,6 | 1,3–1,6 | 1,3–1,6 | 1,3–1,6 | 1,3–1,6 | 1,3–1,6 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| 3 | Вертикальна пода­ча каната, см/год | 66–86 | 57–74 | 50–65 | 44–58 | 40–52 | 36–47 | 33 | 30 | 28 |
| Лінійна швидкість різання, м/с | 25–27 | 25–27 | 24–27 | 24–26 | 23–26 | 23–25 | 22–25 | 22–24 | 22–24 |
| Продуктивність різання, кв.м/год | 1–1,3 | 1–1,3 | 1–1,3 | 1–1,3 | 1–1,3 | 1–1,3 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | Вертикальна пода­ча каната, см/год | 60 | 51 | 45 | 40 | 36 | 3 | 30 | 28 | 26 |
| Лінійна швидкість різання, м/с | 23–24 | 23–24 | 22–24 | 22–23 | 21–23 | 21–22 | 20–22 | 20–21 | 20–21 |
| Продуктивність різання, кв.м/год | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 5 | Вертикальна пода­ча каната, см/год | 40 | 34 | 30 | 27 | 24 | 22 | 20 | 18 | 17 |
| Лінійна швидкість різання, м/с | 23 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 20 | 20 | 20 |
| Продуктивність різання, кв.м/год | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |

Характерною ознакою засалювання алмазних втулок є різке зниження продуктивності розпилювання. Для ліквідації цього явища необхідно перейти в режим розкриття напайок: зменшити швидкість різання каната на 4 м/с нижче рекомендованої і продовжувати різати при таких параметрах протягом 1–2 годин, або розкрити канат на абразивному блоці. Такі ж режимні параметри рекомендуються для нових канатів або після реставрації. Це забезпечить нормальне розкриття алмазного каната та допоможе видалити залишки пластика.

На верстатах, на яких не передбачено наявність показників (датчиків) швидкості опускання в м/год, регулювання параметрів здійснюється за допомогою вимірів часу опускання в ручному режимі. Також характерним показником швидкості опускання є кут натягнення каната. Так, для блока середньої довжини 2,5 м кут натягання має складати 7–10 градусів на вході в блок, мінімум – 5 градусів і максимум – 15 градусів. На початку процесу обробки блока, подача має бути зменшена приблизно на 20–30 % від рекомендованої для уникнення відхилень і введення алмазного каната, в процесі обробки кам'яного блока. Коли канат достатньо уріжеться в оброблюваний матеріал, швидкість подачі необхідно підняти до параметрів, які рекомендуються.

## 2.5. Параметри охолоджування

Дуже великий потік охолоджувальної рідини зменшить швидкість різання, оскільки гідродинамічні ефекти зменшують тиск алмазів на камінь і запобігають належному обертанню каната – виникає ефект аквапланування. Мала кількість води може підвищити швидкість різання, що призведе до швидшого зношення втулок. Рекомендований потік води є 1,5 л/хв на один канат при тиску 1 бар з розрахунку на один метр пропилу. При наладці подачі води струмінь при виході з різу має бути трохи більшим діаметра каната (в 1,5–2 рази). Додатково про ефективність охолоджування може свідчити колір води, яка витікає з блока в процесі різання. Дуже брудний колір води свідчить про недостатність охолоджувальної рідини, середня забрудненість означає оптимальну подачу води.

Також можна орієнтуватися за шумом під час роботи. Якщо процес розпилювання супроводжується підвищеним шумом, то це свідчить про недостатню кількість води.

## 2.6. Технологія розпилювання

Перед початком розпилювання алмазним канатом необхідно перевірити:

* середній діаметр втулок;
* ексцентричність (максимальне відхилення – 0,3 мм);
* конусність (максимальне відхилення – 0,3 мм);
* стан з'єднання каната, цілісність і робочий стан втулок (відсутність раковин, розкриття алмазів).

При пасеруванні блока на сляби різання може здійснюватися на достатньо великих швидкостях. При цьому допускається різання без нижніх направляючих шківів, які розміщені на вході і виході блока, оскільки вони використовуються переважно для напряму подачі каната при вході в різ, а також для ослаблення вібрації каната.

