**ПЕРЕРОБКА НЕРУДНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**11.1 Обґрунтування доцільності реконструкції ДСЗ**

Реконструкція ТОВ Коростенський щебзавод проводиться з метою збільшення об’ємів випуску продукції, а саме фракцій 5…10 мм, 10…20 мм 20…40 мм, яка є найбільш якісною та задовольняє потреби споживачів.

Корисні копалини Коростенського кар’єру використовуються як сировина для отримання щебеню по ГОСТ 8267–82 «Щебінь з природного каменю для будівельних робіт».

Існуючий завод з продуктивністю *Qріч*=400000 м3/рік, має застаріле обладнання:

* на І-й стадії – СМД -18;
* на ІІ-й стадії – КСД-220Г;
* на ІІІ-й стадії – КМД-220Т.

Крім того, щебінь не промивається. Весь відсів складується в відвали. В зв’язку з цим необхідна реконструкція ДСЗ. З норм технологічного проектування підприємств нерудних будівельних матеріалів вибираємо обладнання для заводу з продуктивністю *Qріч* = 540000 м3/рік.

Обладнання реконструйованого заводу:

* на І-й стадії – ВЩД 600×900;
* на ІІ-й стадії – КІД-1750;
* на ІІІ-й стадії – КІД-1750.

В ході реконструкції також велику увагу приділяють комплексному використанню безвідходних технологій, найбільш повній утилізації відходів виробництва, зниження рівня забруднення навколишнього середовища за рахунок пилепридушення.

**11.2 Вимоги споживачів до якості готової продукції**

Вимоги до основних видів нерудних будматеріалів регламентуються по державним стандартам. Відповідно стандарту нерудні будматеріали розподіляються по видам вихідного матеріалу та за призначенням.

Готова продукція повинна відповідати:

* ГОСТ 8267–82 «Щебінка з натурального каменю для будівельних робіт»;
* ГОСТ 8736–77 «Пісок для будівельних робіт»;
* ГОСТ 7392–85 «Щебінка з натурального каменю для баластового шару автодоріг».

Вимоги споживачів до щебінки:

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

**11.3 Вибір і обґрунтування технологічної схеми**

Фракційний (гранулометричний) склад вхідної гірничої маси, попередньо розрахований, або прийнятий за завданням підприємства – замовника наведено у табл. 11.1.

Таблиця 11.1. 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 | 0,20 |
| 0−5 | 0,03 | 0−100 | 0,24 |
| 0−10 | 0,05 | 0−150 | 0,48 |
| 0−20 | 0,08 | 0−300 | 0,74 |
| 0−40 | 0,11 | 0−500 | 1,00 |

Аналіз даних таблиці 11.1 показує, оскільки у вхідному гранулометричному складі фракції від 0 до 100 мм більше 20%, а саме 24%. Приймаємо технологічну схему ДСЗ з попереднім грохоченням перед кожною стадією подрібнення. Попереднє грохочення перед кожною стадією дозволяє розвантажити дробарку та зменшити енерговитрати.

**11.3.1 Загальна ступінь подрібнення заводу**

Загальна ступінь подрібнення заводу ізаг:

, в.о.

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

dmax = 20 – максимальний отриманий кусок готової продукції ДСЗ, оскільки фракція (10-20) мм має найбільший попит і відповідає вимогам споживачів, мм.

**11.3.2 Часткова ступінь подрібнення і1 першої стадії**

Для першої стадії ДСЗ обираємо ВЩД 600×900, оскільки максимальний розмір кусків для неї 510 мм, а з заданих умов 500 мм.

, в.о.

де d1max = 1,6·b1 = 1,6·75 = 120 – максимальний розмір куска на виході дробарки ВЩД 600×900, мм;

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

b1 = 75 – ширина вихідної щілини дробарки ВЩД 600×900 для отримання максимальної кількості фракцій (10…20) мм, мм.

**11.3.3 Часткова ступінь подрібнення і2 другої стадії**

Часткова ступінь подрібнення і2 другої стадії:



де d2max = 2,8·b2 = 2,8·20 = 56 – максимальний розмір куска на виході дробарки КІД-1750, мм;

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

b2 = 20 – ширина вихідної щілини дробарки КІД-1750 для отримання максимальної кількості фракцій (10…20) мм, мм.

**11.3.4 Часткова ступінь подрібнення і3 третьої стадії**

Часткова ступінь подрібнення і3 третьої стадії:



де d3max = 3,3·b3 =3,3·5 = 16,5 – максимальний розмір куска на виході дробарки КІД-1750, мм;

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

b3 = 5 – ширина вихідної щілини дробарки КІД-1750 для отримання максимальної кількості фракцій (10…20) мм, мм.

Перевіряємо кількість вибраних стадій по ступеню подрібнення. Повинна виконуватись умова необхідної і достатньої кількості стадій подрібнення:



Оскільки загальна ступінь подрібнення ізаг = 30,17більше 25, то достатньо трьох стадій.

Технологічна схема, потребує тристадійного подрібнення з замкнутим циклом на останній стадії. Перед кожною стадією необхідно проводити грохочення. Замкнутий цикл на останній стадії подрібнення забезпечує можливість регулювання виходу за крупністю і сприяє збільшенню якості щебінки за рахунок зменшення кусків лещадної та голкоподібної форми.

**11.4 Режим роботи ДСЗ**

Розклад роботи ДСЗ прийнято цілорічним. Добовий розпорядок двозмінний, з 7 добовим робочим тижнем. Приймаємо 12 годинний робочий день. Кількість робочих змін на тиждень 14. Розпорядок роботи складів по відвантаженню готової продукції цілорічний без вихідних днів.

