**УДК 622.732/622.742**

**КП 29.52.40.330**

**Інв. № ОБ-11-02**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ (КПІ)**

**ІНСТИТУТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ**

**03056, м. Київ, вул. Борщагівська, 115, корпус 22**

**тел. 241-76-27**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

**“Електромеханічне обладнання**

**енергоємних виробництв”**

**д.т.н., проф. Шевчук С.П.**

**“\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015р.**

**ЗВІТ**

**на тему “Розрахунок технології та вибір техніки дробарко-сортувального заводу продуктивністю 600 тис.м3/рік”**

**з курсу “Техніка та технологія переробки гірських порід”**

**Частина 2**

**Керівник**

**д.т.н., проф. Терентьєв О.М.**

**Виконавець**

**студент гр. ОБ-11 Ліщенко І.Ю.**

**Київ 2015**

**РЕФЕРАТ**

Звіт про виконання курсової роботи: 66 сторінок; 4 таблиць; додатків; 9 джерел інформації.

Об’єкт дослідження – технологічний процес переробки гірничої маси на щебінь товарних фракцій (0…0,14) мм, (0,14…5) мм, (5…10) мм, (10…20) мм, (20…40) мм та пісок дроблений з відсіву фракції (0-0,15…5,0) мм.

Мета роботи – розрахунок технології та вибір обладнання дробарно-сортувального заводу (ДСЗ) продуктивністю 240 тис. м3/рік готової продукції з вихідної гірничої маси.

Методи дослідження та апаратура – при виконанні дослідження використано наступні методи: аналітичний метод – для проведення розрахунків степеню подрібнення, виходу продукту, ефективності і продуктивності операцій ДСЗ; обробки інформації – для обґрунтування вибору вибору грохотів, дробарок обладнання ДСЗ; графічний – для створення технологічної схеми переробки ДСЗ; аналізу - для оцінки результатів розрахунків степеню подрібнення, виходу продукту, ефективності і продуктивності операцій ДСЗ; калькулятор CASIO fx-350 MS, ПЕОМ.

Результати дослідження. В результаті розраховано технологію ДСЗ та отримано щебінь фракцій (5…10) мм – 24,4 , м3 на рік; (10…20) мм –34,3 ,м3 на рік; (20…40) мм – 16,6 , м3 на рік; пісок фракції (0,14…5) мм -23,43 , м3 на рік; відходи фркції (0…0,14) мм – 1,28 , м3 на рік.

Новизна – полягає в кількісному обґрунтуванні: вибору необхідної і достатньої кількості стадій дроблення; доцільності використання попереднього грохочення перед дробленням; технології утилізації відходів.

Основні конструктивні, технологічні й техніко-експлуатаційні характеристики і показники. Обґрунтовано обрана три стадійна технологічна схема ДСЗ продуктивністю по готовій продукції 240 тис.м3/рік. Запропоновано до використання наступні дробарки: на першій стадії – ВЩД 600х800 на другій стадії і третій стадіях - КІД 900.

Ступінь впровадження – перед проектні розрахунки.

Взаємозв’язок з іншими дисциплінами – математика, фізика, гірнича справа.

Галузь застосування – гірнича справа.

Прогнозні припущення про розвиток об’єкту дослідження або розроблення – може використовуватися як методика розрахунку технології і обладнання дробарко-сортувальних заводів.

Ключові слова: дробарно-сортувальний завод, дробарка, грохот, грохочення, щебінь, пісок.

**ЗМІСТ**

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів5

2.1 Обґрунтування доцільності реконструкції ДСЗ та узгодження ДСЗ за продуктивністю6

2.2 Визначення споживачів і їх вимог до готової продукції7

2.3 Вибір і обґрунтування технологічної схеми ДСЗ10

2.4 Режим роботи ДСЗ15

2.5 Визначення виробничої потужності заводу за вихідною сировиною15

2.6 Розрахунок якісно-кількісної схеми з використанням ПОМ або без неї16

2.7 Вибір і розрахунок обладнання для реалізації технології ДСЗ36

2.7.1 Вибір дробарного обладнання36

2.7.1.1 Розрахунок дробарного обладнання36

2.7.2 Вибір грохотів38

2.7.3 Розрахунок грохотів38

2.8 Вибір та розрахунок обладнання для промивання49

2.9 Джерела для промивання готової продукції і організація замкнутої циркуляції води50

2.10 Вибір конвеєрів для забезпечення технології ДСЗ51

2.11 Хвостосховища і склади готової продукції52

2.12 Утилізація відходів і відвантаження готової продукції53

Висновки57

Практичні рекомендації57

Перелік посилань58

Додатки60

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

|  |  |
| --- | --- |
| ВАТ – відкрите акціонерне  товариство;  ВНЗ – вищий навчальний заклад;  в.о. – відносна одиниця;  вул. – вулиця;  ВСН – всесоюзные строительные нормы;  ВТК - відділ технічного контролю;  ВЩД – вібраційні щокові дробарки;  ДБК – домобудівний комбінат;  ДКПП – державний класифікатор продуктів і послуг;  ДСЗ – дробарко – сортувальний  Завод;  ДСТУ– Державний стандарт України;  ім. – імені;  Інв. – інвентарний;  ЗАТ – закрите акционерне  Товариство;  корп. – корпус;  КП – код продукту;  КІД - конусні інерційні дробарки;  КМД - дробарки мілкого дроблення;  КСД - дробарки середнього  дроблення;  м. – місто;  МВТУ – Московське вище  технічне училище ім. Баумана;  млн. – міліон;  НВО - науково-виробниче об’єднання;  НДІ – науково-дослідний інститут; | ОНП-18-95 – Отраслевые нормы;  ПП– приватне підприємство;  ПEОМ–персональна електроно-обчислювальна машина;  проф. – професор;  рис. – рисунок;  р. – рік;  СКБ – спеціальне конструкторське  Бюро;  США – Сполучені Штати Америки;  Та інш. - Та інші;  ТЕО – техніко-економічне  Обґрунтування;  тис. – тисяч;  тел.-телефон;  ЩМА - щебінкові - мастичні  асфальтобетонні суміші;  GB – Great Britain;  DE – Deutschland engineering. |

**2.1 Обґрунтування доцільності реконструкції дробарно-сортувального заводу та узгодження дробарно-сортувального заводу за продуктивністю**

В результаті реконструкції проведена дорозвідка родовища та виявлено додаткові запаси обсягом 10 млн. м3, тому кар’єр буде розробляти родовище протягом 29 років. Доцільна реконструкція ДСЗ продуктивністю 600 тис. м3.

Потрібна продуктивність по вхідному матеріалу:

(2.1)

де – річна продуктивність кар’єру, м3/рік;

=600000 – річна продуктивність ДСЗ, з завдання, м3/рік;

=1,3 – насипна маса (щільність) готової продукції, т/м3; [1]

=0,95 – орієнтовний вихід готової продукції, в.о.;

=1,7 – насипна маса вхідної продукції, т/м3. [1]

**2.2 Визначення споживачів та їх вимог до готової продукції**

2.2.1 Розподілення готової продукції між споживачами наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Споживачі готової продукції

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Споживачі | Щебінь, % | | | Пісок, % | Відходи % |
| 5..10  мм | 10..20  мм | 20..40  мм |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ТОВ БУД-ПРО (м. Київ, вул. Кіквідзе , 12) | 10 | 10 | 4,6 | 8 | 0,057 |
| ТОВ ДЕЛІ ГРУПП (м. Київ, вул. Білічанська , 1, кв.64) | 8 | 14,3 | 6,2 | 8,86 | 0,4 |
| ВАТ ШЛЯХБУД (м. Київ, вул. Богуна, 19) | 3,14 | 3,4 | 4 | 3,8 | 0,7 |
| Інші | 3,25 | 6,6 | 1,8 | 2,77 | 0,123 |
| Всього | 24,39 | 34,3 | 16,6 | 23,43 | 1,28 |

2.2.2 Вимоги споживачів до готової продукції

* вища категорія якості : марка по міцності – 800; склад пиловидних і глиняних частин – 1 %; марка по морозостійкості – не менше МРЗ-25; склад зерен слабких порід – 10 %;
* перша категорія якості : марка по міцності – 700; склад пиловидних і глиняних частин – 2 %; марка по морозостійкості – не менше МРЗ-25; склад зерен слабких порід – 5 %;

Вимоги споживачів до піску:

* вища категорія якості : склад пиловидних і глиняних частин – 5 %;
* перша категорія якості : склад пиловидних і глиняних частин – 7 %.

Технічні вимоги до щебеню відповідно ДСТУ БВ. 2.7-34-2001.

Щебінь, який випускають за даним стандартом, повинен мати насипну густину не більше 1750 кг/м3. Насипна густина щебеню, призначеного для виготовлення збірного бетону і залізобетону, повинна бути не більше 1600 кг/м3.

Щебінь за даним стандартом випускають у вигляді таких основних фрак­цій: понад 5 до 10 мм вкл.; понад 10 до 20 мм вкл.; понад 20 до 40 мм вкл.; понад 40 до 80 (70) мм  вкл.

Форму зерен щебню характеризують вмістом зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форми.

**Примітка.** До зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форми відносять такі зерна, товщина або ширина яких менше довжини у три і більше рази.

Вміст зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форми у щебні не повинен перевищувати 35 % за масою. За узгодженням виготовлювача зі спожи­вачем допускається випуск щебню з вмістом зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форми по 65 % за масою.

Марка щебню за міцністю повинна бути не нижче 400.

Морозостійкість щебню характеризують числом циклів поперемінного заморожування і відтавання, за яких його втрати у відсотках за масою не перевищують встановлених значень.

Щебінь, який випускають за даним стандартом, за морозостійкістю підрозділяють на марки F25, F35, F50, F100, F150 і F200.