При розпилюванні блока каменю на сляби, які в подальшому будуть поліруватись, потрібні висока точність розпилювання і гладкість поверхні. Для цього швидкість різання має бути зменшена для запобігання відхиленням при запилюванні і під час безпосередньо різання (в цілому, швидкість різання має бути на 15–20 % нижче, за швидкість різання при пасеруванні блоків каменю). При різанні коротких блоків, направляючі шківи встановлюються на вході і виході блока, і робиться перевірка на наявність бічного люфту.

При запилюванні рекомендується уникати роботи верстата в автоматичному режимі. При цьому швидкість подачі має бути зменшена на 20–30 % від рекомендованої. При різанні в автоматичному режимі швидкість подачі маховиків регулюється силою струму в привідних двигунах. При збільшенні навантажень автоматично зменшується подача, при зменшенні – збільшується. За відсутності системи автоматичного регулювання необхідно візуально відстежувати показники навантаження (в амперах) і регулювати параметри подачі каната в ручному режимі.

*Можливі проблеми при використанні канатного інструмента і методи їх усунення.*

1. Канат не ріже (засалювання алмазних втулок).

Даний дефект може бути пов'язаний з невідповідністю вибраних режимів розпилювання (дуже велика швидкість різання канатом, неправильний підбір інструменту, запуск нового каната на граніті високої твердості з підвищеним вмістом кварцу, великий потік охолоджувальної рідини).

Для усунення необхідно:

* зменшити лінійну швидкість каната на 4 м/с на 1–2 год. На зниженій швидкості різання, канат ріже швидше, що призводить до збільшення зношення зв’язки втулок і розкриття алмазних зерен. Після розкриття втулок необхідно знову повернутися до рекомендованих параметрів розпилювання;
* виконати декілька різів по абразивних матеріалах (пісковик, бетон та ін.);
* зменшити кількість охолоджувальної рідини (враховуючи ризик перегріву і руйнування каната).

2. Розрив каната. Якщо канат розривається несподівано (попадання в проріз сторонніх предметів тощо), необхідно відремонтувати канат (видалити пошкоджену ділянку і повторно з'єднати канат).

Якщо канат рветься кілька разів з невизначеної причини, необхідно перевірити систему натягнення (механізми машини мають бути перевірені технічним фахівцем). Якщо машина справна, канат має бути замінений. При розпилюванні канатом 100 м2 слябів розриви каната можуть відбуватися через спрацьованість несучого стального троса.

3. Відхилення різання від прямолінійності різання більше 10 мм. Відхилення може виникати при слабкому натягу каната, засалюванні втулок, ексцентриситету втулок більше 0,3 мм.

* якщо за нормальних робочих умов проходить відведення каната, необхідно зменшити швидкість робочої подачі на один-два різи, для розкриття алмазних втулок і надати їм нормальний профіль. Також рекомендується тимчасово зменшити швидкість різання на 2–3 м/с;
* перевірити правильність встановлення параметрів роботи інструмента;
* при ексцентриситеті втулок більше 0,3 мм необхідно замінити канат.

4. Відхилення від прямолінійності різання при запилюванні. Поверхня блока переважно має нерівну форму, тому на початку різання кількість точок зіткнення блока каменю з канатом обмежена. В цьому випадку необхідно зменшити швидкість робочої подачі на 20–30 % від рекомендованої робочої подачі до тих пір, поки канат повністю увійде в оброблюваний блок каменю.

5. Конічне зношення алмазних втулок.

Таке зношення втулок може бути внаслідок:

* дуже малої швидкості різання. Необхідно відрегулювати швидкість різання відповідно до рекомендованих режимів;
* неправильного підбору інструменту для оброблюваного матеріалу. В даному випадку необхідно замінити канат.

6. Овалізація алмазних втулок

* якщо овалізація алмазних втулок відбувається на короткій ділянці каната, необхідно вирізати цю секцію, зробити повторне накручування всієї довжини каната навкруги своєї осі (з розрахунку 1,5 витки/м.п.) і перевірити обертання каната після його з'єднання. Якщо алмазний канат не обертається навкруги своєї осі, це свідчить про його зношеність (відшаровування троса від пластику), відповідно канат має бути замінений на інший;

якщо овалізація проходить по всій довжині каната, він має бути демонтованим і заміненим на інший.