Річний фонд робочого часу:

*Т = пдн·пзм·tзм* = 260·2·12 = 6240 год.

де *пдн =*260 *–* кількість днів роботи у році;

*пзм* = 2 – кількість змін;

*tзм* = 12 – тривалість зміни, год.

Фонд чистого робочого часу:

*Тч=Т·Кв=*6240·0,9 = 5616 год.

де *Кв* = 0,9 *–* коефіцієнт використання обладнання, який проектується, в.о.

Годинна продуктивність операції Qгод:

*Qгод= Qріч/Тч* = 540000/5616 = 97,0 м3/год.

де *Qріч* = 540000 – задана продуктивність ДСЗ, м3/рік.

**11.5 Визначення виробничої потужності заводу**



де *δгот*= 1,4 – насипна об’ємна маса готової продукції природної вологості, т/м3;

*γгот* = 0,95 – вихід готової продукції в долях одиниці від вихідного матеріалу;

*δвих* = 2,7 – насипна об’ємна маса вхідної сировини, т/м3.

**11.6 Розрахунок якісно-кількісної схеми**

**11.6.1 Вихід продукту 2,3,6**

γ2 =γ1-100 ·Е1 =0,24·0,70=0,168 в.о,

де γ2-100 – вихід продукції на 2 стадії розміром від 0 до 100 мм, в.о;

γ1-100 = 0,24 – вихід фракції 0…100 мм у вхідній гірничій масі, в.о;

Е1 = 0,7 – загальна ефективність операції грохочення для інерційного грохота, % [10];

Обираємо Е1 = 0,7 для збільшення якості щебінки за рахунок зменшення кусків лещадної та голкоподібної форми.

γ3= γ1- γ2=1- 0,168 =0,832 в.о,

γ3 =γ6= 0,832 в.о. (інша крупність).

**11.6.2 Фракційна ефективність операції грохочення**

Е1-d=1-(1- Е1)·(d/100)c,

де С=К 1 Е1/(1- Е1)=0,78·0,70/(1-0,70)=1,82 в.о,

К 1=3,322·lg(γ1-100/ γ1-50)=3,322· lg(0,24 / 0,14)=0,78 в.о,

γ1-50 = 0,14 – визначено з характеристики крупності вхідної гірської маси;

Отже,

Е1-100=1-(1- Е1)·(d1/100)c =1-(1-0,7)·(100/100)1,82=0,7 в.о;

Е1-70 =1-(1- Е1)·(d2/100)c =1-(1-0,7)·(70/100)1,82=0,843 в.о;

Е1-40 =1-(1- Е1)·(d3/100)c =1-(1-0,7)·(40/100)1,82=0,943 в.о;

Е1-20 =1-(1- Е1)·(d4/100)c =1-(1-0,7)·(20/100)1,82=0,984 в.о;

Е1-10 =1-(1- Е1)·(d5/100)c =1-(1-0,7)·(10/100)1,82=0,995 в.о;

Е1-5 =1-(1- Е1)·(d6/100)c =1-(1-0,7)·(5/100)1,82=0,998 в.о;

Е1-0,14 =1-(1- Е1)·(d7/100)c =1-(1-0,7)·(0,14/100)1,82=1 в.о.

**11.6.3.1 Характеристика крупності продуктів операції 2**

γ2-d= γ1-d· Е1-d;

γ2-100= γ1-100· Е1-100=0,24·0,7=0,168 в.о;

γ2-70= γ1-70· Е1-70=0,2·0,843=0,169 в.о;

γ2-40= γ1-40· Е1-40=0,11·0,943=0,104 в.о;

γ2-20= γ1-20· Е1-20=0,08·0,984=0,079 в.о;

γ2-10= γ1-10· Е1-10=0,05·0,995=0,049 в.о;

γ2-5= γ1-5· Е1-5=0,03·0,998=0,029 в.о;

γ2-0,14= γ1-0,14· Е1-0,14=0,01·1=0,01 в.о.

**11.6.3.2 Характеристика крупності продуктів операції 3**

γ3-d= γ1-d - γ2-d;

γ3-100= γ1-100 - γ2-100=0,24-0,168=0,072 в.о;

γ3-70= γ1-70 - γ2-70=0,2-0,169=0,031 в.о;

γ3-40= γ1-40 - γ2-40=0,11-0,104=0,006 в.о;

γ3-20= γ1-20 - γ2-20=0,08-0,079=0,001 в.о;

γ3-10= γ1-10 - γ2-10=0,05-0,049=0,001 в.о;

γ3-5= γ1-5 - γ2-5=0,03-0,029=0,001 в.о;

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

**11.6.4 Вихід продуктів 4, 5, 7**

**11.6.4.1 Вихід продуктів операції 4**

**γ**4=γ2-20 Е2=0,079· 0,87=0,069 в.о,

де Е2=0,87 – загальна ефективність операції грохочення 2 для вібраційного грохоту при умові, що у вхідній масі фракції (0-20) мм -8 %, в.о.

**11.6.4.2 Вихід продукту операцій 5 та 7**

γ5 =γ2-100-γ4=0,168-0,069=0,099 в.о,

γ7=γ5+γ6=0,099+0,832=0,931 в.о.

**11.6.5 Фракційна ефективність операції 2 грохочення**

Е2-d=1-(1-E2)(d/20)c

де С=К2 Е2/(1-Е2)=0,689 · 0,87/(1-0,87)=4,611 в.о,

К2=3,322 lg (γ2-20/γ2-10)=3,322 lg (0,079/0,049)=0,689 в.о,

Е2-20=1-(1-0,87)(20/20)4,611=0,87 в.о,

Е2-10=1-(1-0,87)(10/20)4,611=0,995 в.о,

Е2-5=1-(1-0,87)(5/20)4,611=0,999 в.о,

Е2-0,14=1-(1-0,87)(0,14/20)4,611=1 в.о.

**11.6.6 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.

**11.6.6.1 Характеристика крупності продуктів 5**

Розрахунок проведений за формулою γ5-d= γ2-d-γ4, тому що продукт складається з фракцій (20-100) мм.

γ5-100=γ2-100-γ4=0,168-0,069=0,099 в.о,

γ5-70=γ2-70-γ4=0,169-0,069=0,1 в.о,

γ5-40=γ2-40-γ4=0,104-0,069=0,035 в.о,

γ5-20 =γ2-20(1-E 2-20)=0,079(1-0,87)=0,01 в.о,

γ5-10 =γ2-10 (1-E 2-10)=0,049(1-0,995)=0 в.о,

γ5-5 =γ2-5 (1-E 2-5)=0,029(1-0,999)=0 в.о,

γ5-0,14 =γ2-0,14 (1-E 2-0,14)=0,01(1-1)=0 в.о.

**11.6.6.2 Характеристика крупності продуктів 6**

γ6-d= γ3-d+γ3 і3·bi3-d,

де і3-ширина вихідної щілини дробарки на операції 3 подрібнення, мм;

bi3-d- зміст фракції (0-d) мм в роздрібненому продукті на операції 3 дроблення, в.о;

γ3 і3 = 0,54 – визначено за типовою характеристикою крупності, в.о.

bi3-100=1-0,54=0,46 в.о,

bi3-70=1-0,69=0,31 в.о,

bi3-40=1-0,86=0,14 в.о,

bi3-20=1-0,91= 0,09 в.о,

bi3-10=1-0,96= 0,04 в.о,

bi3-5=1-0,97= 0,03 в.о,

bi3-0.14=1-0,99= 0,01 в.о.

γ6-100=γ3-100+γ3і3· b3-100=0,072+0,54·0,46=0,3204 в.о,

γ6-70=γ3-70+γ3і3· b3-70=0,031+0,54·0,31=0,198 в.о,

γ6-40=γ3-40+γ3і3· b3-40=0,006+0,54·0,14=0,082 в.о,

γ6-20=γ3-20+γ3і3· b3-20=0,001+0,54·0,09=0,049 в.о,

γ6-10=γ3-10+γ3і3· b3-10=0,001+0,54·0,04=0,023 в.о,

γ6-5=γ3-5+γ3і3· b3-5=0,0001+0,54·0,03=0,017 в.о,

γ6-0.14=γ3-0.14+γ3і3· b3-0.14=0+0,54·0,01=0,005 в.о.

**11.6.6.3 Характеристика крупності продуктів 7**

γ7-d=γ5-d+γ6-d, якщо d<70 або d=70;

γ7-70= γ5-70+γ6-70=0,031+0,198=0,229 в.о,

γ7-40= γ5-40+γ6-40=0,006+0,082=0,088 в.о,

γ7-20= γ5-20+γ6-20=0,001+0,049=0,05 в.о,

γ7-10= γ5-10+γ6-10=0,001+0,023=0,024 в.о,

γ7-5= γ5-5+γ6-5=0,001+0,017=0,018 в.о,

γ7-0,14= γ5-0,14+γ6-0,14=0+0,005=0,005 в.о.

**11.6.7 Вихід продуктів 8, 9, 12**

γ8 =γ7-70·Е4=0,229·0,92=0,211 в.о,

де Е4=0,92-ефективність операції грохочення 4 прийнята для інерційного грохота з урахуванням того, що фракцій (0…70) мм – 20%, в.о.

γ9 =γ7-γ8=0,931-0,211=0,72 в.о,

γ12=γ9=0,72 в.о (інша крупність).

**11.6.8 Фракційна ефективність операції грохочення 4**

Е4-d=1-(1-E4)(d/70)c;

де К4=3,322 lg (γ7-70/γ7-35)=3,322 lg(0,229/0,1)=1,19 в.о

γ7-35=0,1-визначена по характеристиці гранулометричного складу

С=К4 Е4/(1-Е4)=1,19·0,92/(1-0,92)=13,69 в.о.

Е4-70=1-(1-0,92)(70/70)13,69=0,92 в.о,

Е4-40=1-(1-0,92)(40/70)13,69=0,999 в.о,

Е4-20=1-(1-0,92)(20/70)13,69=1 в.о,

Е4-10=1-(1-0,92)(10/70)13,69=1 в.о,

Е4-5=1-(1-0,92)(5/70)13,69=1 в.о,

Е4-0,14=1-(1-0,92)(0,14/70)13,69=1 в.о.

**11.6.9 Характеристика крупності продуктів операції 8, 9**

γ8-d=γ7-d·Е4-d;

γ9-d=γ7-d-γ8-d= γ7-d·(1-Е4-d).

**11.6.9.1 Характеристика крупності продуктів операції 8**

γ8-70=γ7-70·Е4-70=0,229·0,92=0,21 в.о,

γ8-40=γ7-40·Е4-40=0,088·0,999=0,088 в.о,

γ8-20=γ7-20·Е4-20=0,05·1=0,05 в.о,

γ8-10=γ7-10·Е4-10=0,024·1=0,024 в.о,

γ8-5=γ7-5·Е4-5=0,018·1=0,018 в.о,

γ8-0,14=γ7-0,14·Е4-0,14=0,005·1=0,005 в.о.

**11.6.9.2 Характеристика крупності продуктів операції 9**

γ9-70=γ7-70-γ8-70=0,229-0,210=0,019 в.о,

γ9-40=γ7-40-γ8-40=0,088-0,088=0 в.о,

γ9-20=γ7-20-γ8-20=0,05-0,05=0 в.о,

γ9-10=γ7-10-γ8-10=0,024-0,024=0 в.о,

γ9-5=γ7-5-γ8-5=0,018-0,018=0 в.о,

γ9-0,14=γ7-0,14-γ8-0,14=0,005-0,005=0 в.о.

**11.6.10 Вихід продуктів 10,11,13**

γ10= γ8·Е5=0,211·0,9=0,19 в.о,

де Е5=0,9 – ефективність операції грохочення 5 прийнята для інерційного грохота з урахуванням того, що фракцій (0…10) мм – 5%, в.о.

γ11 =γ8-γ10=0,211-0,190=0,021 в.о,

γ13 =γ11+γ12=γ7-γ10= γ1-γ4-γ10=0,021+0,72=0,931-0,19=1-0,069-0,19=0,741 в.о.

**11.6.11 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(0,024/0,018)=0,415 в.о,

С=К5 Е5/(1-Е5)= 0,415·0,9/(1-0,9)=3,735 в.о,

Е5-10=1-(1-0,9)(10/10)3,735=0,9 в.о,

Е5-5=1-(1-0,9)(5/10)3,735=0,992 в.о,

Е5-0,14=1-(1-0,9)(0,14/10)3,735=1 в.о.

**11.6.12 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 id·bi6-d, якщо d>і6

γ13-d= γ11-d+γ12-d.

**11.6.12.1 Характеристики крупності продуктів операції 11**

γ11-70=γ8-70-γ10 =0,21-0,045= 0,165 в.о,

γ11-40=γ8-40-γ10 =0,088-0,045= 0,043 в.о,

γ11-20=γ8-20-γ10 =0,05-0,045= 0,005 в.о,

γ11-10= γ8-10·(1-Е5-10)=0,024(1-0,9)=0,0024 в.о,

γ11-5= γ8-5·(1-Е5-5)=0,018(1-0,992)=0 в.о,

γ11-0,14= γ8-0,14·(1-Е5-0,14)=0,005(1-1)=0 в.о.

**12.6.12.2 Характеристики крупності продуктів операції 12**

γ12-d=γ9-d+γ9id·bi6-d, якщо d>і6

де і6-ширина вихідної щілини дробарки на операції 6 подрібнення, мм;

bi6-d- зміст фракції (0-d) мм в роздрібненому продукті на операції 6 дроблення, в.о;

γ9 і6 = 0,22 – за типовою характеристикою крупності, в.о.

b6-70=1-0,22=0,78 в.о,

b6-40=1-0,5=0,5 в.о,

b6-20=1-0,72= 0,28 в.о,

b6-10=1-0,87= 0,13 в.о,

b6-5=1-0,93= 0,07 в.о,

b6-0.14=1-0,99= 0,01 в.о.

γ12-70=γ9-70+γ9+70· b6-70=0.019+0,22·0,78=0,1906 в.о,

γ12-40=γ9-40+γ9+40· b6-40=0+0,5·0,5=0,25 в.о,

γ12-20=γ9-20+γ9+20· b6-20=0+0,72·0,28=0,2016 в.о,

γ12-10=γ9-10+γ9+10· b6-10=0+0,87·0,13=0,1131 в.о,

γ12-5=γ9-5+γ9+5· b6-5=0+0,93·0,07=0,0651 в.о,

γ12-0.14=γ9-0.14+γ9+0,14· b6-0.14=0+0,99·0,01=0,0099 в.о.

**11.6.12.3 Характеристика крупності операції продукту 13**

γ13-70=γ11-70+γ12-70=0,165+0,1906=0,3556 в.о,

γ13-40=γ11-40+γ12-40=0,043+0,25=0,293 в.о,

γ13-20=γ11-20+γ12-20=0,005+0,2016=0,2066 в.о,

γ13-10=γ11-10+γ12-10=0,0024+0,1131=0,1155 в.о,

γ13-5=γ11-5+γ12-5=0+0,0651=0,0651 в.о,

γ13-0.14=γ11-0.14+γ12-0,14=0+0,0099=0,0099 в.о.

**11.6.13 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,

де С=К7 Е7/(1-Е7), К7=3,322 lg (γ13-40/γ13-20);

γ17= γ13-γ13-20 ·Е7 -20;

**11.6.13.1 Вихід продуктів 15,16**

Приймаємо Е7=0,91 - ефективність операції грохочення 7 прийнята для інерційного грохота з урахуванням того, що фракцій (0…40) мм – 11%, в.о.

bi7-d7-зміст фракції від 0 до d7 визначається за типовою характеристикою крупності.

b7-70=1-0,12=0,88 в.о,

b7-40=1-0,42=0,58 в.о,

b7-20=1-0,69= 0,31 в.о,

b7-10=1-0,82= 0,18 в.о,

b7-5=1-0,93= 0,07 в.о,

b7-0.14=1-0,99= 0,01 в.о.

γ15= γ13- γ13-40 ·Е7/(Е7· b7-40)=0,741-(0,293·0,91)/(0,91·0,58)=0,236 в.о

γ16= γ15=0,236 в.о (інша крупність).

**11.6.13.2 Вихід продуктів операцій 14 та 17**

γ14 =γ13+γ15=0,741+0,236=0,977 в.о,

γ17= γ13=0,741 в.о.

**11.6.13.3 Фракційна ефективність операції 7 грохочення**

Е7-d=1-(1-E7)(d/40)c

де К7=3,322 lg (γ13-40/γ13-20)=3,322 lg(0,293/0,2066)=0,504 в.о,

С=К7 Е7/(1-Е7)=0,504·0,91/(1-0,91)=5,096 в.о,

Е7-40=1-(1-0,91)(40/40)5,096=0,91 в.о,

Е7-20=1-(1-0,91)(20/40)5,096=0,997 в.о,

Е7-10=1-(1-0,91)(10/40)5,096=0,999 в.о,

Е7-5=1-(1-0,91)(5/40)5,096=1 в.о,

Е7-0,14=1-(1-0,91)(0,14/40)5,096=1 в.о.

**11.6.14 Характеристика крупності продукту операції 17**

γ17-d=γ13-d+γ15·bi7-d,якщо d< d7,

γ17-20= γ13-20+γ15 ·b7-20=0,2066+0,687·0,31=0,419 в.о,

γ17-10= γ13-10+γ15 ·b7-10=0,1155+0,687·0,18=0,239 в.о,

γ17-5= γ13-5+γ15 ·b7-5=0,0651+0,687·0,07=0,113 в.о,

γ17-0,14= γ13-0,14+γ15 ·b7-0,14=0,0099+0,687·0,01=0,017 в.о.

**11.6.15 Фракційна ефективність операції товарного сортування 9**

Е9-d=1-(1-E9)(d/20)c,

де К9=3,322 lg (γ17-20/γ17-10)=3,322 lg(0,419/0,239)=0,81 в.о,

С=К9 Е9/(1-Е9)=0,81·0,91/(1-0,91)=8,19 в.о,

Е9-20=1-(1-0,91)(20/20)8,19=0,91 в.о,

Е9-10=1-(1-0,91)(10/20)8,19=0,999 в.о,

Е9-5=1-(1-0,91)(5/20)8,19=0,999 в.о,

Е9-0,14=1-(1-0,91)(0,14/20)8,19=1 в.о.

**11.6.15.1 Вихід щебеню фракції (20-40) мм після операції 21**

γ21= γ17 ·Е9 =0,741·0,91=0,674 в.о.

γ21(0-20)=γ17 - γ21=0,741-0,674=0,067 в.о.

**11.6.15.2 Вихід щебеню фракції (10-20) мм після операції 20**

γ20= γ21(0-20) · Е9-20=0,067·0,91=0,061 в.о.

γ20(0-10)= γ21(0-20)- γ20=0,067-0,061=0,006 в.о.

**11.6.15.3 Вихід щебеню фракції (5-10) мм після операції 19**

γ19= γ20(0-10) ·Е9-10=0,006·0,999=0,006 в.о.

**11.6.15.4 Вихід продуктів операції 18**

γ18=γ17- γ19- γ20 - γ21 =0,741-0,006-0,061-0,674=0 в.о.

**11.6.15.5 Вихід готової продукції**

γгот=γ18+ γ20+ γ21=0+0,061+0,674=0,735 в.о.

γхв= γ13- γгот=0,741-0,735=0,006 в.о.

**11.6.15.6 Перевірка**

γ1 =γгот+ γ4+ γ10+ γ19=0,735+0,069+0,190+0,006=1,000 в.о.

**11.6.16 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 визначаються межами розділення перевірочного грохочення 7 і шириною вихідної щілини дробарки, встановленої на третій стадії.

γ21(10-20)=γ17·Е9=0,741·0,91=0,674 в.о;

γ20(5-10)= γ21(0-20)·Е9-20 =0,067·0,91=0,061 в.о;

γгот= γ21(10-20)+ γ20(5-10)=0,674+0,061=0,735 в.о;

γхв= γ13- γгот=0,741-0,735=0,006 в.о.

**11.7 Вибір та розрахунок дробарного обладнання**

**11.7.1 Розрахункова продуктивність дробарки ВЩД 600×900**

Паспортна продуктивність дробарки ВЩД 600×900 - 100 м3/год. Розрахункова продуктивність ВЩД 600×900:

Q1 =Qп · K др· Kф· Kкр· Kв=100·1,2·1·1·0,9=108 м3/год,

де Qп = 100 - паспортна продуктивність дробарки, м3/год;

Кдр=1,2 - поправочний коефіцієнт подрібнення матеріалу, прийнятий для середньої міцності порід з опором на стиск менше 60 Мпа;

Кф=1 - поправочний коефіцієнт, враховує форму подрібненого матеріалу при подрібнені рваного каменю.

Ккр=1 - поправочний коефіцієнт на крупність матеріалу, так як 0,5В=200мм для дробарки ВЩД - 600×900 і в гірничий масі фракцій до 200 мм міститься 40 %.

Кв=0,90 - поправочний коефіцієнт на вологість дробарного матеріалу, прийнятий для граніту з природною вологоємкістю 7 %.

**11.7.2 Кількість дробарок на першій стадії дрібнення**

n1=Qгод/Q1=97,0/108=0,89=1 шт.

**11.7.3 Коефіцієнт завантаження дробарки ВЩД 600×900**

К1=Qгод /Q1· n1=97,0/108·1=0,89.

**11.7.4 Розрахункова продуктивність КІД-1750**

Паспортна продуктивність дробарки КІД-1750 90 м3/год. Розрахункова продуктивність:

Q2 =Qп · K др· Kф· Kкр· Kв=90·1,2·1·1·0,9= 97,2, м3/год

де Qп=90 - паспортна продуктивність дробарки, м3/год

**11.7.5 Кількість дробарок на другій стадії дрібнення**

n2=Q9/Q2=79,34/97,2=0,81=1, шт.

де Q9=79,34 - годинна продуктивність операції 9, м3/год.

**11.7.6 Коефіцієнт завантаження дробарки КІД-1750**

К2= Q9 /Q2· n2=79,34/97,2·1=0,81

**11.7.7 Розрахунок дробарки третього ступеню дрібнення**

Паспортна продуктивність дробарки КІД-1750 90 м3/год. Розрахункова продуктивність:

Q3 =Qп · K др· Kф· Kкр· Kв=90·1,2·1·1·0,9= 97,2, м3/год.

**11.7.8 Кількість дробарок на третьому стадії дрібнення**

n3=Q15/Q3=26,0/97,2=0,3=1, шт

де Q15=26,0 - годинна продуктивність операції 15, м3/год.

**11.7.9 Коефіцієнт завантаження дробарки КІД-1750**

К3=Q15 /Q3· n3=26,0/97,2·1=0,3

**11.8 Вибір та розрахунок обладнання для грохочення**

Максимальний розмір куска у вихідній гірничій масі дорівнює 500 мм, тому вибираємо для попереднього грохочення нерухомий колесниковий грохот. Насипна маса вихідної сировини δ=2,7 т/м3, продуктивність Q1=97,0 м3/год. Витрати на встановлення нерухомого колосникового грохочення значно нижчі, ніж на встановлення ГІТ, тому знижується собівартість.

Продуктивність грохота по вихідній гірничій масі становить 97,0 м3/год, годинний надрешітний об'єм становить 40,3 м3 , а підрешітний – 8,13 м3 .

Для операції грохочення 3 обираємо грохіт ГІТ 21 з розміром отвору просіювальної поверхні сит 1000×2000 мм, продуктивність паспортна 50 м3/год. Площа сита 2 м2.

**11.8.1 Розрахункова продуктивність грохота ГІТ 21**

Q2р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=1·28·3,1·0,147·0,94·1,12·1,0·0,75·1,0=10,07, м3/год,

де c=1 - для верхнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині не менше 0,7Вс,

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

F=3,1 - площа поверхні сита,м2 ;

k=0,147 - склад зерен у навантаженні грохоту, розмір котрих менше половини отворів сита γ2-10=4,9 %;

l=0,94 - склад зерен у навантаженні грохота, розмір котрих більше отворів сита ( γ2-20-100= γ2-100- γ2-20=0,168-0,079=0,089);

m=1,12 - ефективність грохочення;

n=1,0 - подрібнений матеріал;

o=0,75 - вологість матеріалу 8%;

p= 1,0 - сухе грохочення.

Кількість грохотів ГІТ 21:

N2=Q2/Q2р=18,51/10,07=1,8=2, шт.

Коефіцієнт завантаження грохота:

К2=Q2/ N2Q2р=18,51/2·10,07=0,91.

Таким чином два грохот ГІТ-21 забезпечує грохочення 3 з коефіцієнтом завантаження 91%.

**11.8.2 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:

Q4р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=1·50·3,1·0,36·1,0·1,6·1,0·0,75·1,0=66,9, м3/год.

де c=1 - для верхнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині не менше 0,7Вс,

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

F=3,1 - площа поверхні сита,м2

k=0,36 - склад зерен у навантаженні грохоту, розмір котрих менше половини отворів сита γ2-40=10,4 %

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

m=1,6 - ефективність грохочення;

n=1,0 - подрібнений матеріал;

o=0,75 - вологість матеріалу;

p= 1,0-сухе грохочення.

Кількість грохотів ГІТ 31:

N4=Q7/Q4р=102,6/66,9=1,5=2, шт.

Коефіцієнт завантаження грохота:

К4=Q7/ N4 Q4р=102,6/2·66,9=0,8

Таким чином два грохоти ГІТ-31 забезпечує грохочення 4 з коефіцієнтом завантаження 80%.

**11.8.3 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:

Q4р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=1·19·3,1·0,3·0,96·1,2·1,0·0,75·1,0=15,27, м3/год.

де c=1 - для верхнього сита при навантаженні грохоту матеріалом по ширині не менше 0,7Вс,

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

F=3,1 - площа поверхні сита,м2

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

l=0,96 - 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-продуктивність грохота, тому що розмір отвору 10 мм.

Кількість грохотів ГІС 21:

N5=Q8/Q5р=23,25/15,27=1,52=2, шт.

Коефіцієнт завантаження грохота:

К5=Q8/ N5 Q5р =23,25/2·15,27=0,76

Таким чином два грохоти ГІС-21 забезпечує грохочення 4 з коефіцієнтом завантаження 76%.

**11.8.4 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 [10]:

Q7р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=1,0·28·6,5·0,6·0,96·0,75·1,0·0,75·1,0=58,96 м3/год.

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

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

F=6,5 - 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=0,91,в.о.

n=1,0 - подрібнений матеріал,

o=0,75 - вологість матеріалу,

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

Розрахункова продуктивність Q7p грохоту ГІЛ-32для нижнього сита:

Q7р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=0,7·28·6,5·0,6·0,96·0,9·1,0·0,75·1,0=49,53, м3/год.

Кількість грохотів ГІЛ-32 на операції грохочення 7:

N7=Q14/Q7р=107,6/58,96=1,8=2, шт.

Коефіцієнт завантаження грохота ГІЛ 32 по верхньому ситу:

К71=Q14/ N7Q7р =110,2/2·58,96=0,93

**11.8.5 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:

Q9р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=1·19·7,5·0,6·0,96·0,75·1·0,75·1=46,17, м3/год.

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

g = 19– питома об’ємна продуктивність 1м3 сита грохоту при розмірі отворів сита 10 мм, м3/(м2 год),

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

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

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

m = 1,0 - ефективність грохочення Е9=0,95, в.о.;

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

о=0,9– вологість матеріалу 10 %,в.о.;

p= 1,25 – вологе грохочення, в.о.

Розрахункова продуктивність грохоту ГІЛ-22 для нижнього сита:

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=7,57м3/год.

де g = 11– питома об’ємна продуктивність 1м3 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

N9=Q17/Q9р=81,66/46,17=1,77=2, шт.

На грохочення надходить продукт операції 17.

Отже, потрібно 2 грохоти.

На нижнє сито надходить продукт операції 20.

N9’=Q20/Q9р=6,72/7,57=0,88=1, шт.

Отже, потрібен лише 1 грохот.

Коефіцієнт завантаження грохота К9,К91 на операції грохочення 9:

Коефіцієнт завантаження грохота на операції грохочення 9 по верхньому ситу:

К9=Q17/ N9Q9р =81,66/2·46,17=0,88

Коефіцієнт завантаження грохота на операції грохочення 9 по нижньому ситу:

К91=Q20/ N9Q9р =6,72/1·7,57=0,88

**11.8.6 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 [10]:

Q10р=c·q·F·k·l·m·n·o·p=1,0·11,0·4·0,6·0,94·0,75·1,0·0,75·1,25=17,4, м3/год.

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

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

k = 0,6 – склад зерен у навантаженні грохоту, розмір яких менше половини отворів сита γ 22-0,14 = 1,5 %, в.о.;

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

γ 22-5-20 = γ 22-20 – γ 22-5 =0,067-0,0469=0,02, в.о.;

m = 1,0 – ефективність грохочення Е10=0,97, в.о.;

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

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

p = 1,25 – вологе грохочення, в.о.

Кількість грохотів ГІЛ-21 на операції грохочення 10:

N10=Q22/Q10р=28,54/17,4=1,64=2, шт.

На грохочення надходить продукт операції 22.

Отже потрібно 2 грохота.

Коефіцієнт завантаження грохота К10 на операції грохочення 10:

К10=Q22/ N10Q10р =28,54/2·17,4=0,71

Результати розрахунку заносимо до таблиці 12.3

Таблиця 11.2. Результати розрахунку обладнання для грохочення

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка грохота | Qр, м3/год | N, штук | k, в.о. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1.Колосниковий  2.ГІТ-21  3.ГІТ-31  4.ГІС-21  5.ГІЛ-32  6.ГІЛ-22 в.с.  н.с.  7.ГІЛ-21 | 110,2  10,07  66,9  15,27  58,96  46,17  7,57  17,4 | 2  2  2  2  2  2  1  2 | 0,91  0,8  0,76  0,93  0,88  0,88  0,70 |

**11.9 Вибір та розрахунок обладнання для промивки**

**11.9.1 Вибір класифікатора**

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

**11.9.2 Розрахунок класифікатора**

Продуктивність класифікатора Q11 по піску:

,м3/год.

де i =1 – кількість спіралей, в.о., ;

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

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

D1=1,3 – діаметр спіралі, м.

**11.9.2 Кількість N11 та коефіцієнт завантаження К11 класифікатора**

 шт.

 в.о.

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

**11.10 Вибір конвеєрів для забезпечення технології**

Ширина смуги конвеєра В повинна задовольняти умову :

,

де  найбільший лінійний розмір кусків породи, мм.

Продуктивність конвеєра Q:

, т/год. ,

де – площа насипного матеріалу, мм2;

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

В– ширина стрічки конвеєра, мм;

V – швидкість руху смуги конвеєра, м/год.;

– насипна маса гірської маси, т/м3.

Враховуючи ці параметри вибираємо необхідні конвеєра і заносимо їх у таблицю 12.4

Таблиця 11.3.Вибір конвеєрів для забезпечення технології

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер конвеєра | Продуктивність Q, м3/год. | Ширина стрічки В, мм | Швидкість V, м/с | Довжина конвеєра, м |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| N1  N2  N3  N5  N6  N9  N22  N8  N12  N11  N21  N20  N19 | 110,2  18,51  91,68  10,9  91,68  79,34  28,5  23,25  79,3  2,31  74,3  6,7  0,66 | 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 |

**11.11 Складання схеми ланцюгу апарата**

Вхідна гірнича маса завантажується у приймальний бункер місткістю 21,7м3 автосамоскидами БелАЗ-7547 В. Із бункера через підживлювач ПОТ–20 гірнича маса через конвеєр N1 надходить на грати грохота колосникового, який виконує функції попереднього грохочення. Надгратний продукт через конвеєр N3 попадає до дробарки ВЩД 600×900, а по конвеєру N2 до грохота ГІТ-21. За межами розділення 20 мм, надгратний продукт цього грохоту (0…20) мм по конвеєру N22 надходить в схему утилізації відходів. Надгратний продукт по конвеєру N5 надходить на грохот ГІТ-31, виконуючи функцію попереднього грохочення перед другою стадією подрібнення. На цей же грохот по конвеєру N6 надходить вихід дробарки ВЩД 600×900. Пройшовши грохочення перед другою стадією подрібнення надгратний продукт по конвеєру N9 надходить в дробарку КІД-1750. Надгратний продукт по конвеєру N8 потрапляє на грохот ГІС-21. На грохоті матеріал також розділяється і по конвеєру N11, з’єднуючись з виходом дробарки КІД-1750, надходить на грохот ГІЛ-32. Цей грохот працює як попереднє грохочення перед третьою стадією подрібнення і видає готову продукцію фракції (20…40)мм.

Підгратний продукт по конвеєру N1 надходить на товарне грохочення. Проходячи по конвеєру N15 продукт попадає до дробарки КІД-1750 і звідти по замкненому циклу знову на ГІЛ-32. На товарному грохоченні стоїть грохіт ГІЛ-22. По ньому виділяються товарні фракції (5…10)мм та (10…20) мм і надходять на склад готової продукції. Підгратний продукт грохоту фракції (0…5)мм по конвеєру N18 надходить на утилізацію відходів. Утилізація відходів здійснюється мокрим методом на грохоті ГІЛ-21, куди надходить продукт від конвеєрів N22, 10, 18. Фракція (10…20) мм надходить після грохочення через конвеєр N25 на склад готової продукції. Підгратний продукт ГІЛ-22 пульпа (0…5) мм по жолобу надходить на спіральний класифікатор 1КСН-7,5, де проходить розділення на відходи і пісок. Відходи по жолобу N26 надходять в трикамерний відстійник.

**11.12 Утилізація відходів**

Проведений розрахунок якісно-кількісної схеми показав, що вихід готової продукції становить 73,5 %, а у відходи йде 26,5%. 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.

**11.12.1 Вихід операції 22**

γ22 =γ4+ γ10+ γ18=0,069+0,19+0=0,259 в.о.

**11.12.2 Характеристика крупності продукту операціях 4, 10, 22**

γ4-20= γ2-20·Е2-20=0,079·0,87=0,067 в.о;

γ4-10= γ2-10·Е2-10=0,049·0,995=0,049в.о;

γ4-5= γ2-5·Е2-5=0,029·0,999=0,029 в.о;

γ4-0,14= γ2-0,14·Е2-0,14=0,01·1=0,01 в.о;

γ10-10= γ8-10·Е5-10=0,024·0,9=0,0216 в.о;

γ10-5= γ8-5·Е5-5=0,018· 0,992=0,0179 в.о;

γ10-0,14= γ8-0,14·Е5-0,14=0,005· 1=0,005 в.о;

γ22-20=γ4-20+ γ10-20+ γ18-20=0,067+0+0=0,067 в.о;

γ22-10=γ4-10+ γ10-10+ γ18-10=0,049+0,0216+0=0,0706 в.о;

γ22-5=γ4-5+ γ10-5+ γ18-5=0,029+0,0179+0=0,0469 в.о;

γ22-0,14=γ4-0,14+ γ10-0,14+ γ18-0,14=0,01+0,005+0=0,015 в.о.

**11.12.3 Фракційна ефективність грохочення 10 операції**

Е10-d=1-(1-E10)(d/10)c,

де К10=3,322 lg (γ22-10/γ22-5)=3,322 lg(0,071/0,047)=0,595 в.о;

С=К10 Е10/(1-Е10)=0,595·0,97/(1-0,97)=19,24 в.о;

Е10-10=1-(1-0,97)(10/10)19,24=0,97 в.о;

Е10-5=1-(1-0,97)(5/10)19,24=0,999 в.о;

Е10-0,14=1-(1-0,97)(0,14/10)19,24=1 в.о.

**11.12.4 Вихід щебеню фракції (10-20) мм операції 25**

γ25=γ22 ·Е10=0,259·0,97=0,251 в.о.

γ25(0…10)=γ22 - γ25=0,259-0,251=0,080 в.о.

**11.12.5 Вихід щебеню фракції (5-10) мм операції 24**

γ24= γ25(0…10) ·Е10=0,080·0,97=0,066 в.о.

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

**11.12.6 Вихід готової продукції з обліком утилізації відходів**

γготу=γ24+ γ25=0+0,251=0,251 в.о.

**11.12.7 Вихід фракції (0-5) мм**

γ23= γ25(0…10) - γ24=0,080-0,066=0,014 в.о.

**11.12.8 Товарна класифікація для випуску подрібненого піску із відсіву**

γ27= γ23·Е11=0,014·0,60=0,012 в.о.

де Е11=0,60- загальна ефективність товарної класифікації.

**11.12.9 Вихід відходів після класифікації**

γ26 =γ23- γ27=0,014-0,002=0,012 в.о.

**11.12.10 Вихід товарної фракції (10-20) мм**

Вихід з урахуванням утилізації відходів:

γ(10-20)= γ21+ γ25=0,674+0,251=0,925 в.о.

**11.12.11 Вихід готової продукції з урахуванням утилізації відходів**

γготу= γ18+ γ(5-10)+ γ(10-20) +γ27=0+0,061+0,925+0,002=0,988 в.о.

**11.12.12 Перевірка товарного балансу технологічної схеми**

γ1= γ готу+ γ26=0,988+0,012=1 в.о.