Вміст пилуватих і глинистих часток розміром менше 0,05 мм, який визначають відмулюванням, піпетковим методом або методом мокрого просіювання, у щебні марок за дробимістю 600 і вище не повинен перевищувати 1 % за масою, у щебні марки 400 – 2 % за масою, у тому числі глини у грудках у щебні усіх марок – 0,25 % за масою.

Щебінь повинен мати стійку структуру проти усіх видів розпадів. Структура щебню вважається стійкою, якщо втрата у масі після випробувань не перевищує

5 % за масою.

Вміст у щебні сірчистих і сірчанокислих сполук у перерахунку на S03 не повинен перевищувати 0,5 % за масою.

Щебінь повинен містити не більше 25 % за масою загального заліза.

Щебінь використовують у бетоні без обмежень, якщо вміст кожного з породоутворюючих мінералів (магнетиту, гетиту, гематиту та ін.) не більше 10 % за об'ємом або загальна їх сума не перевищує 15 %.

Стандарт [3] поширюється на пісок з відсіву подрібнення з середньою щільністю зерен понад 2,8 до 3,2 г/см3, що отримується при виробництві щебню з вміщуючих скельних гірських порід гірничо-збагачувальних комбінатів України.

Пісок повинен відповідати вимогам дійсного стандарту і застосовуватися відповідно з діючими нормативними документами|.

Пісок повинен характеризуватися наступними показниками якості:

- насипною щільністю;

- зерновим складом;

- вмістом пиловидних і глинистих часток|, у тому числі глини в грудках;

- вмістом глинистих часток, визначених методом набрякання (при розробці відвалів відсіву дроблення);

- вмістом органічних домішок|;

- міцністю;

- морозостійкістю;

- вмістом порід і мінералів, які відносять до шкідливих домішок;

- значенням сумарної питомої активності природних радіо­нуклідів|.

Піски, що випускаються за даним стандартом, повинні мати насипну щільність не більше 1650 кг/м3.

Піски, які стандартизуються| цим документом, по зерновому складу підрозділяють на групи: підвищеної крупності, великі, середні і дрібні.

 Вміст зерен розміром понад 10 мм в піску не повинен перевищувати  5 % за| масою.

Вміст зерен розміром від 5 мм до 10 мм в пісках для бетонів не повинен перевищувати 10 % по масі.

Вміст в піску зерен, що проходять через сито № 016, не повинен перевищувати 20 % по масі.

Кількість пиловидних і глинистих часток розміром менше 0,05 мм, які визначаються відмочуванням, піпетковим| методом або методом мокрого просіювання, не повинна перевищувати 7 % по масі, у тому числі глини в грудках – 0,35 % по масі.

Кількість глинистих часток, які визначаються методом набухання, не повинна перевищувати 1 % за масою.

Пісок при обробці розчином гідрооксиду натрію (колоримет­рична| проба на органічні домішки) не повинен надавати розчину забарвлення| темніше за колір еталону.

Залежно від міцності вихідної гірської породи піски підрозділяють на марки: 1000; 800 і 600.

У скельних| гірських породах не повинні міститися слабкі різниці в кількості| більше 10 % по масі.

При вищому вмісті слабких| різниць допускається використовувати піски, що отримуються після другої і подальших стадій подрібнення|.

До слабких відносяться породи з межею міцності на стискування у водонасиченому стані менше 20 МПа (200 кгс/см2 ).

Пісок повинен мати марку по морозостійкості не нижче F25. Втрата маси після 25 циклів поперемінного заморожування і відтаювання не повинна перевищувати 10 %.

**2.3 Вибір і обґрунтування технологічної схеми дробарко-сортувального заводу**

Для вибору технологічної схеми ДСЗ необхідно провести дослідження гранулометричного складу вхідної гірничої маси, яка надходить з кар’єру (Додаток В).

2.3.1 Загальна ступінь подрібнення заводу ізаг:

ізаг=Dmax/dmax=500/20=25, в.о., (2.2)

де Dmax = 500 – максимальний розмір куска вихідної гірничої маси, мм;

dmax = 20 – максимальний отриманий кусок готової продукції ДСЗ, оскільки фракція (10…20) мм, має меншу насипну масу 1,26...1,32 *т/ м*3  [10] і користується підвищеним попитом, оскільки використовується для виробництва асфальту, дорожнього покриття, бетону і конструкцій з нього тощо.

2.3.2 Часткова ступінь подрібнення і1 першої стадії:

і1=Dmax/d1max=500/1,6·b1=500/1,6·75=4,2, в.о., (2.3)

де d1max=1,6·b1=1,6·75=120 – максимальний розмір куска на виході дробарки ВЩД-600x800, мм;

1,6 – коефіцієнт закрупнення куска на вході в дробарку, в.о. [4];

b1=75 – ширина вихідної щілини дробарки ВЩД-600x800 для отримання максимальної кількості фракцій (10…20) мм, мм, [4]

2.3.3 Часткова ступінь подрібнення і2 другої стадії:

і2= d1max /d2max=1.6·b1 /2,8·b2=1,6·75/2,8·20=2,8, в.о., (2.4)

де d2max=2,8·b2=2,8·15=42 – максимальний розмір куска на виході дробарки КІД-900, мм ;

2,8 – коефіцієнт закрупнення куска на вході в дробарку, в.о. [5];

b2=20 – ширина вихідної щілини дробарки КІД-900 для отримання максимальної кількості фракцій (10…20) мм, мм, [5]

2.3.4 Часткова ступінь подрібнення і3 третьої стадії:

і3= d2max /d3max=2,8· b2/3,3· b3=2,8·15/3,3·5=2,7, в.о., (2.5)

де d3max=3,3·b3=3,3·5=16,5 – максимальний розмір куска на виході дробарки КІД-900, мм;

3,3 – коефіцієнт закрупнення куска на вході в дробарку, в.о. [5];

b3=5 – ширина вихідної щілини дробарки КІД-900 для отримання максимальної кількості фракцій (0..5) мм, яка використовується для оздоблення пішохідних доріжок, мм, [5]

Перевіряємо кількість вибраних стадій по ступеню подрібнення. Для цього повинна виконуватись умова необхідної і достатньої кількості стадій подрібнення:

ізаг < і1· і2· і3·…· іn = 4,2·2,8·2,6 = 30,6 > 25 (2.6)

Оскільки загальна ступінь подрібнення ізаг = 30,6 більше 25, то достатньо трьох стадій. Технологічна схема, наведена на рисунку 6.1, потребує трьох стадійного подрібнення з замкнутим циклом на останній стадії. Перед кожною стадією необхідно проводити грохочення. Попереднє грохочення застосовують при вмісті, не менше 20 %, під решітного класу у вихідному матеріалі.

На другій стадії дроблення в більшості випадків передбачають попереднє грохочення. На третій стадії дроблення при розмірах розвантажувальних щілин (5…7) мм попереднє грохочення застосовують завжди.

Замкнутий цикл на останній стадії подрібнення забезпечує можливість регулювання виходу за крупністю і сприяє збільшенню якості щебінки за рахунок зменшення кусків лещадної та голчастої форми.

Утилізація відходів: відсів гранітного щебню фракції 0–5 мм. Фактично — це залишковий матеріал при дробленні гірських порід і сортування їх на різні фракції. Але роль відсіву далеко не «залишкова». Спектр вживання його досить широкий:

- виробництво залізо-бетонних виробів (стоки, тротуарні плитки);

- використання як реагент проти ожеледиці, поряд з крупнішим гранітним щебнем;

- виробництво стінових матеріалів;

- використання в технологічних процесах очищення води;

- виробництво асфальтобетону, декоративних і обробних матеріалів. Також можливе використання гранітного відсіву в декоративних цілях — в ландшафтних роботах. Слід звернути увагу на доріжки з мармурового або гранітного відсіву. При цьому камінчики фракцією 5 мм-10 мм використовуються як окремо для стежини, так і для закладення швів між бетонними плитками або цеглою. Відсіви, гравій, галька, щебінь, пісок — відносно недорогі покриття для садових доріжок.



Рисунок 2.1 Технологічна схема ДСЗ

**2.4 Режим роботи дробарно-сортувального заводу**

# Розклад роботи ДСЗ прийнято цілорічним. Добовий розпорядок тризмінний, з 5 добовим робочим тижнем при двох вихідних. Приймаємо 8 годинний робочий день. Кількість робочих змін на тиждень 15. Розпорядок роботи складів по відвантаженню готової продукції цілорічний без вихідних днів [6].

Фонд чистого робочого часу Тч:

(2.7)

де Tзаг = 6075 – річний фонд роботи підприємства, год [6];

кв= 0,85 – коефіцієнт використання обладнання , який проектується [6].

Годинна продуктивність операції Qгод  визначається за формулою :

(2.8)

де Qр =600000 – продуктивність ДСЗ по готовій продукції, згідно з завданням, м3/рік.

**2.5 Визначення виробничої потужності заводу за вхідною сировиною**

Потрібна продуктивність ДСЗ по вхідному матеріалу Qвх  розраховується :

Qвх=Qг.п.δ·гот/(γгот·δвх)=600 000·1,3/(0,95·1,7)=482972.14 м3/рік , (2.9)

де Qг.п .= 600 000 – продуктивність ДСЗ по готовій продукції, м3/рік.

δгот = 1,3 – насипна маса готової продукції фракцій (10..20 ) мм, т/м3 [1].

γгот =0,95 – вихід готової продукції з урахуванням утилізації відходів, в.о.

δвх=1,7 – насипна маса (щільність) вхідного продукту, т/м3 [1].