## . Поняття про розпилюваність природного каменю

Розпилюваність каменю – комплексна технологічна властивість, що характеризує здатність каменю піддаватися дії різального інструменту (пилки). Ця властивість найважливіша в технології обробки каменю. Вона істотно впливає на ефективність виробництва різних виробів з того або іншого виду гірських порід. Розпилюваність залежить від фізичних і механічних властивостей каменю та його петрографічних характеристик: міцності, твердості, крихкості, структури, мінералогічного складу, наявності включень тощо. Найбільше на розпилюваність каменю впливає його твердість і наявність в ньому включень підвищеної твердості та абразивності.

Для оцінки оброблюваності природного каменю існує дві класифікації (*табл. 1.1, 1.2*) – вітчизняна (за Сичовим Ю. І. та Берліним Ю. Я.) та європейська.

Класифікаційною ознакою вітчизняної класифікації є показник "комплексна твердість" *Q*,

, кг/мм2,

де   – середньозважена мікротвердість породотвірних мінералів, МПа/мм2;

*Рш* – твердість гірської породи відповідно до штампу, МПа/мм2. При неможливості випробування зразків каменю цей показник може бути приблизно визначений за межею міцності каменю на стиск  за допомогою номограми.

Показник *Q* добре узгоджується з технологічним параметром – коефі­цієнтом оброблюваності  і є найбільш розповсюдженим критерієм, який являє собою відношення технологічної продуктивності до ресурсу робочого інструменту. Дані *табл. 1.1* показують, що вітчизняна класифі­кація каменю за розпилюваністю передбачає поділ усіх гірських порід на десять груп розпилюваності. При цьому коефіцієнт оброблюваності каменю IX групи рівний 0,45, а каменю I групи – 7,2. Отже, камінь IX групи обробляється в середньому в 16 разів легше, ніж камінь I групи.

*Таблиця 1.1*

**Вітчизняна класифікація каменю за розпилюваністю**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категорія міцності каменю | Група розпилю­ваності | Назва каменю | Коефіцієнт оброблюва­ності | Комплексна твердість *Q*, кг/мм2 |
| Міцні | І | Граніт янцівський, токівський, лезниківський, кварцит шокшинський | 7,2 | Вище 800 |
| ІІ | Граніт новоданилівський, омелянівський, кудашівський, капустинський, танський, маславський | 5,1 | 700–800 |
| ІІІ (а) | Граніт жежелівський, старобабанський, богуславський, корнинський, коростишівський | 3,6 | 500–700 |
| ІII (б) | Гранодіорит покостівський; габро: сліпчицьке, ямпільське, головинське, букінське; лабрадорит: головинський, добринський | 3,0 | 400–500 |
| IV | Базальт паракарський, норський;  андезит | 2,6 | 300–400 |
| Середньої міцності | V | Мармур білгородський, рускеальський, чичканський; туф боліїський | 1,8 | 200–300 |
| VI | Мармур горвський, буровщинський | 1,3 | 150–200 |
| VII | Мармур коєлгінський, уфалійський | 1 | 100–150 |
| VIII | Травертин шахтахтинський, вединський;  доломіт каармаський | 0,7 | 50–100 |
| Низько­міцні | IX | Вапняк бодракський, альмінський, жетибайський; туф артикський, октемберянський | 0,45 | До 50 |

При необхідності переходу з алмазного розпилювання на абразивне або твердосплавне слід вводити корегувальні коефіцієнти *Кк*, які показують в скільки разів знижується продуктивність обробки або збільшується трудомісткість обробки (за рівних умов). При переході на абразивно-штрипсове розпилювання низькоміцних порід *Кк* = 5; порід середньої міцності – *Кк* = 2,5; інших порід – *Кк* = 1,5. При переході на твердосплавно-дискове розпилювання низькоміцних порід *Кк* = 4; порід середньої міцності – *Кк*= 2. Трудомісткість обробки каменю особливо підвищують включення кварцу, кремнію та інших твердих порід розміром 5 мм і більші. Такі включення при обробці можуть повністю перекрити різальну кромку алмазної пилки, перешкоджаючи її заглибленню в камінь. В цих випадках міцність породи значно менше впливає на оброблюваність, ніж твердість включень. Так деякі різновиди кибік-кордонського мармуру, маючи порівняно невисоку міцність при стисненні (в середньому 74 МПа), містять значну кількість кварцових включень, через що розпилюються важче, ніж, наприклад, газганські мармури, міцність яких при стисненні вища (120 МПа). З цієї ж причини зазвичай утруднюється обробка кольорових мармурів, деяких вапняків тощо.

Європейська система класифікації природного каменю за розпилюваністю передбачає дві групи.

При визначенні оброблюваності різних порід граніту рекомендується використовувати європейську класифікацію, яка базується на даних, які отримали з практики. За цією класифікацією групи оброблюваності розташовані за збільшенням трудомісткості оброблювання і зведені в дві шкали для твердих і м'яких порід каменю. В першій *(табл. 1.2*) із них наведена класифікація гранітів (каменю вище середньої міцності), в другій – мармурів (каменю нижче середньої міцності).

У каменеобробній промисловості основні витрати на алмазний інструмент припадають на операцію розпилювання кам'яного блока (до 30 % від собівартості виробу), тому від правильного вибору інструменту багато в чому залежатиме собівартість готової продукції. При виборі інструменту враховують два основні параметри: продуктивність і ресурс.

Безпосередньо від ресурсу роботи інструменту залежать витрати на розпилювання кам'яного блоку. Тому необхідно організувати облік ресурсу роботи алмазного інструменту на операції розпилюванні. Для визначення ресурсу роботи ведуть облік загальної площі розпилювання, виконаної інструментом, одиницею виміру якої є м2.

Європейська класифікація побудована на базі коефіцієнта WF (Wear Factor) фактор зносу – значення величини зносу алмазного інструменту залежно від класу оброблюваного граніту.

Для точнішого порівняльного оцінювання ресурсу роботи сегментних відрізувальних дисків при розпилюванні граніту рекомендується загальний ресурс роботи дискової пилки привести до ресурсу роботи по гранітах середньої твердості (ІІІ клас згідно наведеної класифікації гранітів за оброблюваністю). Цей перерахунок легко виконується за допомогою перевідного коефіцієнта за оброблюваністю, який наведений нижче в таблиці. Наприклад: якщо загальний ресурс роботи дискової пилки склав 20 2 по капустинському граніту і 70 2 по токівському граніту, то ресурс роботи інструменту в перерахунку на граніти ІІІ класу складе 118 м2 (м2).

*Таблиця 1.2*

**Європейська класифікація гранітів за розпилюваністю.**

**Класи оброблюваності гранітів родовищ України і Росії**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип породи | Назва родовища | Клас оброблюваності | Перевідний коефіцієнт за оброблюваністю | Об’ємна маса,  кг/м3 | Середня межа міц­ності на стиск, МПа | Область та район розміщення родовища |
| Україна | | | | | | |
| Габро | Адамівське | I | 0,62 | 3050 | 255 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Габро | Олександрівське | I | 0,62 | 3060 | 227 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Габро | Брониславське | I | 0,62 | 2895 | 148 | Рівненська обл., Березнівський р-н |
| Габро | Бистріївське | I | 0,62 | 2960 | 254 | Житомирська обл., Коростишівський р-н |
| Габро | Горбулівське | I | 0,62 | 2895 | 109 | Житомирська обл., Черняхівський р-н |
| Габро | Дашинське | I | 0,62 | 2980 | 237 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Габро | Іршицьке | I | 0,62 | 3130 | 221 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Габро | Ісаківське | I | 0,62 | 2885 | 136 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |

| *Продовження табл. 1.2* | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип породи | Назва родовища | Клас оброблюваності | Перевідний коефіцієнт за оброблюваністю | Об’ємна маса,  кг/м3 | Середня межа міц­ності на стиск, МПа | Область та район розміщення родовища |
| Габро | Кам'янобрідське | I | 0,62 | 2780 | 91 | Житомирська обл., Коростишівський р-н |
| Габро | Кропивнянське | I | 0,62 | 3140 | 256 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Габро | Садове | I | 0,62 | 2960 | 203 | Житомирська обл., Коростишівський р-н |
| Габро | Північно­слобідське | I | 0,62 | 2915 | 224,5 | Житомирська обл., Коростишівський р-н |
| Габро | Сліпчицьке | I | 0,62 | 3000 | 211 | Житомирська обл., Черняхівський р-н |
| Габро | Слобідське | I | 0,62 | 2785 | 96 | Житомирська обл., Коростишівський р-н |
| Габро | Ясногірське | I | 0,62 | 2920 | 144 | Рівненська обл.,  Сарненський р-н |
| Лабрадорит | Верхолузьке | I | 0,62 | 2810 | 171 | Житомирська обл., Черняхівський р-н |
| Лабрадорит | Головинське | I | 0,62 | 2845 | 174 | Житомирська обл., Черняхівський р-н |
| Лабрадорит | Миківське | I | 0,62 | 2820 | 176 | Житомирська обл., Коростишівський р-н |
| Лабрадорит | Небізьке | I | 0,62 | 2840 | 173 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Лабрадорит | Осниківське | I | 0,62 | 2850 | 153 | Житомирська обл., Черняхівський р-н |
| Лабрадорит | Федорівське | П | 0,62 | 2805 | 88 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Габро | Буківське | II | 0,8 | 3010 | 210 | Житомирська обл., Малинський р-н |
| Габро | Губенківське | II | 0,8 | 2935 | 166 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Габро | Добринське | II | 0,8 | 3190 | 220 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Габро | Рудня-Кам’янське | II | 0,8 | 2720 | 106 | Житомирська обл., Народицький р-н |
| Габро | Торчинське | II | 0,8 | 3055 | 167 | Житомирська обл., Коростишівський р-н |
| Габро | Шадурське | II | 0,8 | 2950 | 244 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Габро | Ямпільське | ІІ | 0,8 | 3120 | 265 | Житомирська обл., Малинський р-н |
| Граніт | Жежелівське | II | 0,8 | 2735 | 120 | Вінницька обл., Козятинський р-н |
| Граніт | Рахно-Полівське | II | 0,8 | 2790 | 182 | Вінницька обл.,  Тиврівський р-н |
| Гранодіорит | Покостівське | ІІ | 0,8 | 2740 | 222 | Житомирська обл., Житомирський р-н |
| Гранодіорит | Стрілецьке | II | 0,8 | 2740 | 139 | Донецька обл., Тельманівський р-н |
| Лабрадорит | Васьковицьке | II | 0,8 | 2700 | 70 | Житомирська обл., Коростенський р-н, |
| Лабрадорит | Гуто-Добринське | II | 0,8 | 2860 | 124 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Лабрадорит | Кам'яна Піч | II | 0,8 | 2630 | 164 | Житомирська обл., Коростенський р-н |
| Лабрадорит | Ковалівське | II | 0,8 | 2725 | 202 | Житомирська обл., Коростенський р-н |
| Лабрадорит | Синій Камінь | II | 0,8 | 2750 | 183 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Граніт | Богуславське | III | 1,0 | 2685 | 116 | Київська обл.,  Богуславський р-н |
| Граніт | Болтишківське | III | 1,0 | 2680 | 130 | Дніпропетровська обл., Криничанський р-н |
| Граніт | Войнівське | III | 1,0 | 2600 | 120 | Кіровоградська обл., Новоукраїнський р-н |
| Граніт | Євдокимівське | III | 1,0 | 2720 | 172 | Кіровоградська обл., Новоукраїнський р-н |
| Граніт | Зеленицьке | III | 1,0 | 2720 | 244 | Житомирська обл., Ємільчинський р-н |
| Граніт | Злинківське | III | 1,0 | 2700 | 96 | Кіровоградська обл., Маловисківський р-н |
| Граніт | Капустинське | III | 1,0 | 2745 | 98 | Кіровоградська обл., Новоукраїнський р-н |
| Граніт | Корнинське | III | 1,0 | 2750 | 150 | Житомирська обл., Попільнянський р-н |
| Граніт | Крупське | III | 1,0 | 2710 | 161 | Кіровоградська обл., Кіровоградський р-н |
| Граніт | Кудашівське | III | 1,0 | 2710 | 152 | Дніпропетровська обл., Криничанський р-н |
| Граніт | Новоукраїнське (Горіхівське) | III | 1,0 | 2600 | 222 | Кіровоградська обл., Новоукраїнський р-н |
| Граніт | Осмалинське | III | 1,0 | 2760 | 191 | Рівненська обл.,  Сарнинський р-н |
| Граніт | Старобабанівське | III | 1,0 | 2645 | 140 | Черкаська обл.,  Уманський р-н |
| Граніт | Танське | III | 1,0 | 2625 | 184 | Черкаська обл.,  Уманський р-н |
| Граніт | Ташлицьке | III | 1,0 | 2690 | 172 | Кіровоградська обл., Новоукраїнський р-н |
| Граніт | Хотизьке | III | 1,0 | 2910 | 195 | Житомирська обл., Ємільчинський р-н |
| Граніт | Омелянівське | IV | 1,25 | 2655 | 105 | Житомирська обл., Коростенський р-н |
| Граніт | Маславське | IV | 1,25 | 2720 | 245 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Граніт | Межиріцьке | IV | 1,25 | 2650 | 171 | Житомирська обл., Коростишівський р-н |