Годинна продуктивність ДСЗ по вхідному матеріалу Qгод  :



Qгод= 482 972.14/5164=93.53 м3/год , (2.10)

**2.6 Розрахунок якісно-кількісної схеми**

2.6.1 Вихід продукту 2,3,6, в.о.:

γ2 =γ1-100 ·Е1 =0,25·0,70=0,18 (2.11)

де γ1-100 =0,25 – вихід фракцій (0…100) мм у вхідній гірничій масі;

Е1=0.70 – ефективність першої стадії грохочення, забезпечує 15 % запас покращення продуктивності на даній стадії, в.о., [6]

γ3= γ1- γ2=1-0,18=0,82; (2.12)

γ6= γ3= 0,82. (2.13)

2.6.2 Фракційна ефективність операції грохочення 1:

Е1-d=1-(1- Е1)·(d/100)c, (2.14)

де d - діаметр фракцій, що поступають на першу стадію, мм (Додаток В);

С=К1·Е1/(1-Е1), (2.15)

де К1 – емпіричний коефіцієнт, що розраховується:

К 1=3,222·lg(γ1-100 / γ1-50)=3,322· lg(0,25 /0,172)=0,52, (2.16)

де γ1-50 =0,172 – визначено з характеристики крупності вхідної гірничої маси (Додаток Д).

С=К1·Е1/(1- Е1)=0,52·0,7/(1-0,7)=1,21;

Отже,

Е1-100=1-(1- Е1)·(d1/100)c =1-(1-0,70)·(100/100)1,21=0,70;

Е1-70 =1-(1- Е1)·(d2/100)c =1-(1-0,70)·(70/100)1,21=0,81;

Е1-40 =1-(1- Е1)·(d3/10 0)c =1-(1-0,70)·(40/100)1,21=0,90;

Е1-20 =1-(1- Е1)·(d4/100)c =1-(1-0,70)·(20/100)1,21=0,96;

Е1-10 =1-(1- Е1)·(d5/100)c =1-(1-0,70)·(10/100)1,21=0,98;

Е1-5 =1-(1- Е1)·(d6/100)c =1-(1-0,85)·(5/100)1,21=0,99;

Е1-0,14 =1-(1- Е1)·(d7/100)c =1-(1-0,85)·(0,14/100)1,21=0,99.

2.6.2 Характеристика крупності продуктів операції 2:

γ2-d= γ1-d· Е1-d; (2.17)

γ2-100= γ1-100· Е1-100=0,25·0,70=0,18;

γ2-70= γ1-70· Е1-70=0,18·0,81=0,15;

γ2-40= γ1-40· Е1-40=0,15·0,90=0,14;

γ2-20= γ1-20· Е1-20=0,14·0,96=0,13;

γ2-10= γ1-10· Е1-10=0,09·0,98=0,08;

γ2-5= γ1-5· Е1-5=0,06·0,99=0,06;

γ2-0,14= γ1-0,14· Е1-0,14=0,01·0,99=0,01.

2.6.3 Характеристика крупності продуктів операції 3:

γ3-d= γ1-d - γ2-d; (2.18)

γ3-100= γ1-100 - γ2-100=0,25-0,18=0,07;

γ3-70= γ1-70 - γ2-70=0,18-0,15=0,03;

γ3-40= γ1-40 - γ2-40=0,15-0,14=0,01;

γ3-20= γ1-20 - γ2-20=0,14-0,13=0,01;

γ3-10= γ1-10 - γ2-10=0,09-0,08=0.01;

γ3-5= γ1-5 - γ2-5=0,06-0,06=0;

γ3-0,14= γ1-0,14 - γ2-0,14=0,01-0,01=0.

2.6.4 Вихід продукту 4,5,7, в.о.:

2.6.4.1 Фракційна ефективність операції грохочення 2:

Е2-d=1-(1- Е2)·(d/20)c, (2.19)

де Е2=0,87 - ефективність технологічної операції другої стадії грохочення, забезпечує 3 % запас підвищення продуктивності на даній стадії, [6]

d - діаметр фракцій, що поступають на другу стадію, мм (Додаток В)

С=К2·Е2/(1- Е2)=0,62·0,87/(1-0,87)=4,15; (2.20)

К2=3,222·lg(γ2-20/γ2-10)=3,222· lg(0,14/0,09)=0,62, (2.21)

де γ1-10 =0,09 – визначено з характеристики крупності вхідної гірської маси, (Додаток Д )

Отже,

Е2-20 =1-(1- Е2)·(d4/20)c =1-(1-0,87)·(20/20)4,15=0,87;

Е2-10 =1-(1- Е2)·(d5/20)c =1-(1-0,87)·(10/20)4,15=0,99;

Е2-5 =1-(1- Е2)·(d6/20)c =1-(1-0,87)·(5/20)4,15=0,99;

Е2-0,14 =1-(1- Е2)·(d7/20)c =1-(1-0,87)·(0,14/20)4,15=0,99.

2.6.4.2 Вихід продуктів операції 4:

γ4 =γ2-20 ·Е2 =0,13·0,87=0,11,

Е2=89·1,05·0,95·0,98=87.

2.6.4.3 Вихід продукту операцій 5 та 7:

γ5= γ2- γ4=0,18-0,11=0,07;

γ7= γ5+ γ6=0,07+0,82= 0,89;

2.6.5 Характеристика крупності продуктів 5, 6, 7:

γ5-d =γ2-d (1-E 2-d) , якщо d<20;

γ5-d= γ2-d-γ4 , якщо d=20 або d >20;

γ6-d= γ3-d-γ3 і3·bi3-d;

γ7-d= γ3-d-γ6-d, якщо d<70 або d=70.

2.6.6.1 Характеристика крупності продуктів операції 5.

Розрахунок проведений за формулою γ5=γ2-γ4, оскільки продукт операції 5 складається з фракцій (20…100) мм.

γ5-100= γ2-100- γ4=0,18-0,11=0,07;

γ5-70= γ2-70- γ4=0,15-0,11=0,04;

γ5-40= γ2-40- γ4=0,14-0,11=0,03;

γ5-20= γ2-20·(1-Е2-20)=0,13·(1-0,87)=0,02;

γ5-10= γ2-10·(1-Е2-10)=0,08·(1-0,99)=0,0008;

γ5-5= γ2-5·(1-Е2-5)=0,06·(1-0,99)=0,006;

γ5-0,14= γ2-0,14·(1- Е2-0,14)=0,01·(1-0,99)=0,0001.

2.6.9 Характеристика крупності продуктів операції 6:

γ6-d= γ3-d +γ3і3·b-di3, (2.22)

де і3– обрана ширина вихідної щілини дробарки на операції 3 подрібнення; b-di3 – вміст фракцій (0…d) мм в роздрібненому продукті на операції 3 дроблення.

Ширину вихідної щілини і3 дробарки приймаємо 100 мм, щоб отримати найбільшу кількість фракції щебінки (10…20) мм. Тоді за характеристикою крупності, яка наведена у Додатку Д, знаходимо, що γ3і3 =0,52, що відповідає 100 мм - для ширини розвантажувального отвору дробарки в долях одиниці 1. Склад необхідного класу від 0 до d в подрібненому продукті визначається за формулою:

b=1-ß-di3. (2.23)

Величина ß+d визначається за типовою характеристикою крупності [12]:

b-100i3=1-0,52=0,48;

b-70i3=1-0,63=0,37;

b-40i3=1-0,95=0,05;

b-20i3=1-0,97=0,03;

b-10i3=1-0,99=0,01;

b-5i3=1-0,99=0,01;

b-0,14i3=1-1=0;

γ6-100= γ3-100 + γ3-100 b-100i3=0,1+0,52·0,48=0,3496;

γ6-70= γ3-70 + γ3-70 b-70i3=0,04+0,52·0,37=0,2324;

γ6-40= γ3-40 + γ3-40 b-40i3=0,01+0,52·0,05=0,0360;

γ6-20= γ3-20 + γ3-20 b-20i3=0,01+0,52·0,03=0,0256;

γ6-10= γ3-10 + γ3-10 b-10i3=0+0,52·0,01=0,0052;

γ6-5= γ3-5 + γ3-5 b-5i3=0+0,52·0,01=0,00052;

γ6-0,14= γ3-0,14 + γ3-0,14 b-0,14i3=0+0,52·0=0.

2.6.10 Характеристика крупності продуктів операції 7:

γ7-d= γ5-d + γ6-d; (2.24)

γ7-70= γ5-70 + γ6-70=0,06+0,23=0,29;

γ7-40= γ5-40+ γ6-40=0,07+0,04=0,11;

γ7-20= γ5-20+ γ6-20=0,01+0,03=0,04;

γ7-10= γ5-10+ γ6-10=0+0,0052=0,0052;

γ7-5= γ5-5+ γ6-5=0+0,0052=0,0052;

γ7-0,14= γ5-0,14 + γ6-0,14 =0,0001+0=0,0001.

2.6.11 Вихід продукту 8:

γ8 =γ7-70 ·Е4 =0,29·0,87=0,25, (2.25)

Ефективність грохочення операції 4 визначена за методикою, що наведена у підпункті 2.6.6.1.

Е4=89·1,05·0,95·0,98=87, %;

γ9= γ7- γ8=0,89-0,25=0,64;

γ12= γ9=0,64.

2.6.12 Фракційна ефективність операції грохочення 4:

Е4-d=1-(1- Е4)·(d/70)c, (2.26)

де

С=К4·Е4/(1- Е4)=1,40·0,87/(1-0,87)=9,37;

К4=3,322·lg(γ7-70/γ7-40)=3,322· lg(0,29/0,11)=1,40.

Отже,

Е4-70 =1-(1- Е4)·(d2/70)c =1-(1-0,87)·(70/70)9,37=0,87;

Е4-40 =1-(1- Е4)·(d3/70)c =1-(1-0,87)·(40/70)9,37=0,99;

Е4-20 =1-(1- Е4)·(d4/70)c =1-(1-0,87)·(20/70)9,37=0,99;

Е4-10 =1-(1- Е4)·(d5/70)c =1-(1-0,87)·(10/70)9,37=0,99;

Е4-5 =1-(1- Е4)·(d6/70)c =1-(1-0,87)·(5/70)9,37=0,99;

Е4-0,14 =1-(1- Е4)·(d7/70)c =1-(1-0,87)·(0,14/70)9,37=0,99.

2.6.13 Характеристика крупності продуктів операції 8, 9:

γ8-d=γ7-d·Е4-d; (2.27)

γ9-d=γ7-d-γ8-d= γ7-d·(1-Е4-d).

2.6.14 Характеристика крупності продуктів операції 8:

γ8-70=γ7-70·Е4-70=0,29·0,87=0,25;

γ8-40=γ7-40·Е4-400=0,11·0,99=0,109;

γ8-20=γ7-20·Е4-20=0,04·0,99=0,039;

γ8-10=γ7-10·Е4-10=0,0052·0,99=0,005;

γ8-5=γ7-5·Е4-5=0,0052·0,99=0,005;

γ8-0,14=γ7-0,14·Е4-0,14=0,0001·0,99=0,00.

2.6.15 Характеристика крупності продуктів операції 9:

γ9-70= γ7-70– γ9-70=0,29-0,25=0,04;

γ9-40=γ7-40-γ8-40=0,11-0,109=0,001;

γ9-20=γ7-20-γ8-20=0,04-0,039=0,001;

γ9-10=γ7-10-γ8-10=0,0052-0,005=0,0002;

γ9-5=γ7-5-γ8-5=0,0052-0,005=0,0002;

γ9-0,14=γ7-0,14-γ8-0,14=0,00.

2.6.16 Вихід продуктів 10, 11, 13:

γ10= γ8-10·Е5=0,005·0,7=0,0035,

де Е5=0,7 – ефективність операції грохочення 5 для максимального забезпечення ефективності грохочення при зменшення навантаження на дробарку [6].

γ11 =γ8-γ10=0,25-0,0035=0,25;

γ13 =γ11+γ12=γ7-γ10= γ1-γ4-γ10=1-0,08-0,007=0,913.

2.6.17 Фракційна ефективність операції грохочення 5:

Е5-d=1-(1-E5)(d/10)c ,d<10,

де К5=3,322 lg (γ8-10/γ8-5)=3,322 lg(0,0051/0,005)=0,03;

С=К5 Е5/(1-Е5)=0,03·0,9/(1-0,9)=0,27;

Е5-10=1-(1-0,9)(10/10)0,27=0,90;

Е5-5=1-(1-0,9)(5/10)0,27=0,92;

Е5-0,14=1-(1-0,9)(0,14/10)0,27=0,97.

2.6.18 Характеристика крупності продуктів 11,12,13:

γ11-d= γ8-d·(1-Е5-d), якщо d<10;

γ11-d=γ8-d-γ10, якщо d=10 або d >10;

γ12-d= γ9-d+γ9 і6·bi6-d, якщо d=і6 або d< і6;

γ12-d= γ9-d+γ9 і6·bi6-d, якщо d>і6;

γ13-d = γ11-d + γ12-d

2.6.18.1 Характеристики крупності продуктів операції 11:

Отже, розрахунки проводимо за γ11-d=γ8-d-γ10, так як d=10 або d >10:

γ11-70=γ8-70-γ10 =0,25-0,0035=0,24;

γ11-40=γ8-40-γ10 =0,109-0,0035=0,106;

γ11-20=γ8-20-γ10 =0,039-0,0035=0,036;

γ11-10= γ8-10·(1-Е5-10)=0,005(1-0,90)=0,0005;

γ11-5= γ8-5·(1-Е5-5)=0,005 (1-0,92)=0,0004;

γ11-0,14= γ11-0,14·(1-Е5-0,14)=0 (1-0,97)=0,00.

2.6.18.2 Характеристики крупності продуктів операції 12:

γ12-d= γ9-d+γ9 id·bi6-d, якщо d>і6 (2.28)

γ9+40+γ9 +і6=0,5;

b6-70=1-0,22=0,78;

b6-40=1-0,5=0,50;

b6-20=1-0,72= 0,28;

b6-10=1-0,87= 0,13;

b6-5=1-0,93= 0,07;

b6-0,14=1-0,98= 0,02;

γ12-70=γ9-70+γ9+70· b6-70=0,04+0,22·0,78=0,21;

γ12-40=γ9-40+γ9+40· b6-40=0,001+0,5·0,5=0,251;

γ12-20=γ9-20+γ9+20· b6-20=0,011+0,72·0,28=0,202;

γ12-10=γ9-10+γ9+10· b6-10=0+0,87·0,13=0,113;

γ12-5=γ9-5+γ9+5· b6-5=0+0,93·0,07=0,065;

γ12-0,14= γ12-0,14+ γ9+0,14· b6-0.14=0+0,98·0,02=0,0196.

2.6.18.3 Характеристика крупності операції продукту 13:

γ13-70=γ11-70+γ12-70=0,24+0,21=0,45;

γ13-40=γ11-40+γ12-40=0,106+0,251=0,357;

γ13-20=γ11-20+γ12-20=0,036+0,202=0,238;

γ13-10=γ11-10+γ12-10=0,005+0,113=0,118;

γ13-5=γ11-5+γ12-5=0+0,065=0,065;

γ13-0.14=γ11-0.14+γ12-0,14=0+0,0196=0,0196.

2.6.19 Вихід продуктів 14,15,16,17,18:

γ15= γ13- γ13-d6·E7/(E7·b8-d7);

γ14 =γ13+γ15; γ16 =γ15;

Е7-d=1-(1-E7)(d/40)c,

С=К7 · Е7/(1-Е7),

де К7=3,322 lg (γ13-40/γ13-20);

γ17= γ13-γ13-20 ·Е7 -20;

γ18= γ13-γ17.

2.6.14.1 Вихід продуктів 15,16:

Приймаємо Е7=0,95 – загальна ефективність грохочення 7, bi7-d7 – вміст фракції від 0 до d7 визначається за типовою характеристикою крупності [6].

b7-70=1-0,12=0,88; b7-40=1-0,42=0,58;

b7-20=1-0,69= 0,31; b7-10=1-0,82= 0,18; b7-5=1-0,93= 0,07 ;

b7-0.14=1-0,98= 0,02;

γ15= γ13- γ13-40 ·Е7/(Е7· b7-40)=0,92-(0,357·0,95/(0,95·0,58))=0,22;

γ16= γ15=0,22, в.о.

2.6.14.2 Вихід продуктів операцій 14 та 17:

γ14 =γ13-γ15=0,92-0,22=0,7, в.о;

γ17= γ13-γ13-20 ·Е7 -20= 0,92-0,238·0,99=0,712 в.о.

2.6.14.3 Фракційна ефективність операції 7 грохочення:

Е7-d=1-(1-E7)(d/40)c; (2.29)

К7=3,322 lg (γ13-40/γ13-20)=3,322 lg(0,357/0,238)=0,58;

С=К7 · Е7/(1-Е7)=0,58·0,95/(1-0,95)=11,02;

Е7-20=1-(1-0,95)(20/40)11,02=0,99 %;

Е7-10=1-(1-0,95)(10/40)11,02=0,99 %;

Е7-5=1-(1-0,95)(5/40)11,02=0,99 %;

Е7-0,14=1-(1-0,95)(0,14/40)11,02=0,99 %.

2.6.14.4 Вихід продуктів операції 19:

γ19= γ13-γ17=0,92-0,712=0,21, в.о.

2.6.15 Характеристика крупності продукту операції 17:

γ17-d= γ13-d+γ15 ·bi7-d, якщо d< d7;

γ17-20= γ13-20+γ15 ·b7-20=0,238+0,22·0,31=0,31 в.о;

γ17-10= γ13-10+γ15 ·b7-10=0,115+0,22·0,18=0,15 в.о.;

γ17-5= γ13-5+γ15 ·b7-5=0,067+0,22·0,07=0,082 в.о.;

γ17-0,14= γ13-0,14+γ15 ·b7-0,14=0,0196+0,22·0,02=0,024 в.о.

2.6.16 Товарне сортування при виготовленні щебеню до 20 мм.

2.6.16.1 Фракційна ефективність операції товарного сортування 9:

Е9-d=1-(1-E9)(d/10)c , %, (2.30)

де К9=3,322 lg (γ17-10/γ17-5)=3,322 lg(0,15/0,082)=0,87;

С=К9 · Е9/(1-Е9)=0,87·0,95/(1-0,95)=16,53;

Е9-10=1-(1-0,95)(10/10)16,53=0,95;

Е9-5=1-(1-0,95)(5/10)16,53=0,99;

Е9-0,14=1-(1-0,95)(0,14/10)16,53=0,99.

2.6.16.2 Вихід щебеню фракції (5…10) мм після операції 20:

γ20= γ17-( γ21+ γ17-5 ·Е9 -5)=0,712-( 0,57+0,082·0,99)=0,06, в.о..

2.6.16.3 Вихід щебеню фракції (10…20) мм після операції 21:

γ21= γ17-γ17-10 ·Е9 -10=0,712-0,15·0,95=0,563.

2.6.16.4 Вихід готової продукції:

γгот=γ19+ γ20+ γ21=0,21+0,06+0,563=0,833.

2.6.16.5 Вихід відходів фракції (0-5) мм операції 18:

γ18=γ17-5 ·Е9 -5= γ13- γгот =0,913-0,833=0,08.

2.6.16.6 Перевірка:

γ1 =γгот+ γ4+ γ10+ γ19=0,833 +0,11+0,036+0,021=1,000.

2.6.16 Товарне сортування при виготовленні щебеню до 20 мм:

При товарному сортуванні можливий випуск щебеню фракції (20…40) мм, (10…20) мм, (5…10) мм або тільки (5…10) мм. Кількість і розміри фракції готової продукції:

γ20(10-20)=γ17- γ17-10·Е9-10=0,72-0,17·0,95=0,558;

γ20(5…10)=γ17-( γ20(10…20) +γ17-5·Е9-5 )=0,72-(0,558+0,07·0,99)=0,092;

γгот(10…20)= γ20(5…10)+ γ21(10…20) +γ18=0,092+0,68+0,08=1,02;

γ21(10…20)=γ13- γ17-10·Е9-10=0,913-0,15 ·0,95=0,77;

γгот= γ21(10…20)+ γ20(5…10)= 0,77+0,092=0,86;

γхв= γ13- γгот=0,913-0,86=0,053.

2.6.17 Годинна продуктивність ДСЗ по вхідному матеріалу Qгод  визначається за формулою :

(2.31)

Продуктивність технологічних операцій Qі визначається:

Qгод=Qгод·γі, (2.32)

де γі – вихід продукту і-ї операції, в.о.

Результати розрахунку технологічних операцій ДСЗ наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № операції | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Вихід продукту, в.о | 1 | 0,18 | 0,82 | 0,11 | 0,07 | 0,82 | 0,89 | 0,25 | 0,64 | 0,0035 |
| Продуктивність, м3/год | 67,77 | 12,19 | 55,57 | 7,45 | 4,74 | 55,57 | 60,31 | 16,94 | 43,37 | 0,023 |

Продовження таблиці 2.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 0,25 | 0,64 | 0,913 | 0,7 | 0,22 | 0,22 | 0,712 | 0,08 | 0,21 | 0,06 |
| 16,94 | 43,37 | 61,87 | 47,43 | 14,9 | 14,9 | 48,25 | 5,42 | 14,23 | 4,06 |

Продовження таблиці 2.3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 0,563 | 0,134 | 0,121 | 0 | 0,022 | 0,0392 | 0,0728 |
| 14,35 | 8,54 | 4,24 | 0 | 4,31 | 1,54 | 2,77 |

Закінчення таблиці 2.3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| (0,14…5) мм | (5…10) мм | (10…20) мм | (20…40) мм |
| 29 | 30 | 31 | 32 |
| 0,079 | 0,074 | 0,533 | 0,27 |
| 2,77 | 2,59 | 18,66 | 9,45 |

**2.7 Вибір і розрахунок обладнання для реалізації технології дробарно-сортувального заводу**

2.7.1 Вибір дробарного обладнання

2.7.1.1 Розрахункова продуктивність дробарки ВЩД 600×800

Qр1 =Qп · K др· Kкр ·Kф · Kв=55·0,8·1,03·1,00·1,00=45,32 м3/год, (2.33)

де Qп=55 - паспортна продуктивність дробарки, м3/год, [4]

Кдр=0,80 - поправочний коефіцієнт подрібнення матеріалу, прийнятий для особливо міцних порід з опором на стиск більше 250 МПа [6];

Ккр=1,03 - поправочний коефіцієнт на крупність матеріалу,так як 0,5В=300мм для дробарки ВЩД - 600×800 і в гірничий масі фракцій выд 0 до 300 мм міститься 38 % [Додоток Г];

Кф=1,00 - поправочний коефіцієнт, враховує форму подрібненного матеріалу гравійно-валунної маси з вмістом рваного каменю до 20 % [6];

Кв=1,00 - поправочний коефіцієнт на вологість дробарного матеріалу, прийнятий для граніту з природною вологоємкістю 8 % [6].

2.7.1.2 Кількість дробарок на першій стадії дрібнення:

n1=Q1/Qр1=/45,32=1,49≈2. (2.34)

2.7.1.3 Коефіцієнт завантаження дробарки ВЩД 600×800:

К1=Q1 /(Qр1· n1)=67,77/(45,32·2)=0,747 (2.35)

2.7.1.4 Розрахункова продуктивність КІД-900 на другій стадії дрібнення:

Qр2 =Qп · K др· Kф· Kкр· Kв=35·0,80·1,03·1,00·0,9= 25,95, м3/год , (2.36)

де Qп=35 - паспортна продуктивність дробарки, м3/год. [5]

2.7.1.5 Кількість дробарок на другій стадії дрібнення:

n2=Q2/Qр2=43,37/25,95=1,67≈2. (2.37)

Годинна продуктивність 2 операції дрібнення:

Q2= Q1·γ9=67,77·0,64=43,37, м3/год. (2.38)

2.7.1.6 Коефіцієнт завантаження дробарки КІД-900:

К2=Q2 /(Qр2· n2)=43,37/(25,95·2)=0,83. (2.39)

2.7.1.8 Кількість дробарок на третій стадії дрібнення:

Qр3 =Qп · K др· Kф· Kкр· Kв=25·0,80·1,03·1,00·0,9= 18,54, м3/год , (2.40)

де Qп=35 - паспортна продуктивність дробарки, м3/год. [5]

n3=Q3/Qр3=35,56/18,54=1.91≈2. (2.41)

Годинна продуктивність 3 операції дрібнення:

Q3= Q2·γ3=43,37·0,82=35,56, м3/год. (2.42)

2.7.1.9 Коефіцієнт завантаження дробарки КІД-900:

К2=Q2 /(Qр2· n2)=35,56/(18,54·2)=0,959. (2.43)

2.7.2 Вибір та розрахунок обладнання для грохочення

Максимальний розмір куска у вихідній гірничій масі дорівнює 500 мм, тому вибираємо для попереднього грохочення нерухомий колосниковий грохот. Насипна маса вихідної сировини δ=1,7 т/м3,годинна продуктивність ДСЗ дорівнює Q1=93,53 м3/год.

Для операції грохочення 1 обираємо грохіт ГІТ-21 з розміром отвору просіювальної поверхні сит 1000×2000 мм, продуктивність паспортна 77 м3/год. Площа сита 2,5 м2. [8]

2.7.2.1 Розрахункова продуктивність грохота ГІТ-21:

Qр1=c·q·F·k·l·m·n·o·p=0,85·63·2,5·0,44·1,74·1,65·1,0·0,9·1,0=152,2 м3/год, (2.44)

де c = 0,85 – коефіцієнт використання поверхні сита, для верхнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині 0,65Вс;

q = 63,00 - питома об’ємна продуктивність сита при розмірі отворів сит 100 мм, м3/(м2·год);

F = 2,5 - площа поверхні сита, м2 ;

k = 0,44 – коефіцієнт, який відповідає складу зерен у навантаженні грохоту, розмір яких менше половини отворів сита;

l = 1,74 – коефіцієнт який відповідає складу зерен у навантаженні грохота, розмір котрих більше отворів сита;

m = 1,65 – коефіцієнт, який відповідає ефективністі грохочення 80%;

n = 1,0 – коефіцієнт, що відповідає дробимості матеріалу;

o = 0,9 – коефіцієнт, який відповідає розміру отворів сита при грохоченні вологого матеріалу;

p = 1,0 – коефіцієнт, що відповідає способу грохочення, сухе грохочення.

Кількість грохотів ГІТ 21:

N1=Q1/Q р1=77/152,2 =0,5≈1. (2.45)

Коефіцієнт завантаження грохота:

К1=Q1/ (N1· Qр1)=77/(152,2 ·1)=0,5. (2.46)

Таким чином, один грохіт ГІТ-21 забезпечує грохочення 1 з коефіцієнтом завантаження 50 %. Подібне завантаження є недостатнім, тому для підвищення завантаження грохоту пропонується збільшити продуктивність заводу по вхідній гірничій масі на 10%, щоб завантаження грохоту становило принаймні 60 %.

2.7.2.2 Розрахункова продуктивність грохота ГІТ 21:

Q2р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=0,7·28·2,0·0,147·0,94·1,12·1,0·0,75·1,0=4,55 м3/год, (2.47)

де c = 0,7 - для верхнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині не більше 0,65Вс;

q = 28,00 - питома об’ємна продуктивність при розмірі отворів сит 20 мм, м3/(м2·год) [1];

F = 2,5 - площа поверхні сита,м2 ;

k = 0,147 - склад зерен у навантаженні грохоту, розмір яких менше половини отворів сита γ2-10=18 % [3];

l = 0,94 - склад зерен у навантаженні грохота, розмір котрих більше отворів сита ( γ2-20-100= γ2-100- γ2-20=0,168-0,050=0,118);

m = 1,12 - ефективність грохочення;

n = 1,0 - подрібненний матеріал;

o = 0,75 - вологість матеріалу 8%;

p = 1,0 - сухе грохочення.

Розрахункова продуктивність грохота ГІТ 21 з урахуванням коефіцієнта залипання сита.

Q2р'= Q2р· к з =4,54·0,7=3,18 м3/год , (2.48)

де к з=0,7- коефіцієнт залипання сита з природною вологістю матеріалу 8 % [11].

Кількість грохотів ГІТ 21:

N2=Q2/Q2 р'=2,86/3,18=0,899=1. (2.49)

Коефіцієнт завантаження грохота:

К2=Q2/ N2 Q2р'=2,86/1·3,18=0,899. (2.50)

Таким чином один грохіт ГІТ-21 забезпечує грохочення 3 з коефіцієнтом завантаження 89,9%.

2.7.2.2 Розрахункова продуктивність грохота ГІТ 21:

Q2р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=0,7·28·2,0·0,147·0,94·1,12·1,0·0,75·1,0=4,55 м3/год, (2.51)

де c = 0,7 -– коефіцієнт використання поверхні сита, для верхнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині не більше 0,65Вс;

q = 28,00 - питома об’ємна продуктивність при розмірі отворів сит 20 мм, м3/(м2·год) ;

F = 2,00 - площа поверхні сита,м2 ;

k = 0,147 – коефіцієнт, який відповідає складу зерен у навантаженні грохоту, розмір яких менше половини отворів сита γ2-10=5,4 % ;

l = 0,94 - коефіцієнт який відповідає складу зерен у навантаженні грохота, розмір котрих більше отворів сита ( γ2-20-100= γ2-100- γ2-20=0,18-0,13=0,05);

m = 1,2 - коефіцієнт, який відповідає ефективністі грохочення;

n = 1,0 - подрібненний матеріал;

o = 0,9 - коефіцієнт, який відповідає розміру отворів сита при грохоченні вологого матеріалу;

p = 1,0 - коефіцієнт, що відповідає способу грохочення, сухе грохочення.

Розрахункова продуктивність грохота ГІТ 21 з урахуванням коефіцієнта залипання сита.

Q2р'= Q2р· к з =4.55·0,7=3,2 м3/год , (2.52)

де к з=0,7- коефіцієнт залипання сита з природною вологістю матеріалу 8 % .

Кількість грохотів ГІТ 21:

N2=Q2/Q2 р'=4,55/3,2=1,42=2. (2.53)

Коефіцієнт завантаження грохота:

К2=Q2/ (N2 Q2р')= 4,55/(2·3,2)=0,71 (2.54)

Таким чином один грохіт ГІТ-21 забезпечує грохочення 3 з коефіцієнтом завантаження 71 %.

2.7.2.3 Вибір та розрахунок обладнання для грохочення 4.

Після першого подрібнення розміри кусків вихідної гірської маси зменшились, границя розділення грохочення 4 за технологічною схемою становить 70 мм. Використовуємо для даного грохочення грохот ГІТ-31. Розрахункова продуктивність ГІТ-31 на грохоченні 4 [6]:

Qр4 = c·q·F·k·l·m·n·o·p=0,7·50·3,1·0,42·1,0·1,2·1,0·0,75·1,0=35,15 м3/год, (2.55)

де c = 0,7 - для верхнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині не більше 0,65Вс;

q = 50 - питома об’ємна продуктивність при розмірі отворів сит 70 мм, м3/(м2·год)

F = 3,1 - площа поверхні сита,м2

k = 0,42 - склад зерен у навантаженні грохоту, розмір котрих менше половини отворів сита;

l = 1,0 - склад зерен у навантаженні грохота, розмір котрих більше отворів сита;

m = 1,2 - ефективність грохочення;

n = 1,0 - подрібнений матеріал;

o = 0,75 - вологість матеріалу;

p = 1,0 - сухе грохочення.

Розрахункова продуктивність грохота ГІТ 31 з урахуванням коефіцієнта залипання сита.

Q4р'= Q4р· к з =35,15·0,7=24,61 м3/год , (2.56)

де к з=0,7- коефіцієнт залипання сита з природною вологістю матеріалу 8 % .

Кількість грохотів ГІТ 31:

N4=Q7/Q4р'=30.8/24,61=1,3≈2. (2.57)

Коефіцієнт завантаження грохота:

К4=Q7/ (N4· Q4р)=30.8/(2·24,6)=0,63. (2.58)

Таким чином один грохіт ГІТ-31 забезпечує грохочення 4 з коефіцієнтом завантаження 63%.

2.7.2.4 Вибір та розрахунок обладнання для грохочення 5.

Границя розділення на грохоті 5 становить 10 мм, тому використовуємо грохот інерційний середнього типу ГІС 21.

Розрахункова продуктивність ГІС 21 на грохоченні 5:

Q5р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=0,7·19,0·2,0·0,3·0,99·1,2·1,0·0,75·1,0=6,40 м3/год , (2.53)

де c=0,7 - для верхнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині не менше 0,65Вс,

q=19 - питома об’ємна продуктивність при розмірі отворів сит 10 мм, м3/(м2·год)

F=2,0 - площа поверхні сита,м2

k=0,3 - склад зерен у навантаженні грохоту, розмір котрих менше половини отворів сита γ8-5=0,1%

l=0,99 - склад зерен у навантаженні грохота, розмір котрих більше отворів сита

γ10-70= γ8-70- γ8-10=0,25-0,005=0,245;

m=1,2 - ефективність грохочення, оскільки Е4=0,85,

n=1,0 - подрібненний матеріал,

o=0,75 - вологість матеріалу,

p= 1,0 - продуктивність грохота, тому що розмір отвору 10 мм.

Розрахункова продуктивність грохота ГІС 21 з урахуванням коефіцієнта залипання сита.

Q5р'= Q5р· к з =6,40·0,7=4,48 м3/год , (2.59)

де к з=0,7- коефіцієнт залипання сита з природною вологістю матеріалу 8 % .

Кількість грохотів ГІС 21:

N5=Q8/Q5р'=10.15/4,48=0,84=1. (2.60)

Коефіцієнт завантаження грохота:

К5=Q8/ N5 =3,76/1·4,48=0,84. (2.61)

Таким чином один грохіт ГІС-21 забезпечує грохочення 4 з коефіцієнтом завантаження 84 %.

2.7.2.5 Вибір та розрахунок обладнання для грохочення 7.

Для грохочення 7 застосовуємо інерційний грохот легкого типу ГІЛ-32

Розрахункова продуктивність ГІЛ- 32 на грохоченні для верхнього сита :

Q7р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=1,0·28,0·3,1·0,6·0,96·0,75·1,0·0,75·1,0=28,12 м3/год , (2.63)

де c=1,0 - для верхнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині не менше 0,65Вс,

q=28 - питома об´ємна продуктивність при розмірі отворів сит 20 мм, м3/(м2·год)

F=3,1 - площа поверхні сита,м2

k=0,6 - склад зерен у навантаженні грохоту, розмір котрих менше половини отворів сита γ14-10=0,061.

l=0,96 - склад зерен у навантаженні грохота, розмір котрих більше отворів сита

m=0,75 - ефективність грохочення, оскільки Е7=0,95,в.о.

n=1,0 - подрібненний матеріал,

o=0,75 - вологість матеріалу,

p= 1,0 - продуктивність грохота, тому що розмір отвору 20 мм.

Розрахункова продуктивність Q′7p грохоту ГІЛ-32для нижнього сита :

Q7р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=0,7·28,0·3,1·0,6·0,96·0,75·1,0·0,75·1,0=19,68 м3/год. (2.64)

Кількість грохотів ГІЛ-32 на операції грохочення 7

шт. (2.64)

На грохочення 7 надходить продукт операції 14.

Отже, потрібен лише 1 грохіт.

На нижнє сито надходить продукт операції 17.

 шт. (2.65)

Отже, потрібен лише 1 грохіт.

Коефіцієнт завантаження грохота ГІЛ 32 по верхньома ситу:

К71=Q14/ N7·Q7р)=18.55/(1·28,12)=0,66. (2.66)

Коефіцієнт завантаження грохота ГІЛ 32 по нижньому ситу:

К72=Q14/ (N7·Q7р)=18.55/(1·19,68)=0,94. (2.67)

2.7.2.6 Вибір та розрахунок обладнання для грохочення 9.

Грохочення 9 – товарне і здійснюється мокрим методом.

Для грохочення 9 застосовуємо інерційний грохот легкого типу ГІЛ-22.

Розрахункова продуктивність Q9p грохоту ГІЛ-22 для верхнього сита [6]:

Q9р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=1,0·19,0·2,0·0,6·0,96·0,75·1,0·0,75·1,0=12,31м3/год , (2.68)

де с = 1,0 – коефіцієнт використання поверхні сита, для верхнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині не менше 0,7 Вс,

q = 19– питома об’ємна продуктивність 1м3 сита грохоту при розмірі отворів сита 10 мм, м3/(м2 год), [6];

k = 0,6 – склад зерен у навантаженні грохоту, розмір яких менше половини отворів сита γ 17-5 = 8,1 %, в.о., [6];

l = 0,96 – склад зерен у навантаженні грохота, розмір котрих більше отворів сита, в.о., [6];

γ 13-10-20 = γ 13-20 - γ 13-10 =0,318-0,153=0,165;

m = 1,0 - ефективність грохочення Е9=0,91, в.о., [6];

n = 1,0 – на сито подається подрібнений матеріал, в.о., [6];

о=0,9– вологість матеріалу 10 %,в.о., [6];

p= 1,25 – вологе грохочення, в.о., [6].

Розрахункова продуктивність грохоту ГІЛ-22 для нижнього сита [6]:

Q9р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=0,85·11,0·2,0·0,6·0,96·0,75·1,0·0,75·1,25=7,57 м3/год, (2.69)

де q = 11– питома об’ємна продуктивність 1м2 сита грохоту при розмірі отворів сита 5 мм, м3/(м2 год);

с = 0,85 – коефіцієнт використання поверхні сита, для нижнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині не менше 0,7 Вс; де Вс-ширина сита, в.о..

Кількість грохотів ГІЛ-22 на операції грохочення 9

 шт. (2.70)

На грохочення надходить продукт операції 17.

Отже, потрібно 2 грохоти.

На нижнє сито надходить продукт операції 20.

 шт. (2.71)

Отже, потрібен лише 2 грохоти.

Коефіцієнт завантаження грохота k9,k9′на операції грохочення 9

Коефіцієнт завантаження грохота на операції грохочення 9 по верхньому ситу [6]:

в.о. (2.72)

Коефіцієнт завантаження грохота на операції грохочення 9 по нижньому ситу :

 в.о. (2.73)

2.7.2.7 Вибір та розрахунок обладнання для грохочення 10.

Грохочення 10 призначене для утилізації відходів. Воно здійснюється мокрим методом.

Для грохочення 10 застосовуємо інерційний грохот легкого типу ГІЛ-21.

Розрахункова продуктивністьQ10p грохоту ГІЛ-21:

Q10р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=1,0·11,0·2,0·0,6·0,94·0,75·1,0·0,75·1,25=8,72 м3/год, (2.74)

де с = 1,0 – коефіцієнт використання поверхні сита, для верхнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині не менше 0,7 Вс;

Вс - ширина сита, в.о.,

q = 11– питома об’ємна продуктивність 1м3 сита грохоту при розмірі отворів сита 5 мм, м3/(м2 год), [6];

k = 0,6 – склад зерен у навантаженні грохоту, розмір яких менше половини отворів сита γ 22-0,14 = 4 %, в.о., [6];

l = 0,94 – склад зерен у навантаженні грохота, розмір котрих більше отворів сита, в.о., [6];

γ 22-5-20 = γ 22-20 – γ 22-5 =0,068-0,035=0,052, в.о.;

m = 1,0 – ефективність грохочення Е10=0,91, в.о., [6];

n = 1,0 – на сито подається подрібнений матеріал, в.о., [6];

о = 0,9– вологість матеріалу 10 %, в.о., [6];

p = 1,25 – вологе грохочення, в.о., [6].

Кількість грохотів ГІЛ-21 на операції грохочення 10:

 шт. (2.75)

На грохочення надходить продукт операції 22.

Отже потрібен лише 1 грохіт.

Коефіцієнт завантаження грохота k10 на операції грохочення 10

 в.о. (2.76)

Результати розрахунку заносимо до Таблиці 2.7.1.

Таблиці 2.7.1 – Результат розрахунку грохотів

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка грохота | Qр, м3/год | N, штук | k, в.о. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1.ГІТ-21  2.ГІТ-21  3.ГІТ-31  4.ГІС-21  5.ГІЛ-32 в.с.  н.с.  6.ГІЛ-22 в.с.  н.с.  7.ГІЛ-11 | 17,01  3,58  35,15  4,48  28,12  19,68  12,31  7,57  8,72 | 1  2  2  1  1  1  1  2  1 | 0,899  0,76  0,84  0,71  0,58  0,91  0,17  0,35 |

**2.8 Вибір та розрахунок обладнання для промивки**

2.8.1 Вибір класифікатора

Продукт крупністю (0…5) мм з операції 23 надходить на класифікатор. Обираємо класифікатор 1КСН-7,5 [7].

2.8.2 Розрахунок класифікатора

Продуктивність класифікатора Q11 по піску [7]:

(2.77)

де i =1 – кількість спіралей, в.о., [7];

n = 7,8 – частота обертання спіралі, об/ хв., [7];

k1=0,95 – коефіцієнт, який враховує крупність перероблюваного піску. Він прийнятий для модуля крупністю М=30, в.о., [7];

D1=1,3 – діаметр спіралі, м, [7].

2.8.2.1 Кількість N11 та коефіцієнт завантаження k11 класифікатора:

(2.78)

(2.79)

Отже, прийнятий класифікатор 1КСН-12М буде завантажений на 0,15 % і має резерв підвищення продуктивності.

**2.9 Джерела для промивки готової продукції та організації циркуляції води**

Для забезпечення ДСЗ водою використовується натуральне джерело-відроблений кар’єром з об’ємом води:

V=L·B·h=·80·60·50=240000 м3, (2.80)

де L=80 - довжина кар’єра ,м;

B=60 - ширина кар’єру, м;

h=50 - глибина кар’єру, м.

Існуюче водосховище буде постійно наповнюватись водою із нового кар’єра підземними водами та з водосховища.

Для забезпечення технологічної схеми водою на заводі організовано замкнутий цикл з тристадійним освітленням води.

Необхідна кількість води для заводу [6]:

(2.81)

**2.10 Вибір конвеєрів для забезпечення технології ДСЗ**

Ширина смуги конвеєра В повинна задовольняти умову :

, (2.82)

де – найбільший лінійний розмір кусків породи, мм.

Продуктивність конвеєра Q :

, т/год , (2.83)

де – площа насипного матеріалу, мм2, [9];

с – коефіцієнт, який залежить від кута відкосу матеріалу і ширини смуги, в.о., [9];

В – ширина стрічки конвеєра, мм, [9];

V – швидкість руху смуги конвеєра, м/год, [9];

– насипна маса гірської маси, т/м3, [9].

Враховуючи ці параметри вибираємо необхідні конвеєра і заносимо їх у таблицю 2.4

Таблиця 2.4 – Вибір конвеєрів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер конвеєра | Продуктивність Q, м3/год | Ширина стрічки В, мм | Швидкість V, м/с | Довжина конвеєра, м |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1  N2  N3  N5  N6  N9  N22  N8  N12  N11  N21  N20  N19 | 77,460  12,471  64,989  9,760  64,989  59,179  20,372  15,569  59,179  13,478  53,138  5,964  4,803 | 1200  1200  1000  800  650  650  500  650  650  650  500  500  500 | 1,50  1,00  1,70  0,80  1,80  1,70  2,00  3,05  2,5  3,15  1,70  1,90  2,0 | 90  30  30  25  25  30  40  25  30  45  20  20  20 |

**2.11 Хвостосховища та склади готової продукції**

Місткість складів готової продукції визначається виходячи із продуктивності ДСЗ і допустимої перерви постачання рухомого складу під завантаження.

Так як ДСЗ з цілорічним розпорядком праці, то об’єм складів визначається залежно від розпорядку відвантаження річної продукції.

Для фракції (20..40) мм об’єм складу Vск [7]:

(2.84)

де – річна продуктивність заводу по фракції (20…40) мм, м3/рік;

N=358 – тривалість сезону відвантаження, дні, [7].

Для фракції (10..20) мм об’єм складу Vск [7]:

(2.77)

де – річна продуктивність заводу по фракції (10…20) мм, м3/рік.

Для фракції (5…10) мм об’єм складу Vск [7]:

(2.78)

де – річна продуктивність заводу по фракції (5…10) мм, м3/рік.

Для фракції (0,14…5) мм об’єм складу Vск [7]:

(2.79)

де – річна продуктивність заводу по фракції (0,14…5) мм, м3/рік.

Склад штабельно-естакадний, розташований вздовж залізничних шляхів. Постачання продукції на склад – конвеєрами з пересувною скидаючою тачкою. Відвантаження – екскаваторне. Для збереження якості готової продукції на складах передбачається розділювальні сітки.

**2.12 Утилізація відходів**

Проведений розрахунок якісно-кількісної схеми показав, що вихід готової продукції становить 86 %, а у відходи йде 14 %. Завданням передбачено розробити технологію переробки та збагачення щебеню з виходом готової продукції не менше 95 %. Для забезпечення заданого виходу готової продукції необхідно передбачити утилізацію відходів підприємства.

2.12.1 Вихід операції 22:

γ22 =γ4+ γ10+ γ19=0,11+0,0035+0,021=0,134.

2.12.2 Характеристика крупності продукту по операціях 4,10,19,22:

γ4-20= γ2-20·Е2-20=0,13·0,87=0,113;

γ4-10= γ2-10·Е2-10=0,08·0,99=0,0792;

γ4-5= γ2-5·Е2-5=0,06·0,99=0,0594;

γ4-0,14= γ2-0,14·Е2-0,14=0,01·0,99=0,0099;

γ10-10= γ8-10·Е5-10=0,005·0,9=0,036;

γ10-5= γ8-5·Е5-5=0,005·0,99=0,0198;

γ10-0,14= γ8-0,14·Е5-0,14=0·0,99=0;

γ19-5= γ17-5·Е9-5=0,082·0,99=0,081;

γ19-0,14= γ17-0,14·Е9-0,14=0,024 ·0,99=0,02376;

γ22-20=γ4-20+ γ10-20+ γ19-20=0,113+0+0=0,113;

γ22-10=γ4-10+ γ10-10+ γ19-10=0,0792+0,036+0=0,1152;

γ22-5=γ4-5+ γ10-5+ γ19-5=0,0594+0,0198+0,081=0,16;

γ22-0,14=γ4-0,14+ γ10-0,14+ γ19-0,14=0,0099+0+0,02376=0,0336.

2.12.3 Фракційна ефективність грохочення:

Е10-d=1-(1-E10)(d/10)c,

де К10=3,222· lg (γ22-10/γ22-5)=3,222· lg(0,1152/0,16)=0,46;

С=К10 Е10/(1-Е10)=0,46·0,97/(1-0,97)=14,87;

Е10-10=1-(1-0,97)(10/10)14,87=0,97;

Е10-5=1-(1-0,97)(5/10)14,87=0,99;

Е10-0,14=1-(1-0,97)(0,14/10)14,87=1.

2.12.4 Вихід щебеню фракції (5-10) мм операції 24:

γ24= γ22-( γ25+ γ22-5 ·Е9 -5)= 0,134-(0,022+0,16·0,99)=-0,0464.

Отримане значення не має змісту. Фізично це пояснюється так: після утилізації вихід фракції (10-20) мм γ24=0, тобто цієї фракції у відходах немає.

2.12.5 Вихід щебеню фракції (10-20) мм операції 25:

γ25= γ22- γ22-10 ·Е10-10=0,134-0,1152·0,97=0,022.

2.12.6 Вихід готової продукції з обліком утилізації відходів:

γготу=γ24+ γ25=0+0,022=0,022.

2.12.7 Вихід фракції (0-5) мм:

γ23= γ22-5·Е10-5= γ22- γготу=0,134-0,022=0,112.

2.12.8 Товарна класифікація для випуску подрібненого піску із відсіву:

γ27= γ23·Е11=0,112·0,65=0,0728.

де Е11=0,65 - загальна ефективність товарної класифікації .

2.12.9 Вихід відходів після класифікації:

γ26 =γ23- γ27=0,112-0,0728=0,0392.

2.12.10 Вихід товарної фракції (10-20) мм :

Вихід з урахуванням утилізації відходів:

γ(10-20)= γ21+ γ25=0,563+0,022=0,541.

2.12.11 Вихід готової продукції з урахуванням утилізації відходів:

γготу= γ18+ γ(5-10)+ γ(10-20) +γ27=0,08+0,267+0,541+0,0728=0,9608.

2.12.12 Перевірка товарного балансу технологічної схеми

γ1= γ готу+ γ26=0,9608+0,0392=1,000

**ВИСНОВКИ**

1. Виявлені запаси гірничої маси становлять 10 млн. м3, що забезпечує роботу заводу протягом 42 років з продуктивністю 600 000 м3/рік.

2. Для забезпечення продуктивності ДСЗ 600 000 м3/рік необхідна кількість гірничої маси з кар’єру становить м3/рік.

3. Обрано трьохстадійну технологічну схему ДСЗ, з обов’язковим попереднім грохоченням перед кожною стадією.

4. Режим роботи ДСЗ обґрунтовано та обчислено та становить 5164 год., а годинна продуктивність операції – 35 м3/год.

5. Розрахунок якісно-кількісної схеми показує, що вихід готової продукції становить 75 %, а на відходи йде 25 %.

6.При проектуванні ДСЗ передбачена утилізації мокрим способом, що дозволяє збільшити вихід готової продукції від 75 до 95,6 %, що зменшує відходи.

**ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

1. Звіт може бути використаний як основа для проектування ефективного використання ресурсів на підприємствах переробки гірських порід та утилізації відходів виробництва. Використання в математичній моделі емпіричних рівнянь може призвести до спотворення результатів моделювання. Дана модель потребує експериментальної бази.

2. Аналіз розрахунків сприяє гнучкому вибору і обґрунтуванню технологічних схем переробки та збагачення будівельних гірських порід для конкретних виробничих умов виробництва.

3. Розрахунок технологічної схеми ДСЗ та вибір обладнання є трудомістким і займає багато часу, тому застосування обчислювальної техніки дає змогу суттєво скоротити час і підвищити продуктивність розрахунку

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1 . Справочник (кадастр) физических свойств горных пород. Под ред. Н. В. Мельникова, В. В. Ржевского, М. М. Протодьяконова. М., «Недра», 1975. 279 с.

2. ДСТУ Б В. 2.7-34-2001 “Щебінь для будівельних робіт із скельних гірських порід та відходів сухого магнітного збагачення залізистих кварцитів гірничо-збагачувальних комбінатів і шахт України”, дійсний.

3. ДСТУ Б В.2.7-76-98 “Будівельні матеріали. Пісок для будівельних робіт з відсіву подрібнення скельних|скельних| гірських|гірничих| порід гірничо-збагачувальних комбінатів України”, дійсний.

4. ГОСТ 27412-93. Дробилки щёковые. Технические условия.

5. ГОСТ 6937-91К. Дробилки конусные. Технические условия.

6. Нормы технологического проектирования предприятий промышленности нерудных строительных материалов / [ Абрамсон В.Ш., Аксенов В.С., Андронников И.К. и др. ] – Л.: Строиздат, 1977. – 368 с.

7. Ляшенко В.Г. Справочник по оборудованию предприятий нерудных материалов. – К.: Будивельник, 1982. – 120 с.

8. ГОСТ 23788-79. Грохоты инерционные. Общие технические условия.

9. ГОСТ Р 51803-2001. Конвейеры строительные передвижные ленточные.

10. Державна кадастр України родовищ та проявів корисних копалин.

11. Терентьев О.М. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по курсу «Переработка, качество и обогащения полезных ископаемых» для студентов специальности «Технология и комплексная механизация открытой разработки месторождения полезных ископаемых» / О.М Терентьев-К.: КПИ, 1986.-64 с.

12. ГОСТ 14916-82 «Дробилки. Термины и определения. Технические условия». [Текст] Срок введения установлен с 11.04.94г. Взамен ГОСТ 18600–73, ГОСТ 14916-69.

**ДОДАТОК А**

Універсальний десятинний класифікатор

622. – гірнича справа

.732 – дроблення

.742 – грохоти, решета, сита для збагачення

.621 – загальне машинобудування, ядерна техніка, електротехніка, механічна технологія в цілому

.564 – брущатка, щебінь

.553 – вивчення родовищ корисних копалин

.926 – обладнання для дроблення та подрібнення твердих матеріалів

.08 – степінь дроблення або зменшення крупності

**ДОДАТОК Б**

Код продукту визначаємо з ДКПП 016-97

29 – машинне устаткування

.52 – машини та устаткування для добування в промисловості та будівництві

.40 – машини для оброблення мінеральних матеріалів

.330 – машини для сортування, подрібнення, змішування та таке інше

14 – матеріали неенергетичні, продукція добувної промисловості інша

.2 – пісок та глина

.21 – пісок та гравій

.1 – пісок та гравій

**ДОДАТОК В**

**Фракційний склад вхідної гірничої маси**

Таблиця А.2 - Фракційний склад вхідної гірничої маси

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розмір фракції,  мм | Вихід фракції,  в.о | Розмір фракції,  мм | Вихід фракції,  в.о |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0…0,14 | 0,01 | 0…70 | 0,18 |
| 0…5 | 0,06 | 0…100 | 0,25 |
| 0…10 | 0,09 | 0…200 | 0,58 |
| 0…20 | 0,15 | 0…300 | 0,80 |
| 0…40 | 0,16 | 0…500 | 1,00 |

**ДОДАТОК Г**

**Таблиці,необхідні для розрахунку**

Таблиця Г.1 – Ефективність операцій грохочення [1]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Найменування операції | Тип обладнання | Ефективність грохочення, % |
| 1 | 2 | 3 |
| Попереднє грохочення перед першою стадією подрібнення | Колосниковий нерухомий грохот  Інерційний грохот | 60…70  70…85 |
| Те ж саме перед другою стадією подрібнення | Вібраційний грохот | 85…90 |
| Кінцеве товарне грохочення, грохочення в замкненому циклі | Інерційний грохот  Вібраційний грохот | 90…98  90…98 |
| Класифікація | Спіральний класифікатор | 60…70 |
| Промивання | Коритні і вібраційні промивочні мийки | 85…95 |

Таблиця Г.2 – Поправочний коефіцієнт на крупність матеріалу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Склад у живленні фракцій крупніше 0,5В, % | 5 | 10 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Ккр | 1,10 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,00 | 0,97 | 0,95 | 0,92 | 0,89 |

Таблиця Г.3 – Поправочний коефіцієнт на дробимість матеріалу

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категорія міцності породи | Тимчасовий опір на стиснення, МПа | Коефіцієнт дробимості |
| 1 | 2 | 3 |
| Особливо міцні | більше 250 | 0,80 |
| Міцні | 200…250 | 0,85 |
| Міцні | 180…200 | 0,90 |
| Міцні | 150…180 | 0,95 |
| Середньої міцності | 60…150 | 1,00 |
| Нижче середньої міцності | менше 60 | 1,20 |

Таблиця Г.4 – Поправочний коефіцієнт на вологість дробимого матеріалу, який містить комкуючу дрібницю

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вологість матеріалу, % | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Кв | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,77 | 0,65 |

Таблиця Г.5 – Значення коефіцієнта е, %

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип грохота | Щебінь | Гравій |
| Горизонтальний з напрямленими коливаннями | 89 | 91 |
| Горизонтальний з коловими коливаннями | 86 | 87 |

Таблиця Г.6 – Значення коефіцієнтів , ,

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кут нахи­лу, град |  | Вміст зерен нижньо­го класу у вихідному матеріалі, % |  | Вміст у нижньому класі зерен розміром, меншим за половину розміру отво­ру сита, % |  |
| 0 | 1,0 | 20 | 0,86 | 20 | 0,9 |
| 9 | 1,07 | 30 | 0,9 | 30 | 0,95 |
| 12 | 1,05 | 40 | 0,95 | 40 | 0,98 |
| 15 | 1,03 | 50 | 0,97 | 50 | 1,0 |
| 18 | 1,0 | 60 | 1,0 | 60 | 1,01 |
| 21 | 0,96 | 70 | 1,02 | 70 | 1,03 |
| 24 | 0,88 | 80 | 1,03 | 80 | 1,04 |

**ДОДАТОК Д**

Рисунок Д.1 - Типова характеристика крупності продуктів подрібнення.

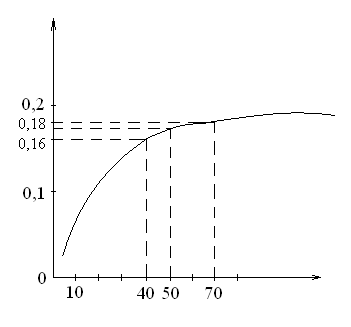


Рисунок Д.2 - Вміст у живленні зерен більше отвору сита.

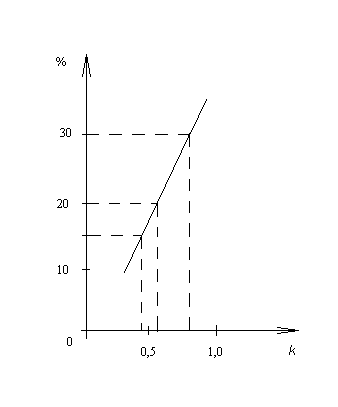


Рисунок Д.3 - Вміст в живленні зерен менше розміру отвору сита