| Граніт | Мирнянське | IV | 1,25 | 2670 | 107 | Житомирська обл., Радомишльський р-н |
| Граніт | Райківське | IV | 1,25 | 2695 | 177 | Житомирська обл., Бердичівський р-н |
| Граніт | Солошинське | IV | 1,25 | 2750 | 165 | Полтавська обл., Кобеляцькийср-н |
| Граніт | Софіївське (Відрадненське) | IV | 1,25 | 2650 | 112 | Миколаївська обл., Первомайський р-н |
| Граніт | Трикратненське | IV | 1,25 | 2650 | 149 | Миколаївська обл., Вознесенський р-н |
| Граніт | Човнівське | IV | 1,25 | 2710 | 211 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Граніт | Дідковицьке | V | 1,4 | 2670 | 234 | Житомирська обл., Коростенський р-н |
| Граніт | Костянтинівське | V | 1,4 | 2615 | 135 | Миколаївська обл., Арбузинський р-н |
| Граніт | Лезникiвське | V | 1,4 | 2650 | 226 | Житомирська обл., Володарсько-Волинський р-н |
| Граніт | Новоданилівське | V | 1,4 | 2680 | 154 | Миколаївська обл., Казанківський р-н |
| Граніт | Токівське | V | 1,4 | 2635 | 162 | Дніпропетровська обл., Апостолівський р-н |
| Граніт | Янцівське | V | 1,4 | 2655 | 193 | Запорізька обл.,  Вільнянський р-н |
| Росія | | | | | | |
| Граніт | Нясюка | I | 0,62 |  |  | Мурманська обл. |
| Габро-діабаз | Сатки | I | 0,62 |  |  | Челябінська обл. |
| Магнезит | Південно-Шабрівський | I | 0,62 |  |  | Свердловська обл. |
| Серпентеніт | Другоріцьке | I | 0,8 |  |  | Республіка Карелія |
| Габронорит | Єнське | I | 0,8 |  |  | Мурманська обл. |
| Габронорит | Кейносет | I | 0,8 |  |  | Республіка Карелія |
| Габронорит | Кулосс | I | 0,8 |  |  | Мурманська обл. |
| Габронорит | Кюляваара | I | 0,8 |  |  | Мурманська обл. |
| Габронорит | Сенкина ламбина | I | 0,8 |  |  | Мурманська обл. |
| Габронорит | Чорна Салма | I | 0,8 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Ізербельське | I | 1 |  |  | Свердловська обл. |
| Габро-діабаз | Великий Масив | II | 0,8 |  |  | Республіка Карелія |
| Габро-діабаз | Хмелівська дайка | II | 0,8 |  |  | Пермська обл. |
| Габро-діабаз | Шаргилампи | II | 0,8 |  |  | Пермська обл. |
| Гранодіорит | Димовське | II | 0,8 |  |  | Республіка Карелія |
| Гранодіорит | Сормозеро | II | 0,8 |  |  | Свердловська обл. |
| Гранодіорит | Ханинське | II | 0,8 |  |  | Мурманська обл. |
| Діорит | Шогуйське | II | 0,8 |  |  | Якутія |
| Метагабро-діорит | Огоньор | II | 0,8 |  |  | Мурманська обл. |
| Сієніт | Райвим’яки | II | 0,8 |  |  | Республіка Карелія |
| Амфіболіт | Гранатове | II | 0,8 |  |  | Республіка Карелія |
| Амфіболіт | Пояконда | II | 0,8 |  |  | Мурманська обл. |
| Граніт | Сибірське | II | 0,8 |  |  | Свердловська обл. |
| Граніт | Хибініт | II | 0,8 |  |  | Мурманська обл. |
| Піроксеніт | Ніним’яки | II | 0,8 |  |  | Республіка Карелія |
| Піроксеніт | Порінський | II | 0,8 |  |  | Мурманська обл. |
| Піроксеніт | Сопка Бунтина | II | 0,8 |  |  | Республіка Карелія |
| Хибиніт | Айкуайвенчорр | ІІ | 0,8 |  |  | Мурманська обл. |
| Хибиніт | Ловчорр | II | 0,8 |  |  | Мурманська обл. |
| Граніт | Вальсіявр | III | 1 |  |  | Мурманська обл. |
| Граніт | Винга | III | 1 |  |  | Мурманська обл. |
| Граніт | Відродження | III | 1 |  |  | Ленінградська обл. |
| Граніт | Ісетське | III | 0,8 |  |  | Республіка Хакасія |
| Граніт | Каменогірське | III | 1 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Кузреченське | III | 1 |  |  | Мурманська обл. |
| Граніт | Лакевара | III | 1 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Лєтнєреченське | III | 1 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Лукуноя | III | 1 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Мансурівське | III | 1 |  |  | Республіка Башкортостан |
| Граніт | Муставаара | III | 1 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Ротевара | III | 1 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Слюдоозеро | III | 1 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Тале | III | 1 |  |  | Республіка Саха |
| Граніт | Хапам’яки | III | 1 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Південно-Султаєвське | III | 1 |  |  | Челябінська обл. |
| Піроксеніт | Кирикован | III | 1 |  |  | Мурманська обл. |
| Гнейсограніт | Зеленоборське | IV | 1,25 |  |  | Мурманська обл. |
| Гнейсограніт | Сулку | IV | 1,25 |  |  | Республіка Карелія |
| Гнейсограніт | Укком’яки | IV | 1,25 |  |  | Республіка Карелія |
| Гнейсограніт | Чуккури Гора | IV | 1,25 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Калгувара | IV | 1,25 |  |  | Республіка Карелія |
| Гнейсограніт | Сюскюянсаари | V | 1,4 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Кашина гора | V | 1,4 |  |  | Республіка Карелія |
| Граніт | Од’явр | V | 1,4 |  |  | Мурманська обл. |
| Кварцит | Шокшинське | V | 1,4 |  |  | Республіка Карелія |

Істотно впливають на розпилюваність каменю такі його властивості, як в'язкість, крихкість тощо. Так, підвищена в'язкість утрудняє оброблювання порфірів, фельзитових туфів тощо. Хорошу оброблюваність різальним інструментом мають переважно однорідні дрібнозернисті породи, які характеризуються порівняно невисокою твердістю і міцністю.

Абразивність породи впливає на зносостійкість інструменту. Абразивність – це здатність оброблюваного матеріалу стирати алмазовмісний шар. Чим абразивніший матеріал, тим сильніше він зношує зв'язку, яка утримує алмази.

Матеріали, які використовуються в будівництві, можна класифікувати за ступенем абразивності. Класифікація матеріалів залежно від властивостей абразивності наведена в *табл. 1.3*. Значення цифри відповідає відносній абразивності матеріалу при його оброблюванні.

*Таблиця 1.3*

**Значення абразивності оброблюваних порід**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Низькоабразивні,  тверді матеріали | | | | | | | Середньоабразивні  матеріали | | | | | | | | Високоабразивні,  м'які матеріали | | | | |
| Агат, яшма, онікс, кварц, халцедон, скло кварцове | Глазурована керамічна плитка, скло технічне, сапфір | Мармур м'який абразивний, вапняк неабразивний | Мармур твердий кристалічний, доломіт, травертин, вапняк абразивний | Тверда кераміка, керамічний граніт | Граніти м'які, габро, лабрадорит, андезит, базальт, порфір, сланець, гнейс | Граніти м'які, габро, лабрадорит, андезит, базальт, порфір, сланець, гнейс | Високоармований бетон, особливо важкий бетон | Гідротехнічний бетон, важкий дрібнозернистий бетон, тротуарні плити із бетону | Армований бетон, вогнеупори тверді, динас, керамічні труби | Бордюрний бетон, тротуарні плити, тверда цегла | Неармований бетон, бетонні труби | Пісковик твердий, цегла лицювальна | Черепиця бетонна, поротон, цегляна кладка, пінобетон, ніздрюватий бетон | Вогнеупори пресовані абразивні, шамотна цегла, динас, черепиця керамічна | Цегла силікатна, шлакобетон, штукатурка, безшовна бетонна підлога | Пісковик абразивний, асфальтобетон | Асфальт, туф, черепашник | Свіжеукладений бетон | Свіжеукладений асфальт |
| 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |