

## ВСТУП

Сучасне гірничо-збагачувальне підприємство це потужне підприємство, що одночасно виконує безліч технологічних операцій. Підвищення ефективності роботи та зниженні собівартості кінцевого продукту, що є концентрат, можливо за рахунок удосконалення технологічно обладнання, яке може одночасно поєднувати декілька функцій.

Поділ потоку насипного матеріалу безпосередньо при розвантаженні з конвеєру є ключовим етапом для оптимізації процесу транспортування та покращення ефективності роботи як транспортного ланцюга, так і етапу дроблення. Загалом такий підхід має назву попереднього грохочення.

При достатньо ефективному розділенні можна досягти рівномірного розподілу матеріалу по наступним ланкам дроблення та подрібнення і, отже, запобігти перевантаженню дробарок першої та другої стадій. Таке більш оптимальне розподілення транспортного потоку розвантажить не тільки дробарки, а й підвищить ефективність грохочення за рахунок створення більш однорідного потоку матеріалу. Чим менше дрібної фракції потрапляє в дробарку, тим вища її продуктивність і якість кінцевого продукту, зменшується зношування в порожнині дробарки, тому що середня фракція відводиться безпосередньо в розвантажувальний лоток.

Зазвичай для попереднього грохочення використовують грохоти встановлені безпосередньо на дробарках. Але поширення такої практики попереднього розділення матеріалу на усіх ланках переробки значно підвищує ефективність та продуктивність збагачення в цілому.

Однією з численних ланок у технологічному процесі збагачення є саме транспортування, під час якого можлива зміна гранулометричного складу транспортованого продукту за рахунок самоподрібнення підчас завантаження, руху на стрічці, розвантаження. Тому обладнання розвантажувальних вузлів стрічкових конвеєрів додатковим сортувальний обладнання забезпечить стабільність

Ине. № дубл.	Ине. № подп.	Ине. № инв. №	Ине. № дубл.	Ине. № инв. №	Ине. № дубл.	Ине. № инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата

гранулометричного складу транспортованого матеріалу на усьому шляху від видобутку до отримання концентрату.

Такий наскрізний контроль за гранулометричним складом вантажу цілком здійснений.

Найбільш поширеним розвантаження потоку продукту через головний барабан конвеєра, зазвичай приводний, металевий лоток. При розвантаженні стрічки продукт описує параболу, форму якої можна розрахувати приблизно для даної швидкості стрічки і діаметра барабана.

Отже розробка системи попереднього грохочення матеріалу за крупністю під час його розвантаженні зі стрічкового конвеєру є актуальним інженерно-технічним завданням.

**Метою роботи** є покращення режиму роботи системи попереднього грохочення при розвантаженні стрічкового конвеєру за рахунок обґрунтування раціональних експлуатаційних параметрів просіваючої поверхні.

**Об'єкт досліджень** – системи попереднього грохочення при розвантаженні стрічкового конвеєру.

**Предмет дослідження** – параметри системи попереднього грохочення при розвантаженні стрічкового конвеєру.

Ине. № подп.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	КНУ.РБ.133.24.14.Зс.02 ПЗ	Лист
						2
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

# 1 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ НЕРУХОМИХ КЛАСИФІКАТОРІВ ДЛЯ СИПКИХ ВАНТАЖІВ

## 1.1. Аналіз конструкцій нерухомих класифікаторів

Розглянемо основні визначення процесу класифікації за допомогою грохочення.

Грохочення - процес поділу корисних копалин на класи за крупністю шляхом просіювання його через одне або кілька сит (решіт). Матеріал, що надходить на грохот, називається вихідним, а продукти грохочення - класами крупності. Матеріал, що залишився на ситі називається подрешітним продуктом, а той, що провалився крізь отвори сита - підрешітним. Клас, який у використовується далі у якості готового товарного продукту, називається сортом [16, 19, 22, 28].

Послідовний ряд розмірів отворів сит (від великих до менших) - прийнятих при грохоченні, називається шкалою грохочення (класифікації), а постійне відношення розмірів отворів суміжних сит - модулем шкали грохочення. Наприклад, для шкали грохочення 48; 24; 12; 6; 3 мм модуль  $m = 2$ . При грохоченні матеріалів на  $n$  ситах одержують  $n+1$  продуктів [16, 22].

Розрізняють такі види грохочення:

- допоміжне;
- підготовче;
- самостійне;
- з метою зневоднення (знешламлювання);
- вибіркове.

Допоміжне грохочення застосовується для відокремлення готового за крупністю матеріалу від вихідного, що надходить на дроблення, або для контролю крупності подрібненого продукту. Перший вид грохочення називається попереднім, а другий контрольним [16, 22].

Підготовче грохочення застосовується для поділу вихідного матеріалу та крупності на класи перед наступними операціями збагачення з метою підвищення їх ефективності [16, 22].

Инва. № подп.	Подп. и дата
Инва. № дубл.	Инва. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Самостійним називається грохочення, продукти якого є товарними та направляються споживачеві.

Розглянемо класифікацію грохотів.

Грохоти класифікуються [16, 22]:

1. За характером руху робочого органу (просіваючої поверхні) або способом переміщення матеріалу:

- нерухомі
  - колосникові
  - дугові
  - конічні;
- частково рухливі
  - валкові,
  - ланцюгові
  - із збудженням коливань гнучкого сита;
- оберткові
  - барабанні;
- рухливі
  - хитні
  - гіраційні
  - вібраційні;
- гідравлічні, у яких матеріал переміщається водою.

2. За геометричною формою поверхні, що просіває:

- Пласкі
- Барабанні
- дугові.

3. За розташуванням поверхні, що просіває:

- Похилі
- горизонтальні.

4. За крупністю матеріалу, що розділяється

- для крупного грохочення

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ

- для середнього грохочення
- для дрібного грохочення
- для тонкого грохочення
- для особливо тонкого грохочення.

Оскільки мова йде про сепаратор, який буде розділяти потік матеріалу на розвантажувальному барабані конвеєра, то важливим є усунення вібраційного навантаження з рами конвеєру. Тому далі аналізувати будемо конструкції нерухомих та частково рухомих грохотів.

**Колосникові грохоти**, встановлюються під кутом до горизонту, являють собою решітки, зібрані з колосників. Насипний вантаж завантажується на верхній кінець решітки, рухається нею під дією сили тяжіння. При цьому дрібна фракція провалюється через щілини ґрат, а великий клас сходить у нижньому кінці [16, 22].

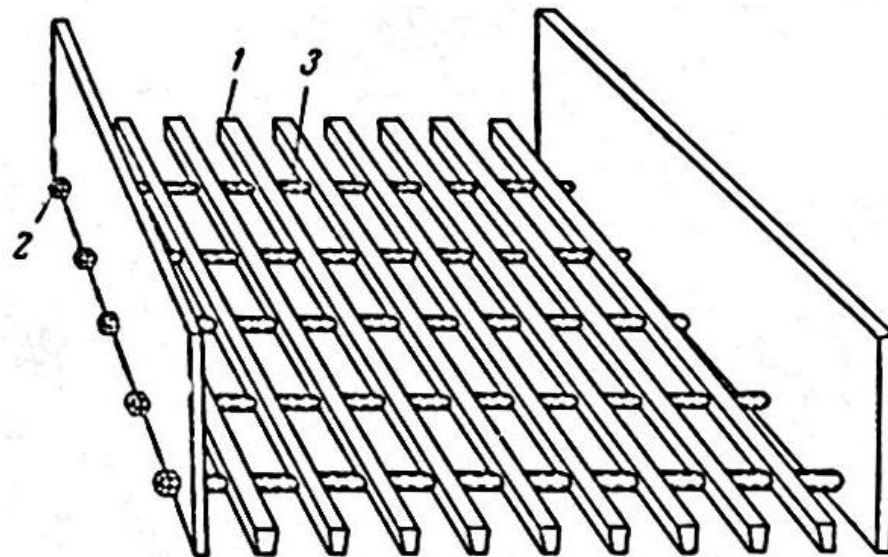


Рис 1.1 – Колосниковий грохот: 1 – колосник; 2 – стяжний болт; 3 - розпірна рубка

Ці грохоти застосовують для грохочення крупношматкового матеріалу. Розмір щілини між колосниками - не менше 50 мм і в окремих випадках може бути 25-30 мм. Кут нахилу ґрат залежить від фізичних властивостей матеріалу, що грохотиться. За практичними даними, для руд кут нахилу становить 40-45 °, для вугілля 30 - 35 °. При переробці вологих матеріалів кут нахилу грохоту збільшують на 5-10 °. Вологі глинисті руди на колосникових грохотах переробляти неможливо

Підп. і дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Підп. і дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

внаслідок замазування щілин [16, 22].

При малих розмірах щілини між колосниками та великим вихідним матеріалом (до 150 мм) з метою підвищення ефективності грохочення застосовують консольні гуркоти. Кінці консолі колосників при ударах падаючих шматків матеріалу вібрують, у зв'язку з чим зменшується можливість забивання отворів решітки та підвищується ефективність грохочення [16, 22].

Розміри колосникових грохотів визначаються крупністю найбільших шматків матеріалу з урахуванням конструктивних умов установки грохоту. Щоб уникнути зависання шматків матеріалу між бічними бортами, ширину грохоту приймають більше потрійного розміру максимального шматка. Якщо великих шматків у вихідному матеріалі мало, допускають мінімальну ширину грохоту приблизно на 100 мм більше подвійного розміру максимального шматка. Довжина грат грохоту робиться не менше подвійної її ширини [16, 22].

Продуктивність колосникових грохотів велика, тому що матеріал рухається по грохоту, як самопливним жолобом. При щілини між колосниками 25 мм продуктивність колосникового грохоту вихідного матеріалу приймають у середньому 60 т/год на 1 м<sup>2</sup> площі решітки. Продуктивність змінюється пропорційно до ширини щілини [16, 22].

**Валкові грохоти** складаються з кількох паралельних валків, встановлених на похилій рамі і обертаються у напрямку руху матеріалу. На валки насаджені чи відлиті разом із ними диски чи «сферичні» трикутники. Валки з дисками утворюють поверхню, що просіває, з отворами, форма і розміри яких визначаються відстанями між валками і формою дисків [16, 22].

Число валків для різних конструкцій грохотів становить від 5 до 13, а для грохотів дрібного матеріалу і більше. Розміри отворів валкових грохотів від 5 до 175 мм. Рама грохоту встановлюється під кутом 12-15 град [16, 22].

Швидкість обертання валків на радіусі диска однакова становить 0,8—1,45 м/с. Ексцентричність дисків та їхнє різне положення на валу сприяють розпушенню матеріалу та його просуванню грохотом [16, 22].

Ив. № подп.	Подп. и дата
Ив. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ив. № подп.	

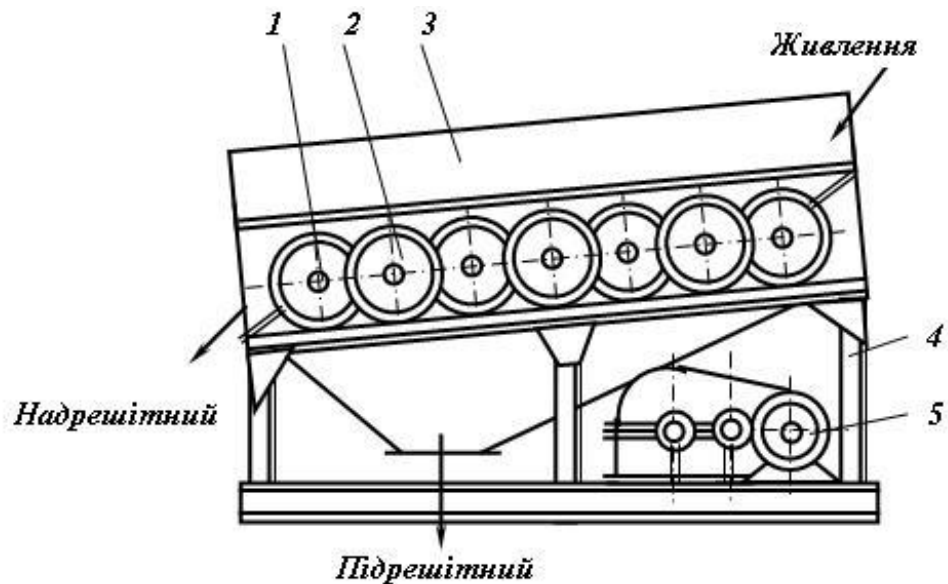


Рис 1.2 – Валковий грохот: 1 - валки; 2 – диски; 3 - короб грохота; 4 - рама; 5 - привод

Продуктивність валкових грохотів за вихідним матеріалом приймають близько  $1 \text{ м}^3/\text{год}$  на  $1 \text{ м}^2$  і  $1 \text{ мм}$  ширини отвору. Наприклад, при розмірі отвору  $75 \text{ мм}$  -  $75 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$  [16, 22].

Ці грохоти застосовують для попереднього грохочення вугілля та антрацитів з метою виділення продукту дрібніше  $50-150 \text{ мм}$ . На нових вуглезбагачувальних фабриках валкові гуркоти не встановлюють, їх замінюють циліндричними грохотами.

Валкові грохоти з отворами  $5 \text{ про мм}$  застосовують на буро-вугільних брикетних фабриках. Для глинистих руд валкові грохоти непридатні - їх валки швидко облипають глинистим матеріалом і забиваються отворами.

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № подл.
Ли	Изм.	№ докум.

Недоліки валкових грохотів:

- велика маса,
- складність конструкції,
- велика витрата електроенергії,
- складність технічного обслуговування.

**Барабанні грохоти** являють собою циліндр або конус, бічна поверхня якого має перфоровані отвори і служить поверхнею, що просіває. Вісь циліндричного барабана нахилена до горизонту під кутом від 1 до 14° (частіше 4—7°), а вісь конічного — горизонтальна. Вихідний матеріал завантажують усередину барабана на верхньому кінці і внаслідок обертання та нахилу він просувається вздовж осі барабана. Дрібний матеріал провалюється через отвори, великий видаляється з барабана на нижньому кінці [16, 22].

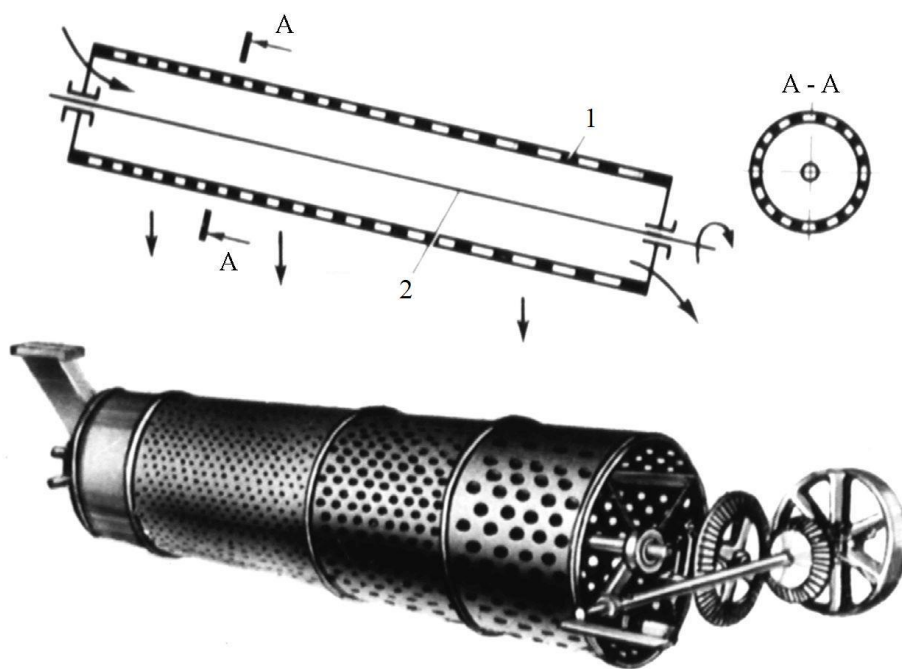


Рис 1.3 – Барабанний грохот: 1 – барабан з отворами; 2 – вісь обертання

Барабанні грохоти виготовляють також для грохочення матеріалу на кілька класів. При цьому сито на барабані збирають по довжині з декількох секцій з отворами, що збільшуються в розмірах до розвантажувального кінця, або сита

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № подл.
Ли	Изм.	№ докум.
Подп.	Дат	



збираються концентричними поверхнями - внутрішні з найбільшими, а зовнішні з найменшими отворами. Застосовують також комбіновані конструкції, в яких на барабані, що складається з декількох секцій сит з отворами, що збільшуються в розмірах, концентрують встановлюють ще одне або кілька сит з дрібною сіткою [16, 22].

Застосовують також призматичні барабанні грохоти, які називають бутарами. Робоча поверхня бутари складається з шести або восьми плоских сит, що утворюють бічну поверхню призми або усіченої піраміди [16, 22].

Діаметр барабана коливається від 500 до 3000 мм; довжина - від 2000 до 9000 мм; довжина окремої секції барабана – від 800 до 1500 мм. Розміри бутарів: діаметр 1000-1100 мм, довжина 3500-6000 мм [16, 22].

Барабанні грохоти знаходять застосування для промивання, дезінтеграції та мокрого грохочення розсипних руд, що містять глину. Такі грохоти, призначені для промивання руд, називаються бутарами. Вони виконуються обтяженою конструкцією і можуть приймати шматки крупністю до 200 мм. Для інтенсифікації промивної дії всередину бутари підводиться вода під тиском 02-05 МПа. Усередині барабана влаштовують полиці та навішують ланцюги (так званий набір) [16, 22].

Невеликі барабанні грохоти діаметром 500-900 мм і довжиною 500-1000 мм з отворами сит 2-10 мм часто встановлюють на розвантажувальних цапфах кульових млинів для уловлювання тріски, дрібних куль і ін. які передбачають повернення великого класу в млини [16, 22].

Для попереднього грохочення рядового вугілля після видалення з нього випадкових шматків дерева та металу застосовують циліндричні грохоти, робоча поверхня яких є багатозахідною спіралью, утвореною криволінійними колосниками. Відстань між колосниками визначає крупність шматків подрешетного продукту. Зварний барабан складається із завантажувального та розвантажувального конусів, пов'язаних трубами, до яких приварені бандажі. Колосники, вигнуті за відрізками спіралі, закріплюються на барабані хомутами і легко замінюватися. Привід барабана фрикційний, що має дві провідні ковзанки та сполучний вал з муфтами. Через кінцеву муфту вал зчепляється з двоступінчастим редуктором, швидкохідний вал якого обертається від електродвигуна. Для

Инь. № подл.	Подп. и дата
Инь. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инь. № подл.	

запобігання осьовому зміщенню барабана передбачена затята ковзанка [16, 22].

Таким чином розглянуті основні конструкції грохотів, що викликають вібраційного навантаження.

## 1.2. Характеристика насипних вантажів, що транспортуються стрічковими конвеєрами

Виокремимо важливі властивості насипних вантажів, що транспортуються стрічковими конвеєрами, с точки зору їх первинної сепарації.

Насипні вантажі характеризуються такими властивостями, як крупність, щільність, рухливість, коефіцієнт зовнішнього тертя, абразивність, злиття, липкість, замерзання. Характеристика деяких властивостей насипних вантажів наведено у таблиці 1.1.

Гранулометричний склад характеризується кількісним розподілом шматків вантажу з їхньої крупності. Його визначають ситовим аналізом, при якому регламентований обсяг вантажу (проби) просіюють послідовно через набір сит з отворами каліброваних різних розмірів (номерів).

Якщо шматок у трьох вимірах має розміри  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ , то усереднений розрахунковий розмір [10, 13, 15, 17, 18, 21, 23, 25, 26]:

$$a = \sqrt[3]{a_1 a_2 a_3}$$

Залежно від співвідношення окремих фракцій розрізняють рядовий і сортований вантаж. Якщо  $a_{\max}$  і  $a_{\min}$  – розміри найбільшого та найменшого шматків, то для рядового вантажу  $a_{\max} / a_{\min} > 2,5$ , для сортового —  $a_{\max} / a_{\min} < 2,5$ .

Насипні вантажі характеризуються розміром типового шматка - для сортованих вантажів за розмір типового шматка приймають  $a' = 0,5 (a_{\max} + a_{\min})$ .

Для рядових вантажів розмір  $a'$  визначають залежно від відношення маси  $m_0$  вантажу найбільших шматків маси  $m$  всієї проби ( $c = m_0/m$ ). При  $c > 0,1$ ,  $a' = a_{\max}$ ; при  $c < 0,1$ ,  $a' = 0,8 a_{\max}$  [10, 13, 15, 17, 18, 21, 23, 25, 26].

Ив. № подп.	Ив. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

Таблиця 1.1 – Властивості насипних вантажів [10, 13, 15, 17, 18, 21, 23, 25, 26]:

Назва вантажу	Насипна щільність $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	Група абразивності	Кут природнього відкосу вантажу у спокої, град.	Коефіцієнт зовнішнього тертя	
				по гумі	по сталі
Антрацит рядовий	0,8...1,0	С	45	0,61	0,84
Аммофос	0,9...1,1	С	33...42	0,55	0,45
Апатит сухий	1,6...1,7	Д	30...40	0,6...0,7	0,5...0,6
Гіпс дрібношматковий	1,2...1,4	В	40	0,7...0,8	0,6...0,7
Глина шматкова, суха	1,6...1,8	В	40	0,8...1,0	0,7...0,9
Глинозем	0,9... 1,0		35	0,4...0,5	0,4...0,5
Гравій сухий	1,5...1,8	В	30...45	0,7...1,0	0,6... 1,0
Земля:					
грунтова, суха	1,1...1,6	С	30...40	0,8...1,0	0,7...0,9
формовочна	0,8...1,3	С	40...45	0,4...0,6	0,4...0,7
Вапняк	1,4...1,7	В	36...40	0,6...1,0	0,5...1
Каміння дрібно-середньошматкове	1,3...1,5	Д	37...40	0,6...0,8	0,5...0,8
Кокс рядовий	0,4...0,5	Д	30	0,5...0,6	0,4...0,5
Пісок сухий	1,4...1,6	С	35...40	0,4...0,6	0,7...0,8
Руда крупністю:					
0... 120 мм	2,0...2,4	Д	30...35	0,7...0,8	0,6...0,7
0...350 мм	2,8...3,6	Д	45	0,8...0,9	0,7...0,8
Сіль кам'яна	0,8...1,8	С	30...50	0,6...0,7	0,5...0,6
Суперфосфат	1,0	С	45	0,58	0,55
Вугілля кам'яне	0,6... 0,9	В	30...45	0,5...0,7	0,3...0,8
Цемент сухий	1,0...1,5	С	30...40	0,6...0,7	0,3...0,6
Шлак	0,6...0,9	Д	35...40	0,4... 0,6	0,4... 0,7
Щебінь сухий	1,5...1,8	Д	35...45	0,5... 0,7	0,4... 0,6

Класифікація насипних вантажів за крупністю наведено у табл 1.2.

Таблиця 1.2 - Класифікація насипних вантажів за крупністю [10, 13, 15, 17, 18, 21, 23, 25, 26]:

Клас крупності	Розмір типових шматків, мм	Приклади вантажів
Особо крупношматковий	Більше 320	Каміння при добувці вибухом
Крупношматковий	160...320	Руда
Середньошматковий	60...160	Камінне вугілля
Дрібношматковий	10...60	Щебінь
Крупнозернистий	2...10	Гравій дрібний
Дрібнозернистий	0,5...2	Пісок крупний
Порошкоподібний	0,05...0,5	Пісок дрібний
Пилевидний	Менше 0,05	Цемент

Поп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Поп. и дата

Инв. № подл.

Ли Изм. № докум. Подп. Дат

КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ

Лист

11

Щільність, як відношення маси вантажу до об'єму, що їм займається, буває для вільно насипаного  $\rho$  і динамічно ущільненого  $\rho_y$  вантажу. Ущільнюваність вантажу характеризує коефіцієнт ущільнення  $k_y = \rho_y/\rho$ ; для більшості насипних вантажів  $k_y = 1,1...1,3$ .

За щільністю насипні вантажі класифікуються на [10, 13, 15, 17, 18, 21, 23, 25, 26]:

- легкі – при щільності менше  $\rho < 0,6 \text{ т/м}^3$ ;
- середні -  $0,6 < \rho < 1,1 \text{ т/м}^3$ ;
- важкі -  $1,2 < \rho < 2,0 \text{ т/м}^3$ ;
- дуже важкі - більше  $\rho > 2,0 \text{ т/м}^3$ .

Щільність насипних вантажів наведено у таблиці 1.1.

Коефіцієнт зовнішнього тертя  $f$  характеризує опір переміщенню насипних вантажів щодо поверхонь твердих тіл, що викликається силою тертя. Розрізняють коефіцієнт тертя у стані спокою  $f_{сп}$  і за відносного руху вантажу  $f$ . Їх співвідношення можна приймати  $f_{сп} \approx (0,7...0,9)f$ . Значення коефіцієнтів зовнішнього тертя у стані спокою по гумі та сталі наведені у таблиці 1.1.

Рухливість насипних вантажів визначається кутом природного укосу спокою, тобто. кутом нахилу поверхні вільно насипаного вантажу до горизонтальної площини  $\alpha$ . За рухливості частинок насипні вантажі діляться на [10, 13, 15, 17, 18, 21, 23, 25, 26]:

- добре сипкі, кут природного укосу яких  $\alpha < 30...35^\circ$ ;
- середньої сипучості  $35^\circ < \alpha < 40 \dots 45^\circ$ ;
- погано сипкі  $\alpha > 45^\circ$ .

Для добре сипких вантажів кут природного укосу дорівнює куту внутрішнього тертя,  $\text{tg}\alpha = f_v$ ; де  $f_v$  - коефіцієнт внутрішнього тертя.

Якщо вантаж насипається при падінні з деякої висоти, кут природного укосу виявиться вже кутом природного укосу в русі  $\alpha_d$ , він менший за кут  $\alpha$ , оскільки потенційна енергія падаючого вантажу трансформується в кінетичну енергію додаткового руху вантажу. Кут  $\alpha_d$  визначають при висоті падіння близько 1 м. На

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

підставі експериментальних досліджень вважають  $\alpha_d = 0,7 \alpha$  [10, 13, 15, 17, 18, 21, 23, 25, 26].

Вологість насипного вантажу  $w_v$ , %, - відношення маси води, що міститься в вантажі, до маси сухого вантажу і визначають висушуванням взятої проби масою  $m_1$ , до постійної маси  $m_2$  після просушування  $m_2 = (m_1 - m_2)100/m_2$ .

Абразивність – властивість частинок насипного вантажу стирати (зношувати) робочі поверхні жолобів, стрічок, шарнірів ланцюга та інших подібних деталей машин, що стикаються з ними під час руху. Ступінь абразивності вантажу залежить від твердості, форми і розмірів його частинок. Значну абразивність має зола, руда, кокс, цемент. За ступенем абразивності та шкідливого впливу на елементи конвеєрів насипні вантажі можна розділити на чотири групи[10, 13, 15, 17, 18, 21, 23, 25, 26]:

- А - неабразивні;
- В - малоабразивні;
- С - середньої
- Д - високої абразивності.

При виборі засобів транспортування абразивних вантажів слід вживати заходів проти прискореного зношування частин машини. Це досягається як відповідним вибором типу машини (з мінімальним тертям частинок вантажу по робочому елементу машини), так і підбором матеріалів або захисних футеровок для деталей машини та пристроєм надійних ущільнень для підшипників та шарнірів, що не дозволяють абразивним частинкам потрапляти на поверхні тертя.

Острокромочність властива для більшості середньо- і велико вантажів, що особливо добуваються вибуховим способом. Такі вантажі не слід переміщати на вантажонесучих елементах машини з недостатньо міцною поверхнею, наприклад, на гумових стрічках.

Крихкість характеризує властивість частинок вантажів руйнуватися у процесі транспортування та перевантажень, такі вантажі слід транспортувати особливо обережно, не допускаючи падіння з висоти.

Ине. № дубл.	Ине. № дубл.	Ине. № дубл.	Ине. № дубл.	Ине. № дубл.
Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата	Подп. и дата
Ине. № подп.	Ине. № подп.	Ине. № подп.	Ине. № подп.	Ине. № подп.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

### 1.3. Аналіз обладнання, що може бути використано у таких умовах

Визначими місце встановлення грохоту у технологічній схемі збагачувальної фабрики. На рис 2.3 наведено типову схему підготовчих технологічних операцій підготовчих процесів збагачення [19, 28].

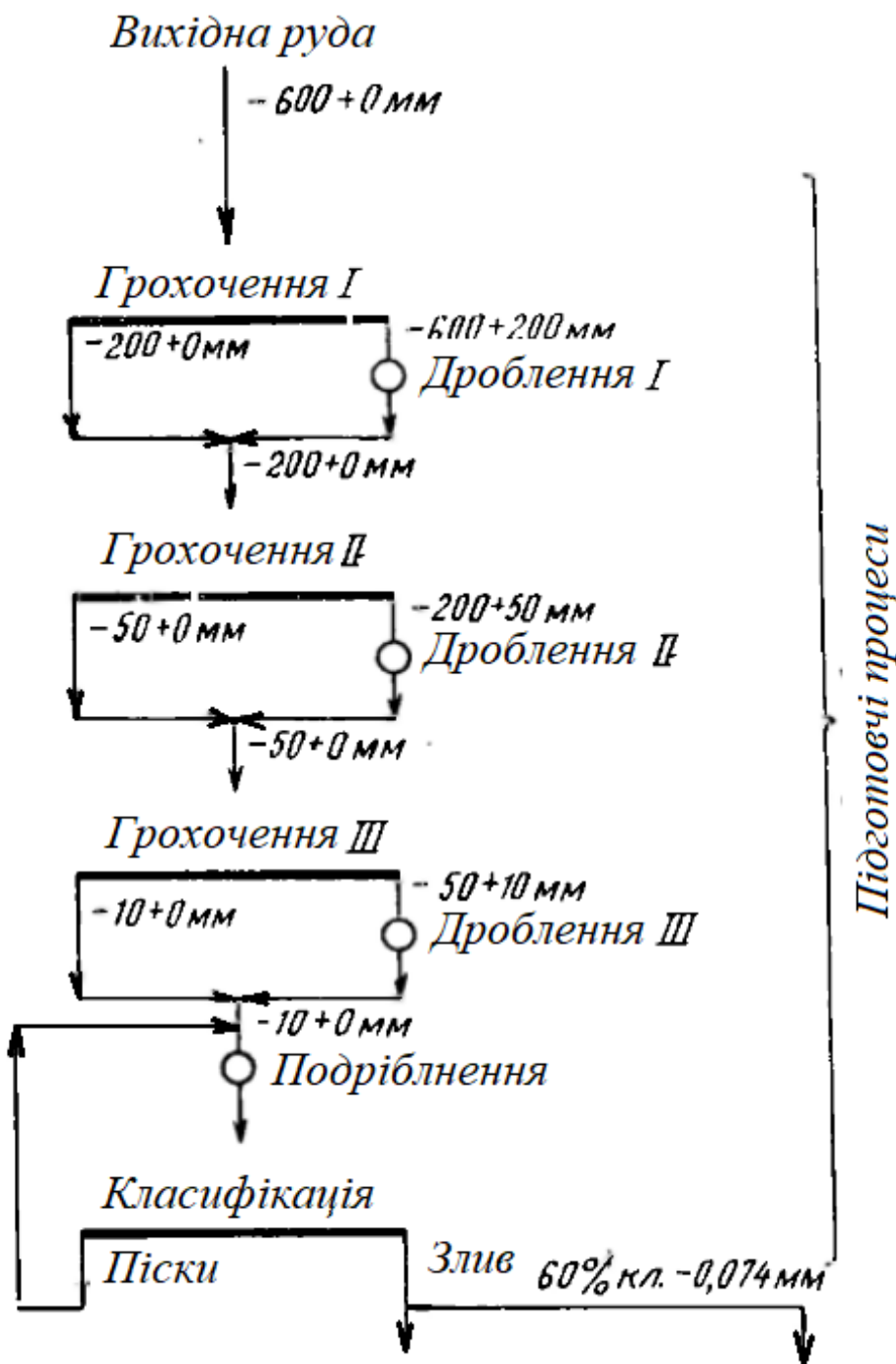


Рис 1.4 – Технологічна схема підготовчих процесів збагачення [19, 28].

Підп. і дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Підп. і дата	
Инв. № подл.	
Ли	Изм.
№ докум.	Подп.
	Дат

Найкращим місцем розташування конвеєрних грохотів можуть бути конвеєрні лінії що доставляють руду на дробарки другої стадії. Дробарки першої стадії дроблення зазвичай завантажуються прямо з самоскидів, думпкарів або з опрокидів через велику крупність шматків породи. Але іноді, як показано на схемі, облаштовують попереднє розділення на потужних колосникових грохотах або проста на гратах. Отже, тут намагаються не використовувати конвеєри взагалі через високу ймовірність пошкодження стрічки гострими краями важких шматків. На третій стадії дроблення порода надто дрібна для колосникових грохотів, тому тут з задачею розділення матеріалу краще справляться інерційні грохоти [19, 28].

Таким чином, конвеєрний колосниковий грохот може замінити інерційний грохот при розділення матеріалу перед другою стадією дроблення, розділяючи потік матеріалу -200 +0 мм на два потоки: потік, що йде на третю стадію -50 + 0 мм і потік що йде у дробарку другої стадії дроблення з крупністю -200 +50 мм [9, 30].

Ине. № подл.	Подп. и дата		Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	КНУ.РБ.133.24.14.Зс.02 ПЗ

## 2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КОНВЕЄРНОГО КЛАСИФІКАТОРА

### 2.1. Перелік та аналіз основних недоліків конструкції базової машини або вузла

Зазвичай розвантажувальні станції стрічкових конвеєрів, особливо при транспортування крупношматкового матеріалу не обладнані системою розділення вантажу за крупністю. Таке сортування особливо актуальне при перевантаженні крупношматкових матеріалів з одного конвеєру на інший. При цьому для зниження руйнування гумової стрічки потрібно спочатку створити постіль з дрібношматкового матеріалу, на яку потім вантажити вже крупні шматки.

Також таке попереднє сортування добре впливає на продуктивність дробарок крупного та середнього дроблення, відсіюючи дрібну породу, яку не потрібно дробити на поточній стадії підготовки до збагачення.

### 2.2. Аналіз конструкцій нерухомих грохотів

Відповідно до поставленої інженерно-технічної задачі розглянемо можливі конструкції просіюючих пристроїв, які можуть бути встановлені на розвантажувальній станції стрічкового конвеєру. Важливою умовою є відсутність або максимально низький рівень вібрації при роботі таких просіюючих пристроїв.

Загалом пристроями, що задовільняють такій умові є колосникові грохоти, які є нерухомими пристоями, що мають невеликі динамічні навантаження.

Винахід [1] відноситься до галузі машинобудування, переважно гірського, і може бути широко використане в гірничій промисловості на самохідних дробильних та сортувальних агрегатах, на стаціонарних вузлах перевантаження та на дробильно-сортувальних фабриках.

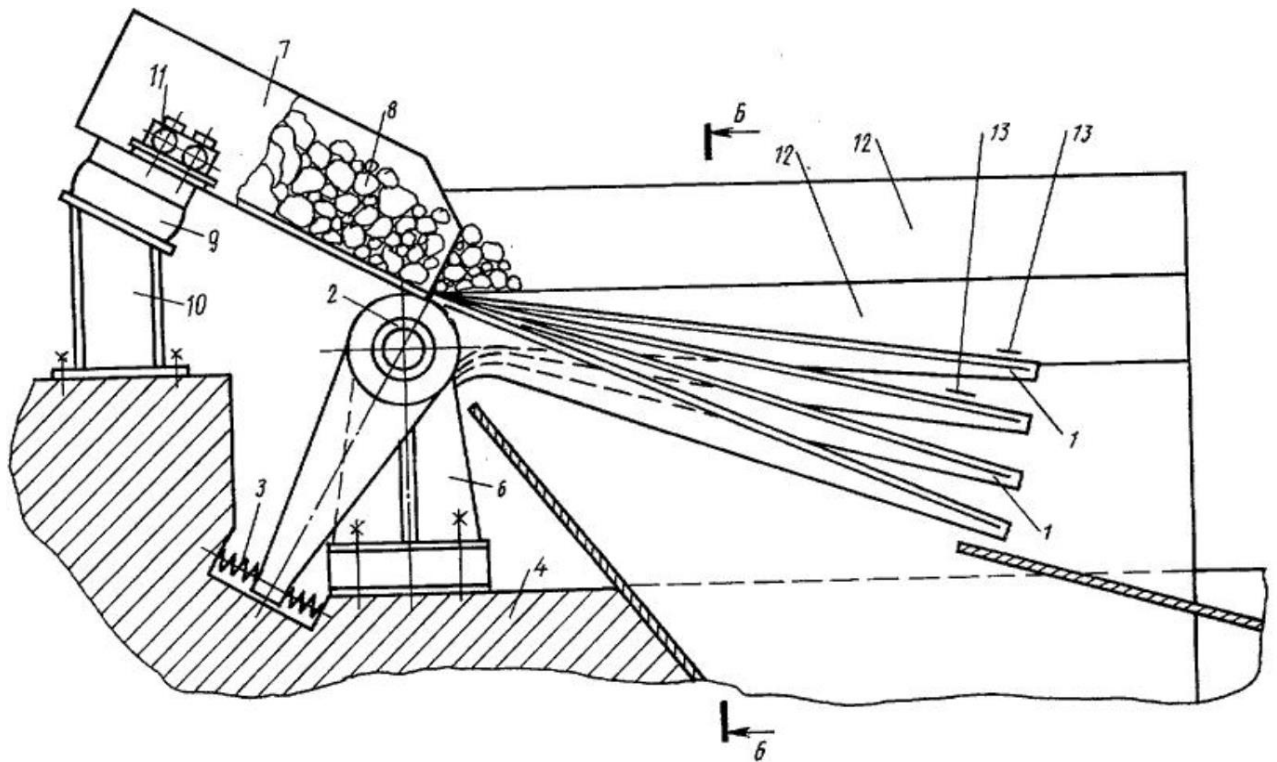
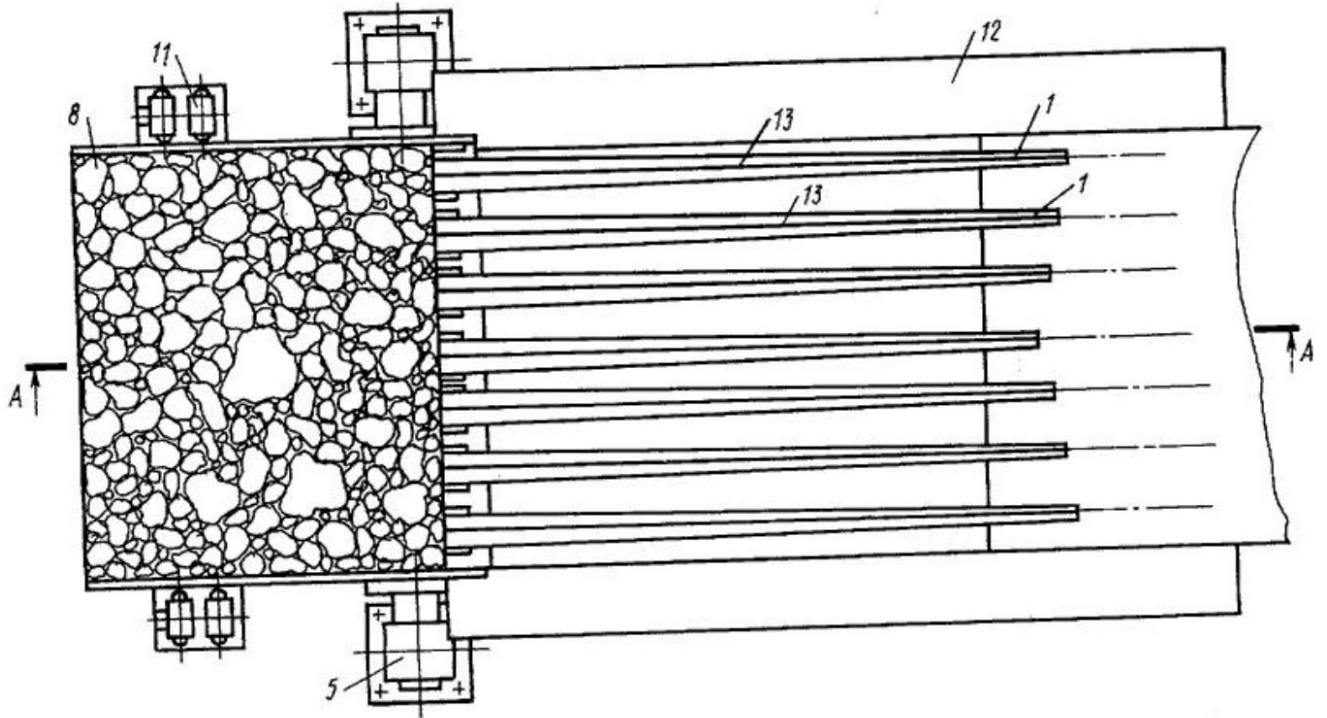
Метою винаходу є підвищення ефективності відсіювання подрешеточного продукту з верхніх шарів гуркотливого матеріалу. Це досягається тим, що гребені колосників у поперечному перерізі гуркоту встановлені по криволінійній поверхні з радіусом кривизни, що змінюється у бік розвантажувальних кінців колосників, і тим, що радіус криволінійної поверхні змінюється залежно від:

Ив. № подл.	Подп. и дата	Ив. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	



$$R_x = R_0 \frac{l}{e^i},$$

де  $R_0$ ,  $R_x$  - відповідно радіуси кривизни в початковому перерізі та у перерізі на відстані від початкового перерізу;  $x$  - поточна координата;  $i$  - Довжина колосника;  $e$  - основа натуральних логарифмів.



Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ли	Изм.
№ докум.	Подп.
Дат	

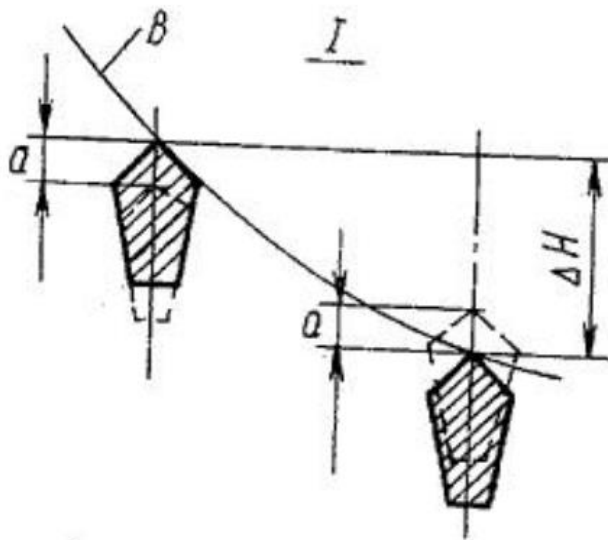
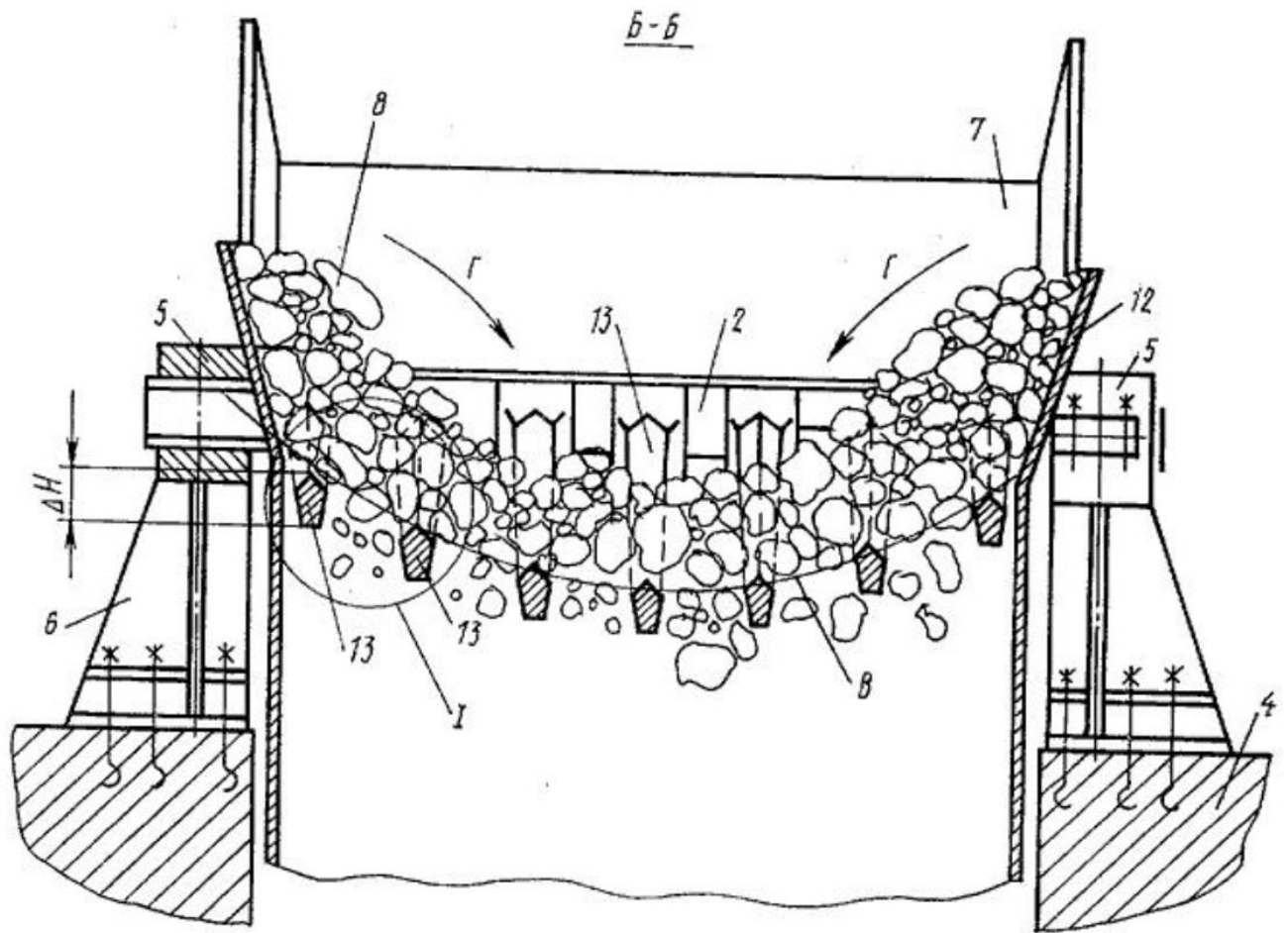


Рис 2.1 – До патенту [1]

Колосниковий гуркіт складається з набору колосників 1, шарнірно змонтованих на осі 2. Фіксація колосників у робочому положенні здійснюється пружинами 3 системи амортизації гуркоту, встановленими на фундаменті 4, Кінці осі 2 змонтовані в двох роз'ємних підшипниках 5, що передають навантаження 6

Попл. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

фундамент 4. У передній частині гуркоту встановлюється короб 7, формує спрямований на гуркіт потік гірської маси 8. Короб спирається на фундамент 4 через опорні гумові подушки 9 і кронштейни 10. З двох сторін короба встановлені вібратори 11 для ініціювання вимушених коливань гуркоту, що забезпечують грохочення.

Щоб унеможливити бічні просипи матеріалу з гуркоту, уздовж крайніх колосників встановлюються борти 12.

Гребені 13 колосників 1 встановлені таким чином, що вони в будь-якому поперечному перерізі гуркоту, наприклад Б-Б, утворюють криволінійну поверхню, радіус кривизни якої плавно змінюється в міру зміщення перерізу до вільних кінців колосників.

Різниця рівнів гребенів 13 сусідніх колосників (А Н) у будь-якому перерізі по довжині гуркоту завжди більша за подвійну амплітуду коливання колосника а.

Працює пристрій в такий спосіб.

При включенні вібраторів 11 в коробі 7 і колосниках 1 виникають вимушені коливання.

Під дією коливань гірська маса 8 транспортується коробом 7 на колосники 1 і прогрохочується в міру її руху до вільних кінців колосників. Одночасно через криволінійність поверхні, що просіває гуркоту в поперечному перерізі виникає додаткове переміщення матеріалу від периферійної частини до осі гуркоту (але напрямку стрілок Г). Матеріал активно переміщається, внаслідок чого верхні шари потрапляють у зону безпосереднього контакту з колосниками, що забезпечує більш повне відгуртовування підгратного продукту.

Таким чином, пропонований винахід забезпечує підвищення ефективності відсіву підрешітного продукту і збільшення точності розсіву гірничої маси на фракції.

Одночасно грохот здатний просівати товстіший шар матеріалу, що підвищує його продуктивність і дозволяє використовувати гуркіт при циклічному розвантаженні на нього гірської маси з ковша екскаватора.

Винахід [2] відноситься до пристроїв для поділу матеріалів і може бути застосовано в будівельній, гірничорудній та інших галузях промисловості.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ	Лист
						19

Винахід має на меті отримання заданого розміру переробленої гірничої маси шляхом регулювання величини щілини між колосниками. Зазначена мета досягається тим, що в колосниковому гуркоті, що включає жорстко укріплені на рамі колосники, робоча частина колосників має знімний елемент, укріпленим на колоснику за допомогою кронштейна і кріпильних деталей.

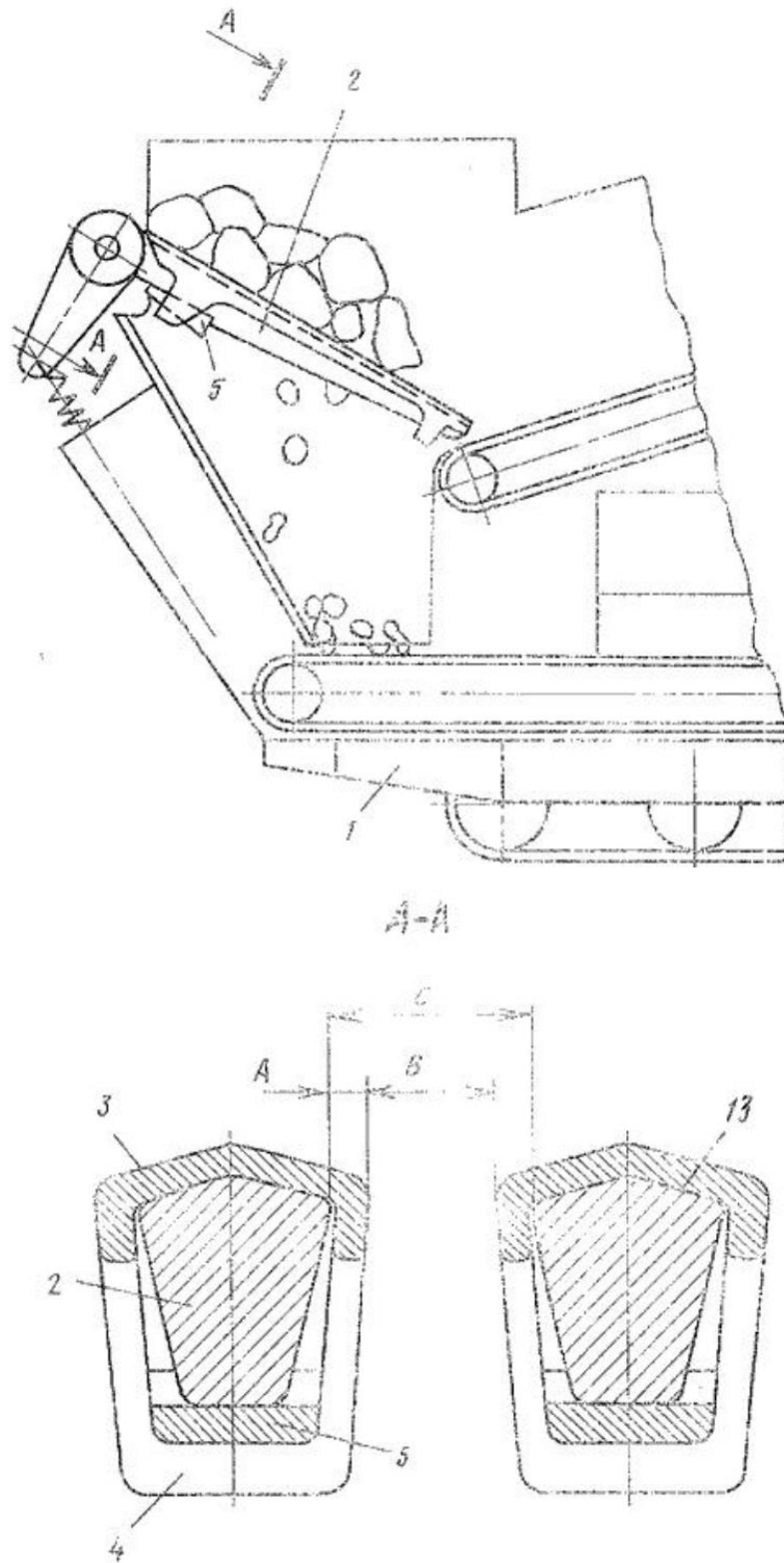


Рис 2.2 – До патенту [2]

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

Колосниковий гуркіт включає жорстко укріплені на рамі 1 колосники 2, робоча частина яких має знімний елемент 3, укріплений на колоснику за допомогою кронштейна 4 і кріпильних елементів, наприклад, клина 5. Регулювання величини щілини між колосниками здійснюється установкою на колосники 2 знімних елементів 3 А.

Застосування зазначеного колосникового грохоту дозволяє регулювати величину щілини між колосниками та отримати заданий розмір переробленої маси.

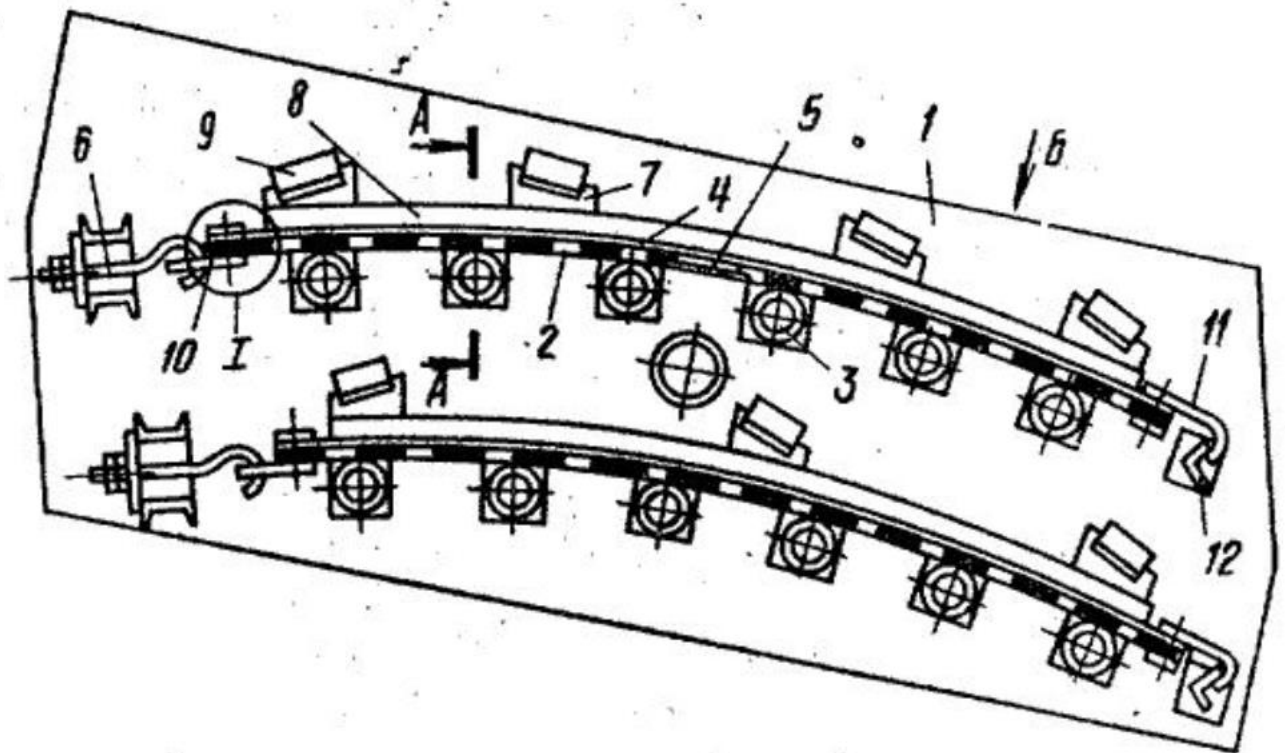
Мета винаходу [3] - підвищення продуктивності процесу грохочення шляхом збільшення живого перерізу поверхні, що просіває, а також надійності кріплення поверхні, що просіває.

Зазначена мета досягається тим, що у вібраційному гуркіті, що включає короб, віброзбудник, еластичну дугоподібну поверхню, що просіває, поперечні балки, розміщені під поверхнею, що просіває, пружні армуючі елементи, розташовані зверху і знизу поверхні, що просіває і скріплені по кінцях захопленнями, і натяжний пристрій, верхні пружні армуючі елементи зміщені щодо нижніх.

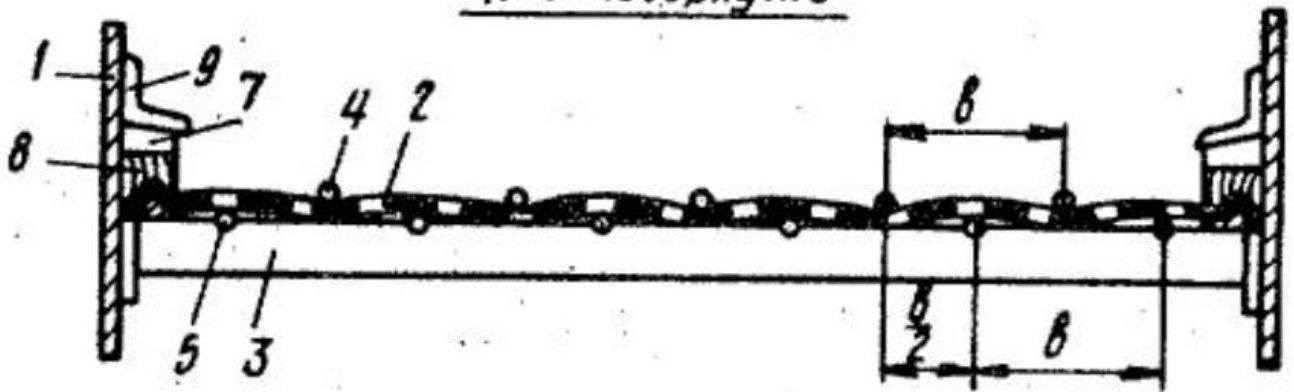
Вібраційний гуркіт включає короб 1, віброзбудник, дугоподібну еластичну просіюючу поверхню 2, поперечні балки 3, розміщені під поверхнею, що просіває, пружні армуючі елементи 4 і 5, розташовані зверху і знизу поверхні, що просіває, натяжне пристосування 6. Поверхня, що просіває, у боковин короба закріплена за допомогою клинів 7, брусів 8, підтисканих щодо упорних.

Пружні армуючі елементи і поверхня, що просіває, по кінцях закріплені захопленнями 10 і 11, взаємодіючими з одного боку з натяжним пристосуванням 6, а з іншого - з упором 12 крайніх поперечних балок. Верхні 4 і нижні 5 пружні армуючі елементи розташовані між собою з кроком  $b$ , крім того, верхні пружні армуючі елементи 4 зміщені щодо нижніх 5 на півкроку  $b/2$  між ними, що сприяє надійному утримуванню гумового сита з обох сторін.

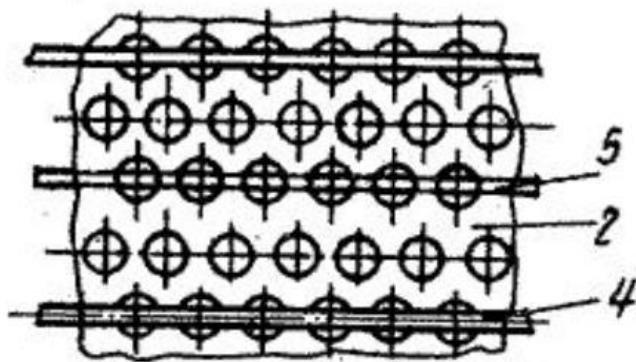
Ив. № подп.	Подп. и дата
Ив. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ив. № подп.	



A-A повернуто



Вид Б



I

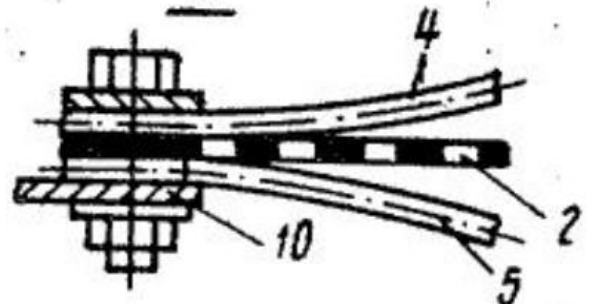


Рис 2.3 – До патенту [3]

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата		
Ине. № подл.				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

Вібраційний гуркіт працює в такий спосіб.

При коливанні короба 1 і поперечних балок 3 почнуть коливатися поверхня 2, що просіває, і пружні армуючі елементи 4 і 5 на ділянках між балками 3. Через різницю натягу гумового сита і пружних елементів вони коливаються з різною амплітудою і просіває поверхню при роботі само швидкість поділу матеріалу на класи.

У місцях контакту поверхні, що просіває з поперечними балками відбувається притискання до них поверхні, що просіває 2 верхніми пружними елементами 4 за рахунок складової сили, створюваної натяжним пристосуванням 6. Таке притискання поверхні, що просіває до поперечних балок дозволяє позбутися від безлічі кріпильних елементів.

Зміщення вгору пружних армуючих елементів щодо нижніх на півкроку між ними дозволяє підвищити продуктивність процесу грохочення.

Винахід [4] відноситься до техніки поділу сипких матеріалів за крупністю і може бути використане в гірничорудній, вугільній та інших галузях промисловості.

Метою винаходу є підвищення ефективності грохочення за рахунок рівномірного розподілу матеріалу площею сита. Поставлена мета досягається тим, що в гуркоті для поділу сипких матеріалів по крупності, що містить короб, усередині якого розташоване сито, що складається з двох з'єднаних між собою ділянок, встановлених під різними кутами до горизонталі, пристосування для завантаження та розвантаження матеріалів, ділянка сита з боку завантаження виконаний їх двох сполучених між собою по довжині сита поверхонь, при цьому кут сполучення поверхонь має змінну величину і становить з боку завантаження 160-170°, а в місці з'єднання ділянок - 180°.

Ине. № подп.	Подп. и дата			
Ине. № дубл.	Взам. инв. №			
Подп. и дата	Подп. и дата			
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

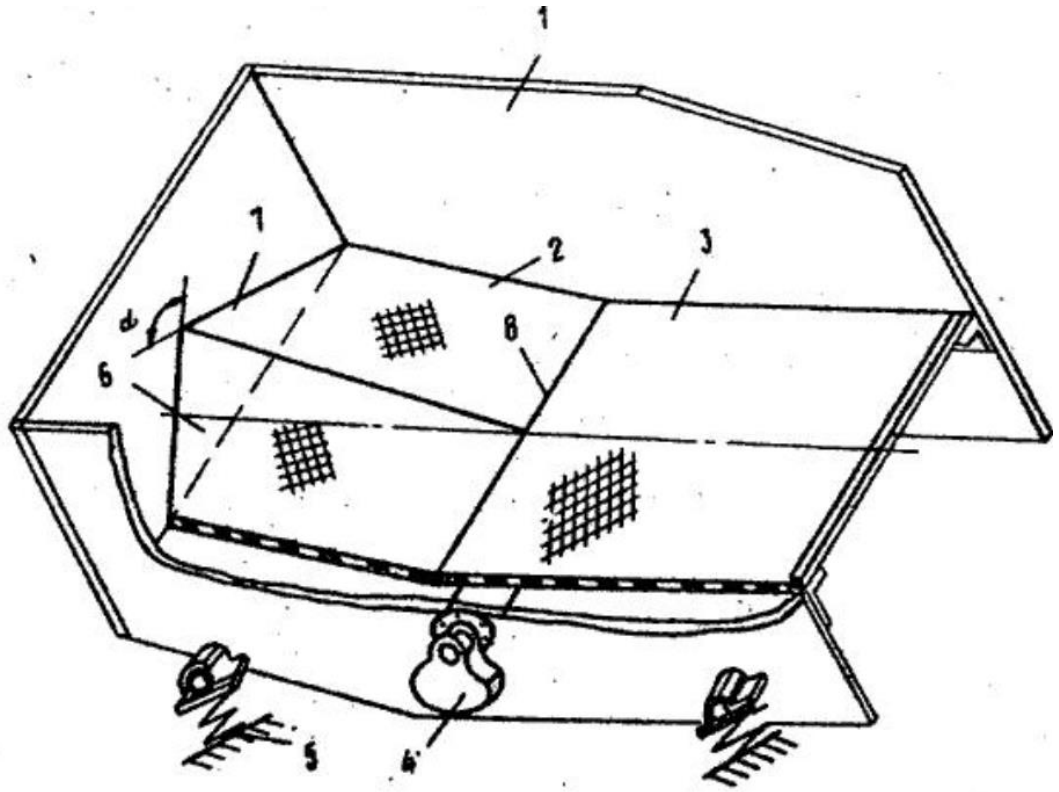


Рис 2.4 – До патенту [4]

Гуркіт включає короб 1, усередині якого розташоване сито, що складається з двох ділянок 2 і 3, встановлених під різними кутами до горизонталі, віброзбудник 4 і віброізолюючі опори 5.

Ділянка 2 сита з боку завантаження виконаний з двох сполучених між собою по довжині сита поверхонь 6 і 7, при цьому кут сполучення має змінну величину і становить з боку завантаження  $160-170^\circ$ , а в місці з'єднання 8 ділянок 2 і 3 -  $180^\circ$ .

Гуркіт працює наступним чином.

Матеріал, що підлягає поділу, надходить на ділянку 2 сита і внаслідок виконання його у вигляді двох поєднаних між собою поверхонь сполучення розподіляється по ширині сита. Кут пару поверхонь 6 і 7 з боку завантаження, рівний  $160-170^\circ$ , є оптимальним для забезпечення досить швидкого розподілу матеріалу по ширині гуркоту. Зміна кута сполучення поверхонь у місці з'єднання ділянок 2 і 3 сита запобігає накопиченню матеріалу у боковин короба.

Таким чином, конструкція пропонованого гуркоту дозволяє забезпечити підвищення ефективності та продуктивності грохочення за рахунок рівномірного

Попл. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Попл. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----



розподілу матеріалу, що просівається по ширині сита і раціонального використання всієї площі сита.

Винахід [5] відноситься до пристроїв для поділу сипучих матеріалів крупно за допомогою газових або повітряних потоків.

Мета винаходу - підвищення ефективності поділу матеріалу.

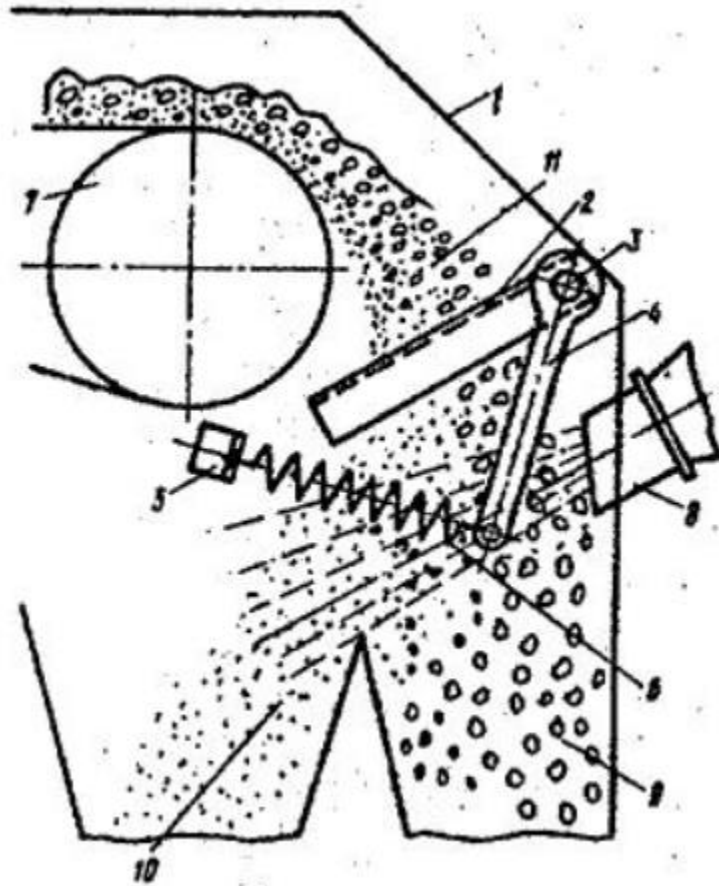


Рис 2.5 – До патенту [5]

Пристрій включає течку 1 з двома бічними стінками, пластини 2, що мають в поперечнику V-подібний переріз, вісь 3, важіль 4, 5 упор, пружину 6. На кресленнях показані також розвантажувальний барабан 7 живильника-стрічкового конвеєра, сопло 8 вентилятора, приймач воронки 9 і 10, вихідний матеріал 11 до розпушування повітряні порожнини 12 під пластинами 2, вільні від матеріалу, окремі шари 13, що утворюються після проходження матеріалом зазначених пластин.

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подп.		
Подп. и дата		
Ине. № подп.		

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Пластини 2 розташовані зустрічно потоку матеріалу і встановлені консольно загальної поворотної осі 3.

Вісь 3 проходить крізь бічні стінки тічки 1 перед розвантажувальним барабаном. На кінці осі 3, що виходить з тічки 1 назовні, укріплений консольно важіль 4. Вільний кінець важеля 4 підвішений на пружині 6, прикріпленої до упору 5 на бічній стінці 1 течки. Пружина 6 розташована вздовж стінки течки. Завдяки пружині 6 пластини 2 пружні і мають можливість повертатися у вертикальній площині.

Пристрій працює в такий спосіб.

При падінні великих шматків матеріалу, розмір яких перевищує відстань між піастрами 2 ці шматки під дією своєї ваги скочуються до кінця пластин 2 і відхиляють їх вниз. Через утворюється між барабаном 7 і пластинами 2 щілину шматки проходять у тічку 1 .

Прохідний через пластини 2 сипкий матеріал 11 утворює тонкі шари 13. Ці шари ділять зустрічний потік повітря, що виходить із сопла 8 на окремі струмені. Цими струменями пил через щілини (порожнини) 12 видувається в приймальну лійку 10. Великі та важкі частинки матеріалу збираються у лійку 9.

Винахід [6] відноситься до поділу твердих частинок крупності зерен, зокрема до пристроїв для сепарації зернових сумішей.

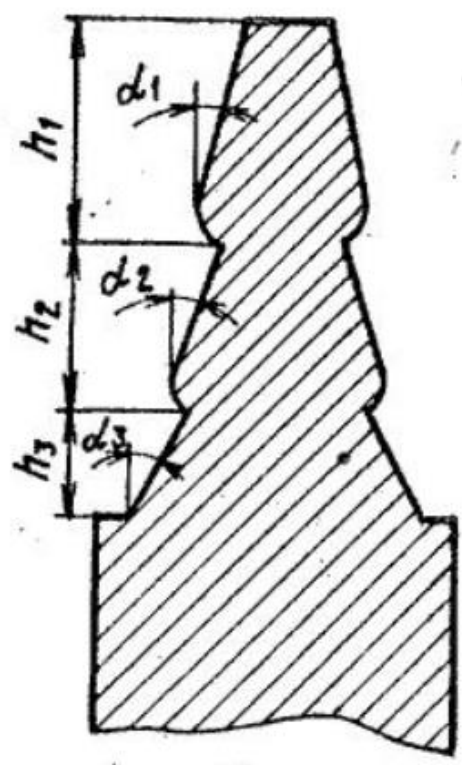
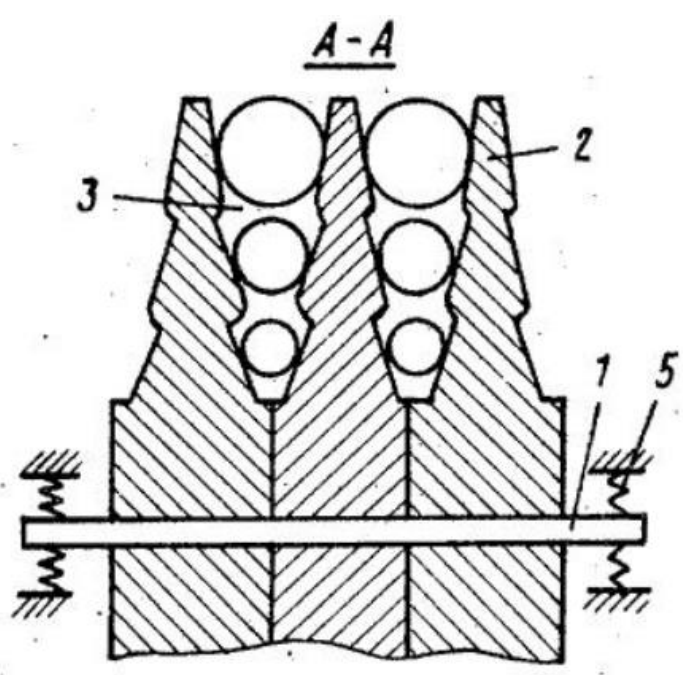
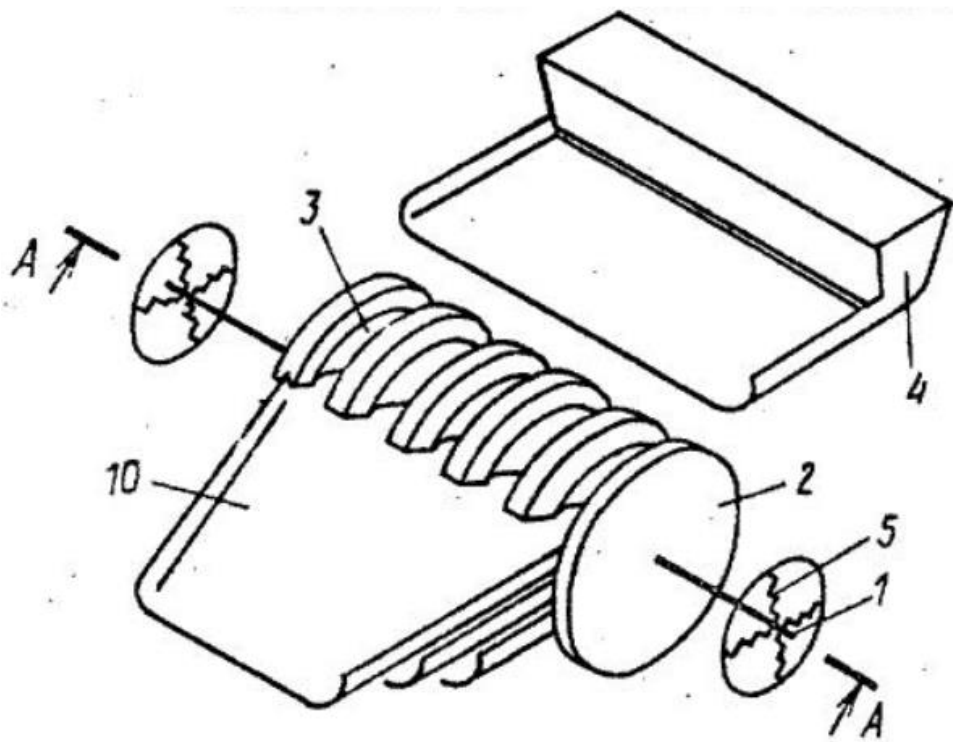
Метою винаходу є підвищення якості поділу.

Пристрій для класифікації зернистих матеріалів включає закріплені на горизонтальному валу 1 ступінчасті в радіальній площині диски 2, що утворюють між собою кільцеві щілини 3, що звужуються до осі валу 1,

Над дисками 2 встановлений завантажувальний бункер 4. На протилежних кінцях валу 1 встановлені віброзбудники 5, що регулюються за частотою та амплітудою вібрацій. Віброзбудники 5 включають зовнішній кульковий 6 і внутрішній підшипники 7, які встановлені на валу 1. Внутрішні кільця підшипників з'єднані між собою за допомогою пружин 8, встановлених радіально. З двох кінців валу 1 встановлені дебалансні вантажі 9.

Ине. № подп.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № подп.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----



Инв. № подл.	Подп. и дата			
Инв. № дубл.	Взам. инв. №			
Инв. № подл.	Подп. и дата			
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ

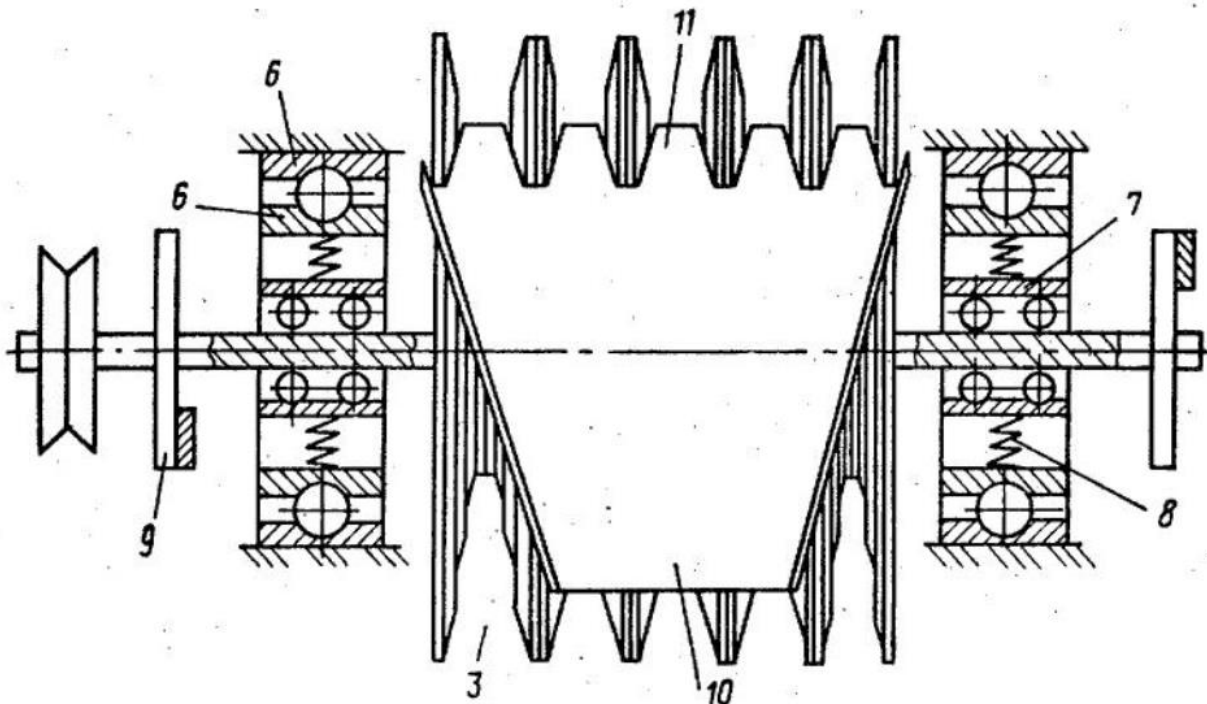


Рис 2.6 – До патенту [6]

Для відбору розділених фракцій паралельно один одному встановлені відвідні лотки 10 з приймальними пальцями 11, введеними в щаблі кільцевих щілин 3. Висота кожної наступної від осі валу 1 ступеня більше висоти попереднього ступеня  $\gamma$ , а кут між кожною наступною від осі площиною, перпендикулярною до осі валу менше попереднього.

Пристрій працює в такий спосіб.

З завантажувального бункера 4 сипкий матеріал, наприклад зерно, надходить на диски 2, що обертаються на валу 1. Частинки потрапляють у щілини 3 між дисками і розміщуються в них відповідно до свого розміру: дрібні внизу, великі вгорі. Вібробудники 5 наводять диски через 2 вал 1 в коливальний рух, що підвищує заповнюваність щілин 3.

Через приймальні пальці 11 відвідні лотки 10 частинки надходять розділені за розмірами. Виконання щілин 3 ступінчасто, що звужуються, в напрямку до осі валу 1 збільшує чіткість їх заповнення частинками відповідних розмірів. Збільшення висоти сходів та збільшення кутів між бічними стінками сходів і горизонтальною площиною, перпендикулярною до осі валу, в напрямку від осі валу ! до периферії дозволяє розподілити частинки по висоті щілин 3, усунувши їх

Поп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Поп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

зіткнення один з одним, а отже, і підвищити рівномірність заповнення щілин з гранулометричного складу вихідної зернової суміші від ступеня відмінності частинок за розмірами. Причому при поділі частинок, які сильно розрізняються за розмірами, зміна висоти сходів і кутів можуть бути незначними, а коли частинки слабо різняться за розмірами зміни повинні бути більшими.

Використання пристрою класифікатора зернистих матеріалів для поділу насіння зернобобового (горох, соя) та насіння буряків дозволяє підвищити повноту виділення дрібних домішок на 10%, знизити втрати від травмування насіння порівняно з їх сепарацією на ґратах. Збільшується можливість застосування пристрою розділення різних зернових сумішей без заміни дисків інші, тобто. пристрій є більш універсальним.

Винахід [7] відноситься до гірничої техніки, зокрема до вібраційних колосникових гуркотів, що застосовуються для класифікації по різних різних матеріалів, і може бути використане в гірничодобувних галузях промисловості.

Метою винаходу є підвищення ефективності поділу вологого крупнокускового продукту та зниження динамічних навантажень. Зазначена мета досягається за рахунок колосникового гуркоту, що включає похило сито, виконане у вигляді жорстко закріплених на поперечних зв'язок-балках короба колосникових опор з еластичними колосниками.

Еластичні гумові колосники, встановлені своїми завзятими потовщеннями з попереднім натягом у пазах поздовжніх колосникових опор короба, мають в зоні розтягування дугоподібно вигнуту робочу поверхню з опуклими поздовжніми опорними кромками, максимальний радіус величини вигину яких у крайньому верхньому положенні відносно верхньої площини поздовжньої колосникової опори не перевищує глибини паза поздовжньої колосникової опори.

Грохот має еластичні колосники, встановлені своїми кінцевими упорними потовщеннями з попереднім натягом у пазах поздовжніх колосникових опор і такими, що здійснюють спрямовані переміщення, при великих питомих навантаженнях обмежені за своєю вертикальною амплітудою, дозволить підвищити ефективність процесу гуркотіння за рахунок усунення залипання матеріалу у колосникових щілинах. Це пов'язано з тим, що надходить на сито

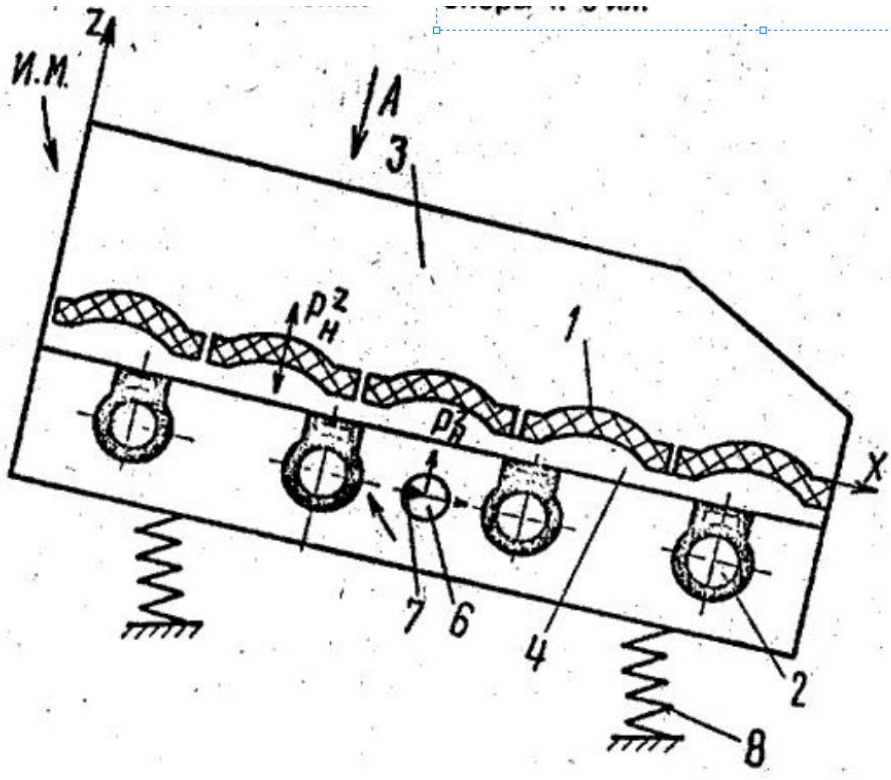
Ив. № дубл.	Ив. № инв. №	Подп. и дата
Ив. № подл.	Подп. и дата	Ив. № подл.
Ли	Изм.	№ докум.

вихідний матеріал і переміщається по ньому, зустрічається не з плоскою поверхнею колосників, жорстко закріплених на поперечних балках короба, а з строго спрямованими переміщення щодо місця установки в опорі еластичними колосниками з амплітудою коливань, що перевищує амплітуду коливань. Шматки класифікованого матеріалу, що потрапляють на дугоподібно вигнуту поверхню еластичних колосників, що коливаються і контактують з нею, здійснюють стрибкоподібний рух, не даючи можливості зернам граничної крупності забивати колосникові щілини сита, покращуючи умови проходження крізь них частинок в подрешетний продукт.

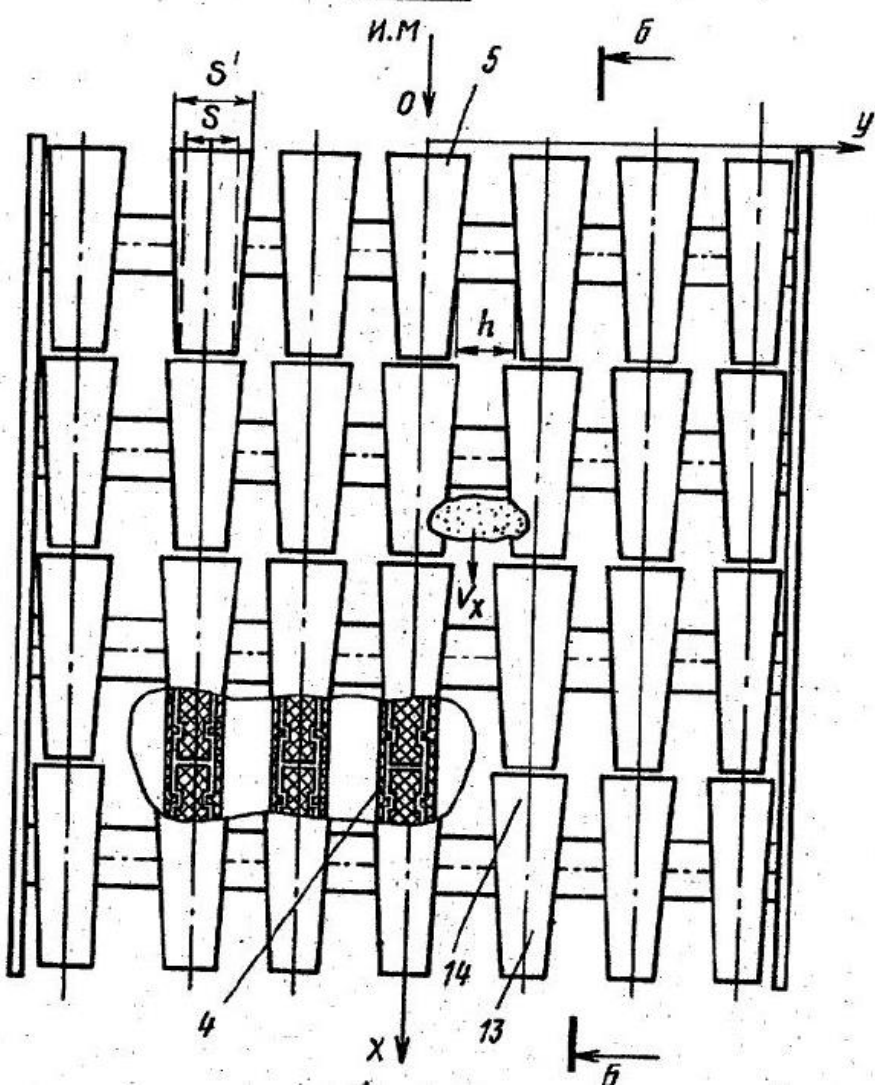
Крім того, при ударних навантаженнях, що виникають від падаючих з великою швидкістю шматків гірничої маси, прогин робочої поверхні еластичного колосника в зоні розтягування обмежений опуклими опорними кромками, що виключають можливість здійснення колосниками поворотних згинальних коливань в пазах поздовжніх опор короба.

При попаданні негабаритних шматків на сито та деформації ділянок робочої поверхні еластичних колосників відбувається змикання опорних кромки з верхньою площиною поздовжньої колосникової опори. Шматки надрешітного продукту при стрибкоподібному русі по ситі, ударяючись об робочу поверхню колосників, викликають демпфування енергії ударів. Дугоподібно вигнута робоча поверхня колосників виконує роль амортизаторів та забезпечує зниження впливу ударних навантажень на робочий орган гуркоту. Таким чином, використання цього винаходу порівняно з відомими, що працюють в аналогічних умовах, дозволяє підвищити надійність його роботи при значних ударних навантаженнях.

Ине. № подп.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Ине. № дубл.	Подп. и дата
	Ине. № дубл.
Ине. № подп.	Подп. и дата
	Ине. № подп.



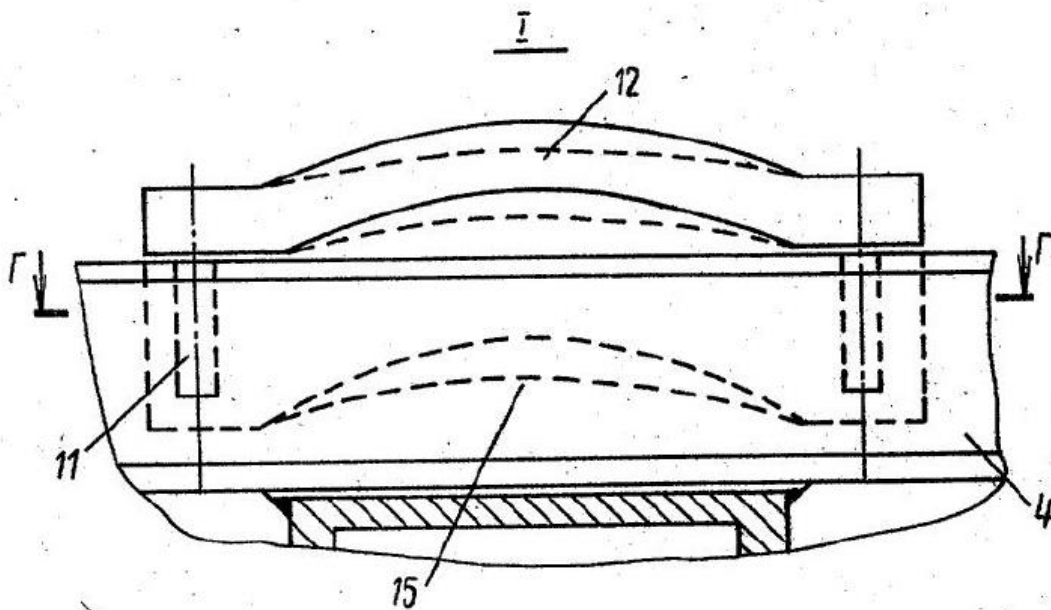
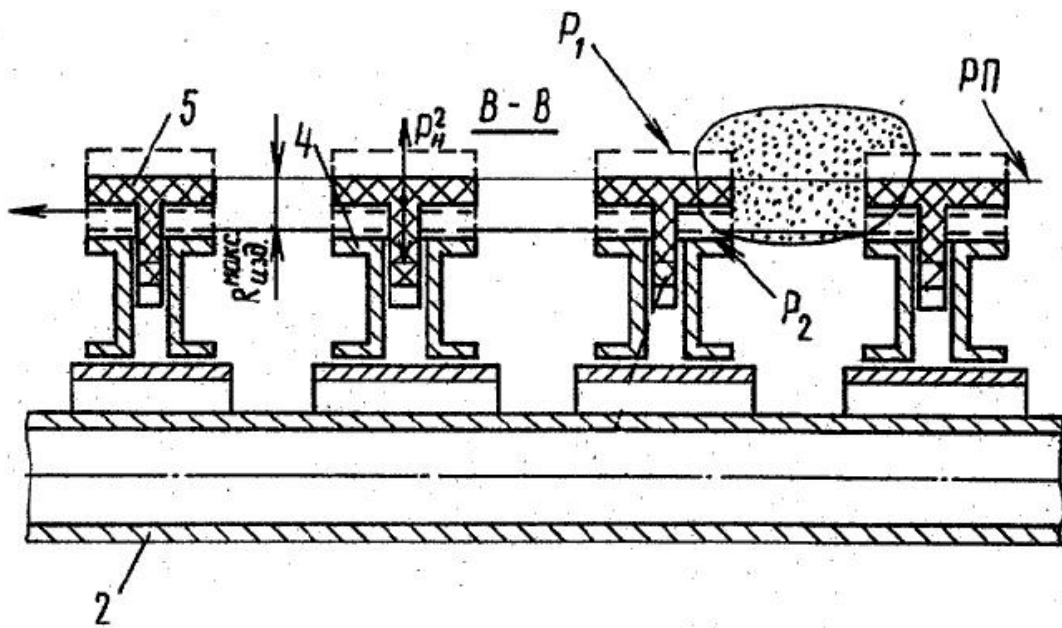
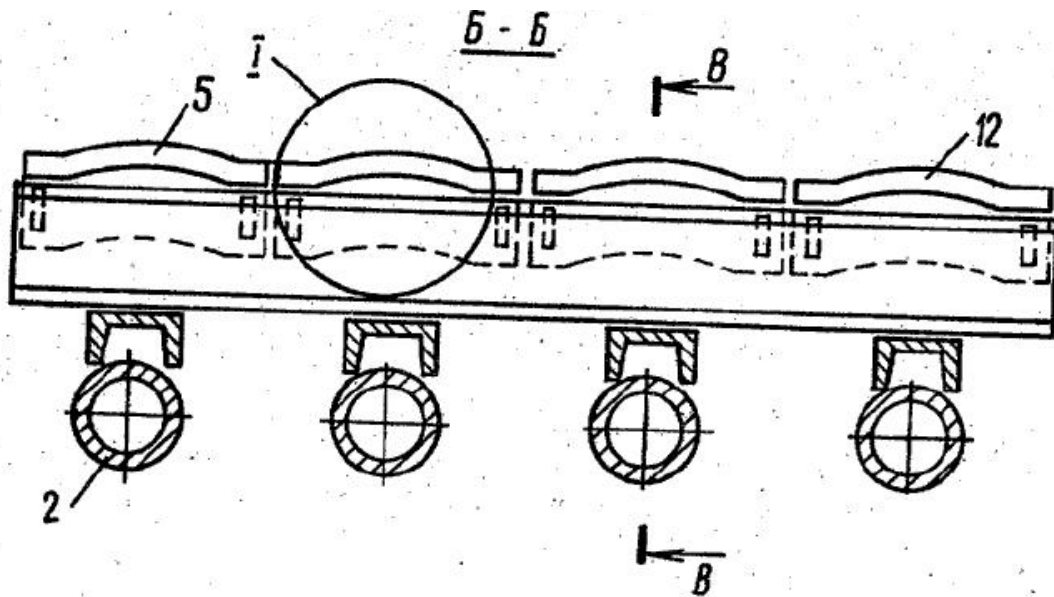
Вид А



И.М. № подл.	Подп. и дата
И.М. № дубл.	Взам. инв. №
И.М. № инв.	Подп. и дата
И.М. № инв.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ



Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ



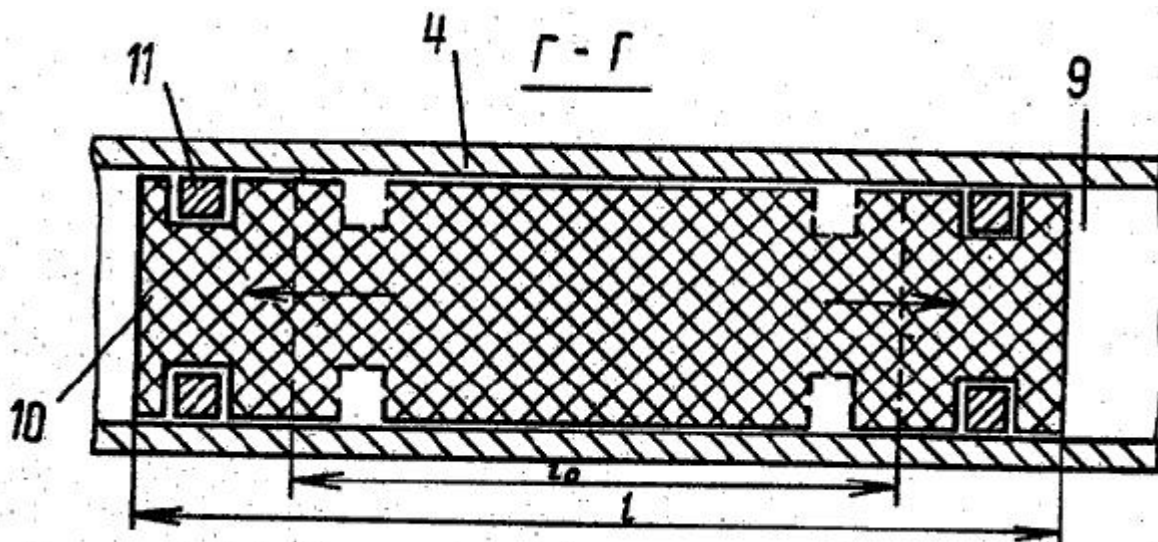


Рис 2.7 – До патенту [7]

Колосниковий грохот утримує похило сито 1, виконане у вигляді закріплених на поперечних зв'язок-балках, коробка 3 поздовжніх колосникових опор з еластичними колосниками 5. Короб 3 гуркоту забезпечений віброзбудником 6 з врівноваженою масою (дебалансом) 7.

Похиле сито грохоту містить 1 набір колосників 5, виконаних з еластичного матеріалу, орієнтованих уздовж поздовжньої осі OX коробка 3 грохоту і встановлених в пазах 9 поздовжніх колісникових опор 4 з можливістю коливань в площині XOZ.

Еластичні колосники 5 виконані у вигляді дугоподібно вигнутих еластичних елементів, що мають у зоні розтягування Т-подібний поперечний переріз. При монтажі колосникового сита еластичні колосники 5 з початковою довжиною 10 розтягують до величини  $l$  і наполегливими кінцевими потовщеннями 10 з попереднім натягом закріплюють в пазах 9 поздовжніх опор 4 між елементами 11 кріплення. Дугоподібно вигнута робоча поверхня колосників 5 виконана з опуклими поздовжніми опорними кромками 12, ширина  $B$  яких збільшується в напрямку від розвантажувального до 14 завантажувальних кінців колосників до ширини  $S'$ . Розмір розвантажувальних і завантажувальних частин колосників визначає розміри щілини сита гуркоту.

Максимальне значення радіуса величини вигину опуклих поздовжніх

Ине. № дубл.	Ине. № инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № подл.
Ли	Изм.	№ докум.
Подп.	Дат	

опорних кромок 12 робочої поверхні колосників вибирається з умов глибини установки в пази 9 поздовжньої колосникової опори кінцевих упорних потовщень 10. що дає можливість виключити вихід нижньої колосникової кромки 15 з пазів 9 опор колосників 4.

Гуркіт працює наступним чином. Під впливом вимушальної сили віброзбудника 6 короб 3 жорстко пов'язані з ними поздовжні колосникові опори 4 переміщуються за заданим гармонічним законом

$$y = ax \sin w t$$

де  $ax$  - амплітуда;  $w$  - частота коливань;  $t$  - час коливань.

В результаті коливань поздовжніх колосникових опор встановлені в їх пазах 5 з попереднім натягом еластичні колосники 5 здійснюють спрямовані коливання між крайніми положеннями P1 і P2 щодо поздовжніх опор 4. При цьому форма коливань (максимальне відхилення положення рівноваги) має вигляд синусоїди. Амплітуда коливань еластичних колосників внаслідок їх еластичності більше, ніж амплітуди коливань колосникових опор, причому повна максимальна амплітуда еластичних колосників у їхньому середньому перерізі  $A_{\text{макс}} = a_{\text{макс}}^{\text{опор}} + a_{\text{макс}}^{\text{колосн}}$ . де  $a_{\text{макс}}^{\text{колосн}}$  - максимальна амплітуда коливань, не менш ніж у 2 рази перевищує амплітуду коливань колосникових опор короба  $a_{\text{макс}}^{\text{опор}}$ .

Вихідний матеріал надходить на робочу поверхню колосникового гуркоту, що здійснює спрямовані згинальні коливання в пазах колосникових опор і переміщається по ній зі швидкістю  $v(x)$ . Шматки подрешетного продукту, транспортуючись поверхнею колосників, проходять крізь щілини з-поміж них. Шматки надрешітного продукту, що залишаються на дугоподібно вигнутій робочій поверхні, що володіє великою згинальної жорсткістю, здійснюють стрибкоподібні рухи з різними траєкторіями, інтенсивно перемішуючи шар матеріалу, що рухається до розвантажувальної колосникової сита по всій його висоті. Крім того, при надходженні на робочу поверхню колосникового гуркоту шматків гірської маси, що падають на неї з великою швидкістю. виникають значні ударні навантаження, що деформують колосники. Однак завдяки виконанню в зоні розтягування дугоподібно вигнутої робочої поверхні Т-подібного перерізу з поздовжніми опорними кромками відбувається змикання останніх з верхньою

Ив. № подп.	Подп. и дата
Ив. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Ив. № дубл.
Ив. № подп.	Подп. и дата

площиною поздовжніх колосникових опор.

При попаданні на дугоподібно зігнуту частину колосника великих шматків класифікованого матеріалу, що знаходиться в зоні розтягування, остання працює як демпфер, знижуючи вплив ударних навантажень на робочий орган гуркоту. Крім того, деформація поздовжніх колосникових опор знижується, що посилює позитивні властивості конструкції. . Постачання грохоту встановленими з попереднім натягом у пазах поздовжніх колосникових опор еластичними колосниками, що мають у зоні розтягування дугоподібно вигнуту робочу поверхню з опуклими поздовжніми опорними кромками, максимальний радіус величини вигину яких у крайньому верхньому положенні щодо верхньої площини поздовжніх колосникових опор не перевищує глибини паза поздовжньої колосникової опори, дозволить підвищити ефективність поділу вологого крупнокускового продукту за рахунок усунення, дозволить підвищити ефективність поділу вологого крупнокускового продукту за рахунок усунення залипання колосникових щілин сита зернами граничної крупності. Крім того, дугоподібно вигнута поверхня колосників, що здійснює спрямовані переміщення, працює як демпфер при надходженні на їхню робочу поверхню великих шматків гірничої маси, підвищуючи надійність роботи колосникового сита.

Технічними перевагами запропонованого колосникового гуркоту порівняно з відомим є:

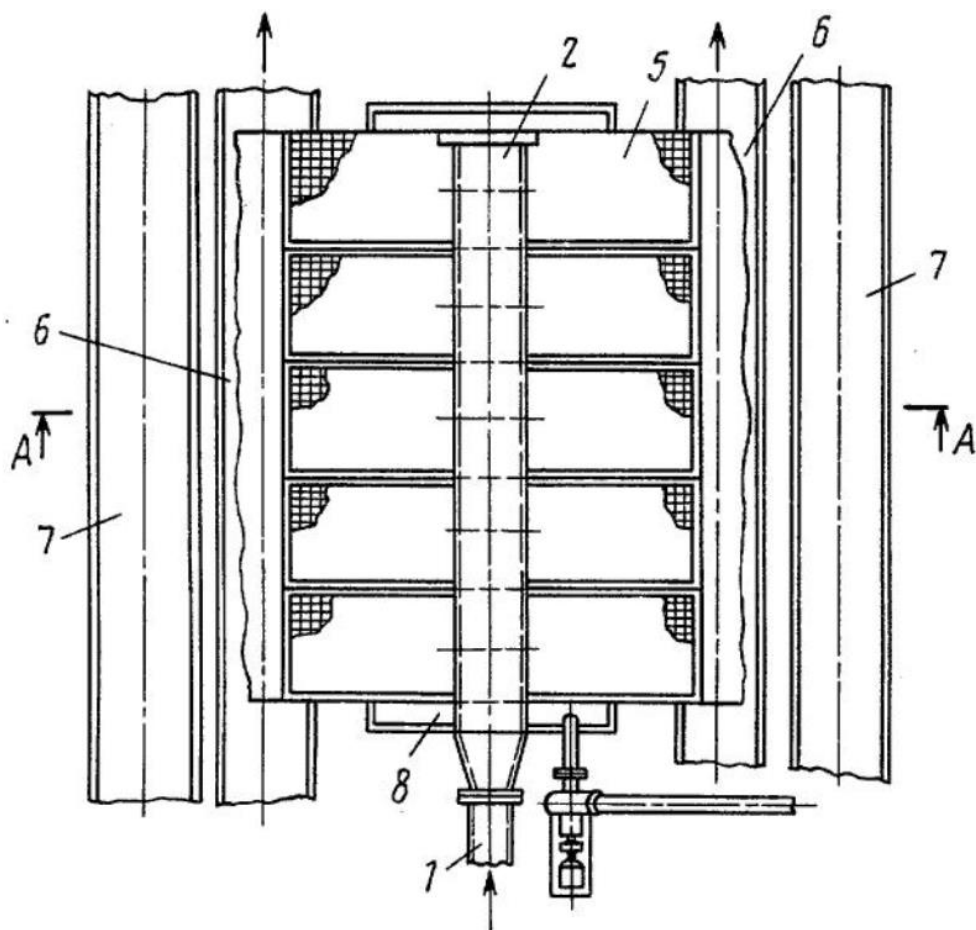
- підвищення ефективності грохочення за рахунок запобігання забиванню колосникових щілин сита гуркоту, обумовленого інтенсивною сегрегацією і перемішуванням великокускового надрішкетного продукту еластичними колосниками, що коливаються, з дугоподібно вигнутою робочою поверхнею;
- зниження ударних навантажень на поздовжні колосникові опори за рахунок де-1 мпфування дугоподібно вигнутих частин еластичних колосників по всій площі колосникового сита.

Таким чином, використання пропонованого винаходу дозволить суттєво, не менш ніж у 2 рази знизити залипання і забиваність щілин колосникового сита гуркоту і цим підвищити ефективність поділу вологого крупнокускового продукту.

Инь. № подл.	Подп. и дата	Инь. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	КНУ.РБ.133.24.14Зс.02 ПЗ

Винахід [8] відноситься до промисловості нерудних матеріалів, зокрема гідромеханізованих підприємств для прийому і поділу по фракціях піщано-гравійної суміші.

Мета винаходу - покращення якості поділу пульпи на фракції.



Ине. № подп.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

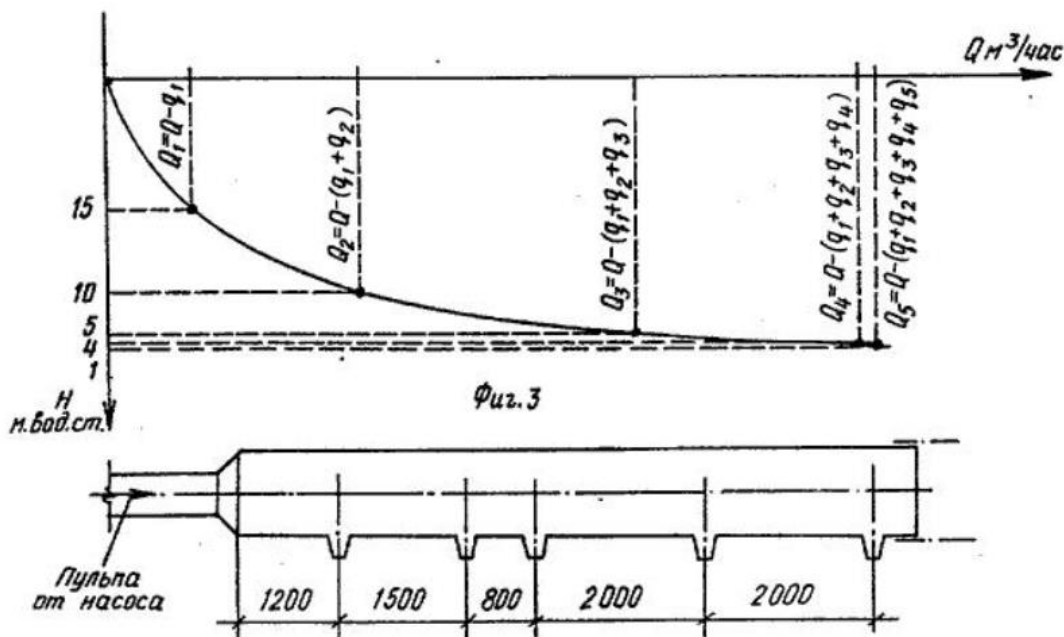
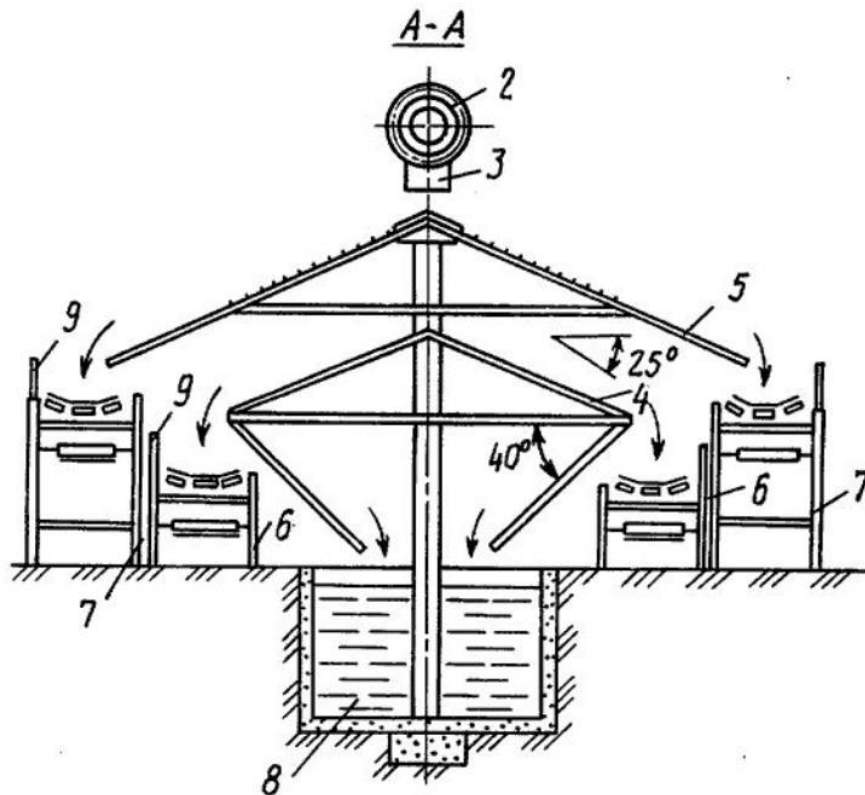


Рис 2.8 – До патенту [8]

Пристрій містить пристосування для завантаження у вигляді подавальної 1 і розподільної труб 2, остання з яких має пристосовані до неї під днище перпендикулярно її осі патрубки 3. Під патрубками 3 розподільної труби 2 розташовані один над іншим колосникові решітки 4 і 5, виконані у вигляді двох. Нижче зливу решіт 4 і 5 встановлені стрічкові конвеєри 6 і 7, а під нижнім решетом

Попл. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

4 розміщений водозбірний колодязь 8. Збоку стрічок конвеєрів 6 і 7 встановлені органічні лотки 9.

Внутрішній діаметр подаючої труби 1 менше внутрішнього діаметра розподільної труби 2 в 2-2,4 рази.

Діаметри вихідних отворів патрубків 3 розподільної труби 2 послідовно збільшуються у напрямку руху пульпи. Діаметр вихідного отвору першого патрубка приймається з умови нормальної роботи системи, крім її затоки. Пристрій працює в такий спосіб.

Від земснаряду пульпа по напірній подавальній трубі 1 надходить у розподільну трубу 2 і через патрубки 8 на верхній ряд колосникових решіт 5. Великі фракції гравію скочуються на стрічковий конвеєр 7. Виділення дрібніших фракцій гравію відбувається на нижньому ряду колос 4, потрапляють на стрічковий конвеєр 6

Пісок з водою надходить у водоскидний колодязь 8, що дозволяє самопливом скинути зайву воду, що забезпечує подачу піщаної пульпи для подальшого збагачення більш високої концентрації.

Виконання внутрішнього діаметра подавальної труби 1 менше внутрішнього діаметра розподільної труби в 2-2,4 рази забезпечує нормальний ритм роботи пристрою і якість продуктів поділу, оскільки виключається розкид пульпи по поверхнях, що просівають, решіт і можливий переліт негабариту (наприклад, гравію) в подрешетний продукт. Крім того, виключається осідання великих частинок пульпи, що запобігає забиванню вихідних отворів патрубків розподільної труби та зупинку процесу.

Послідовне збільшення діаметрів вихідних отворів патрубків 3 розподільної труби забезпечує 2 повний розбір вихідної пульпи при поступовому падінні напору.

Найцікавішими є рішення, наведені у патентах [1, 2, 5].

Винахід [5] передбачає додатковий вплив на потік матеріалу струменя повітря. Це з одного боку інтенсифікує виділення пиловидної фракції з потоку, а з іншої може призводити до надлишкового пилоутворення. До того ж потребує додаткового джерела стисненого повітря.

Винаходи [1,2] не мають такого недоліку.

Ине. № подп.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Ине. № подп.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ	Лист
						38

Також слід зазначити, що в усіх означених винаходах колосники грохотів підпружинені, що дає їм змогу гойдатися та частково демпфувати удари надвеликих шматків, а також знизити ймовірність застрягання шматків породи між колосниками.

### 2.3. Пропозиція щодо удосконалення конструкції машини або вузла

Таким чином, в результаті аналізу недоліків базової розвантажувальної станції стрічкового конвеєру, пропонується обладнати додатковим сортувальним обладнанням у вигляді колосникового грохота, як показано у [1]

Це забезпечить підвищення продуктивності роботи конусних дробарок через виділення дрібних класів, що не буду надто перевантажувати простір дроблення дробарок.

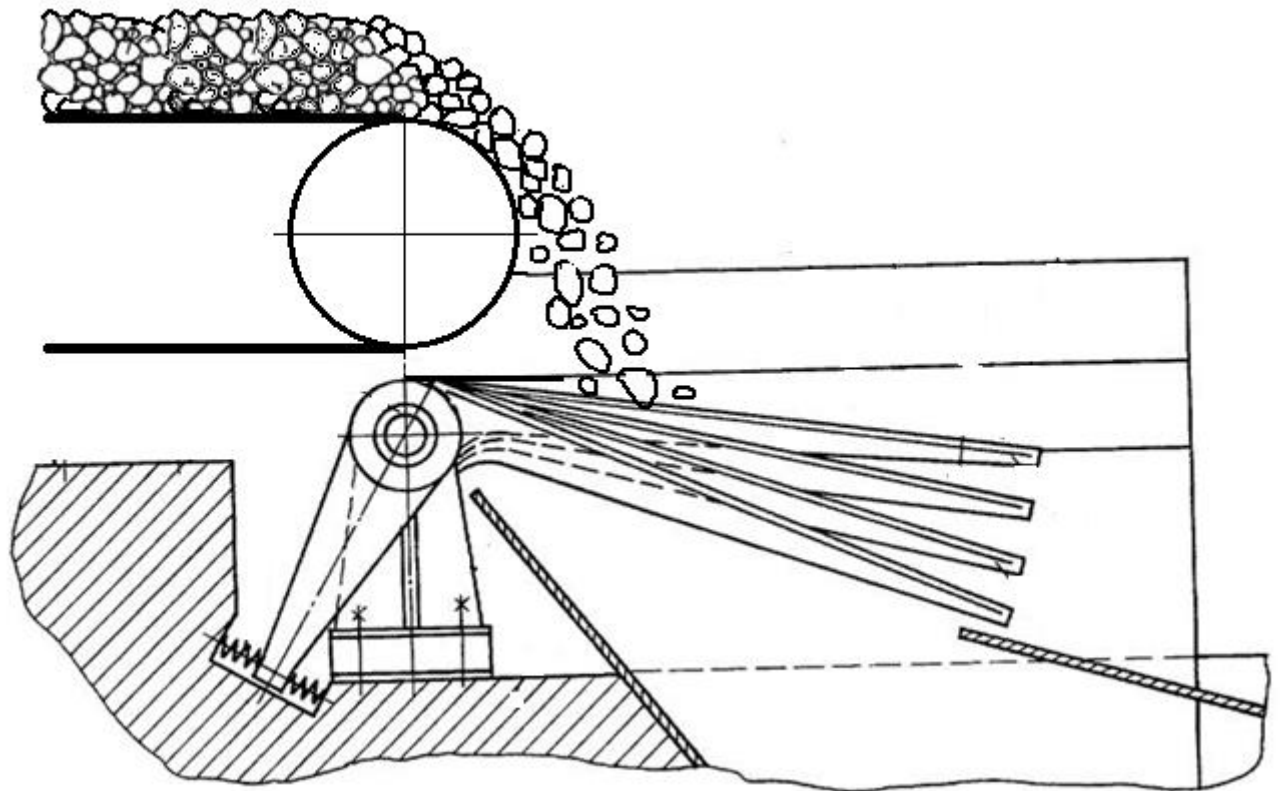
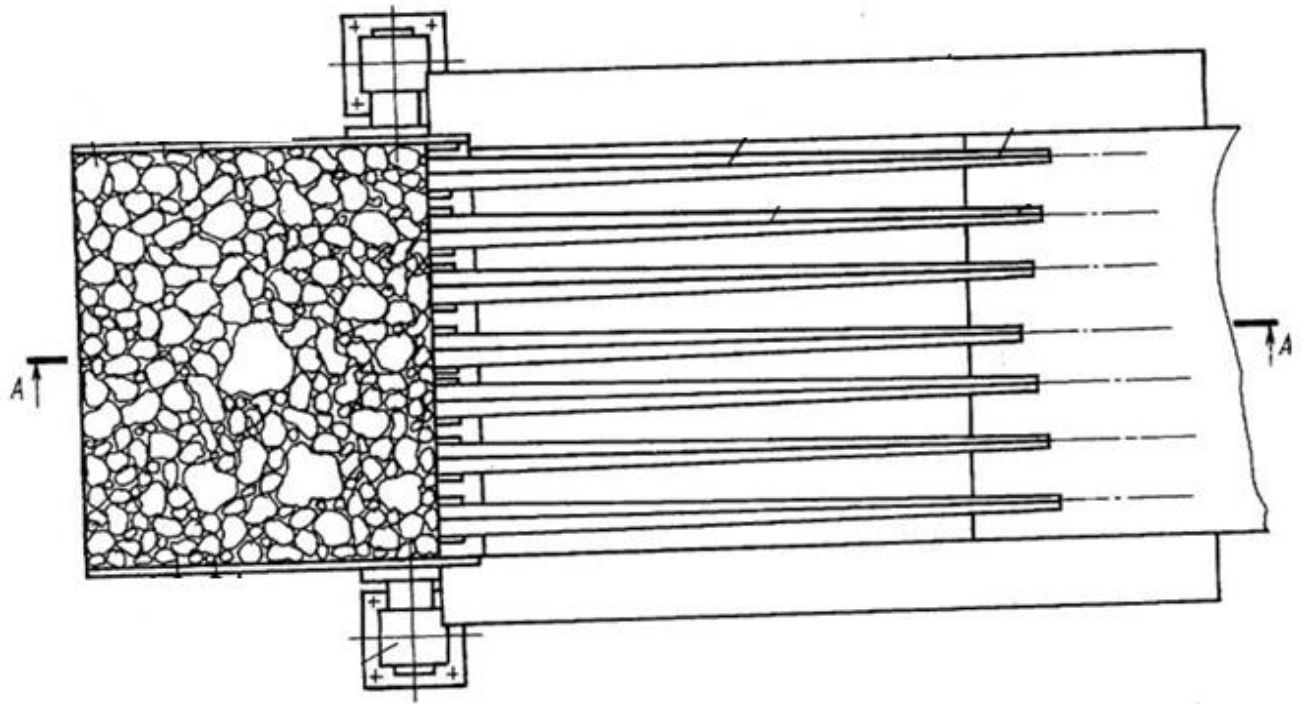
### 2.4. Опис удосконаленої конструкції машина або вузла

Пропонується конструкція колосникового грохоту, розроблена у [1]

Пропонований конвеєрний колосниковий грохот має рухому підпружинені колосники, до того ж гребені цих колосників у поперечному перерізі встановлені по криволінійній поверхні з радіусом кривизни, що змінюється у бік розвантажувальних кінців колосників. Усе це дозволяє підвищити ефективність відсіювання подрешеточного продукту

Ине. № подп.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ	Лист 39



Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.
			Дат

КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ



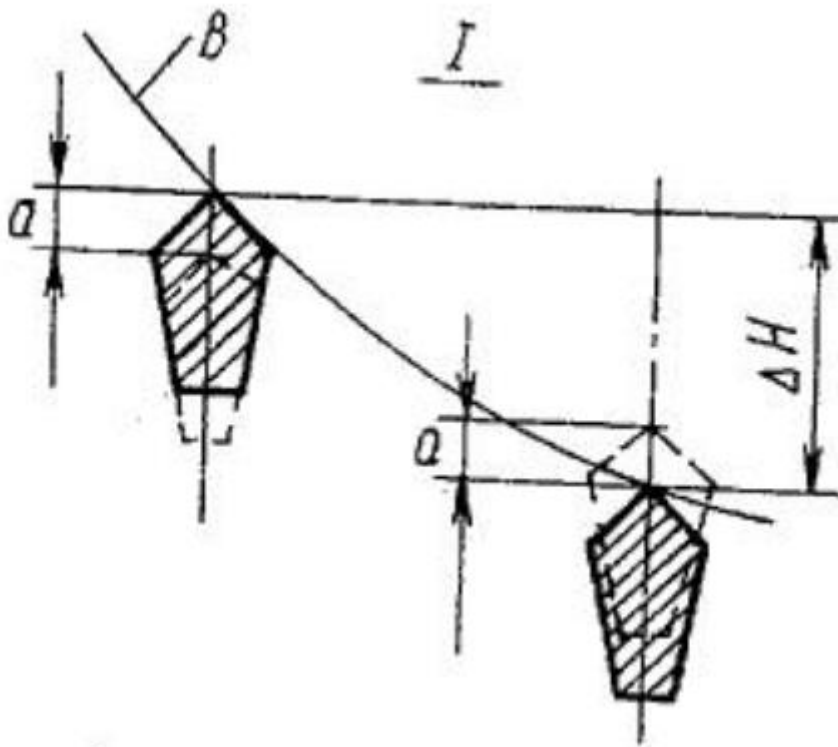
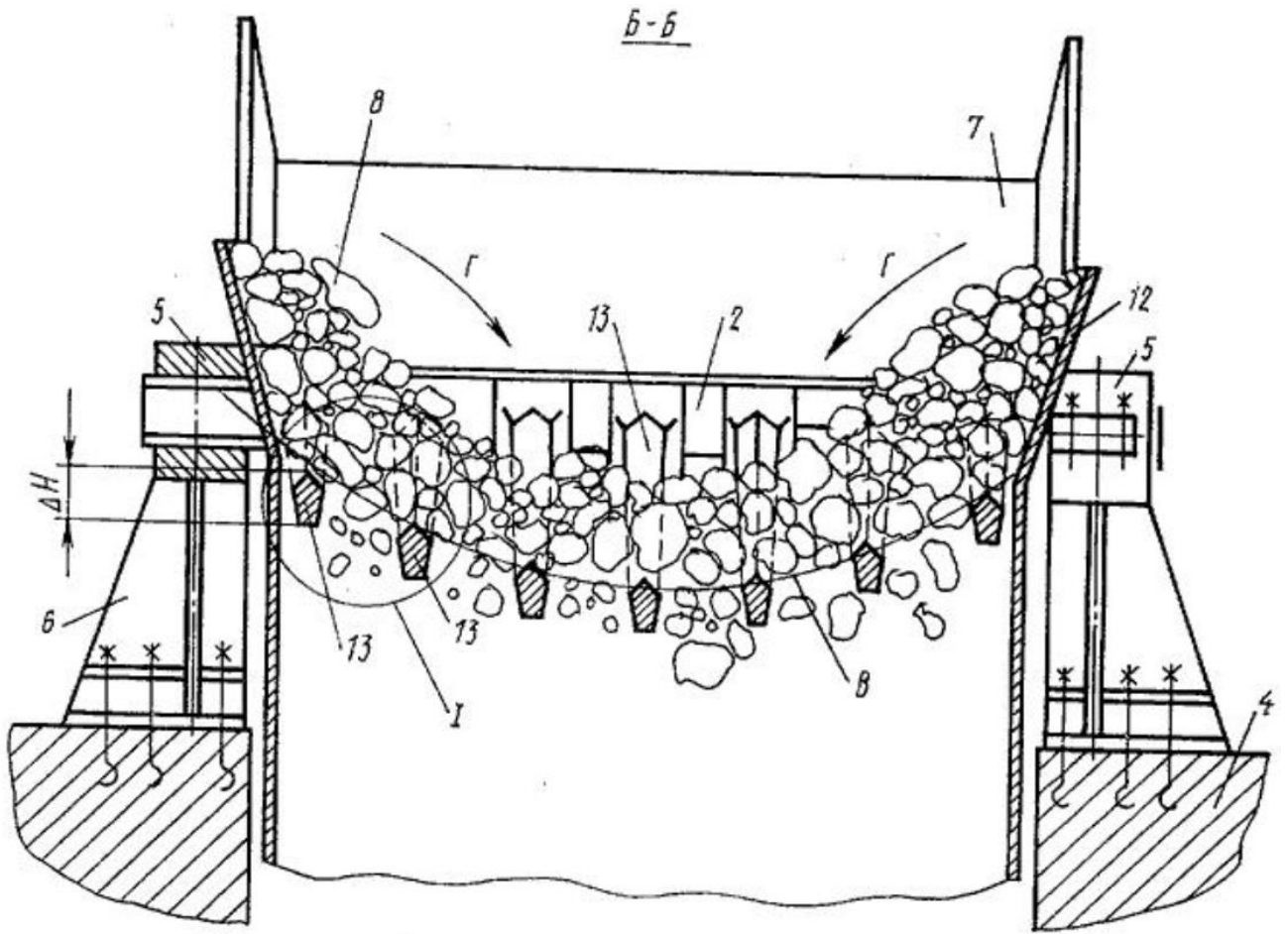


Рис 2.9 – Пропонований колосниковий грохот

Ине. № подп.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № подп.	Подп. и дата
Ине. № подп.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ

### 3 РОЗРАХУНОК УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ КОНВЕЄРНОГО КЛАСИФІКАТОРА

#### 3.1. Побудова методики розрахунку параметрів амортизаційних пружин пропонуваного конвеєрного колосникового грохота

Проведемо розрахунок зусиль, що діють на колосники грохота з метою визначення необхідної жорсткості пружин (рис 3.1).

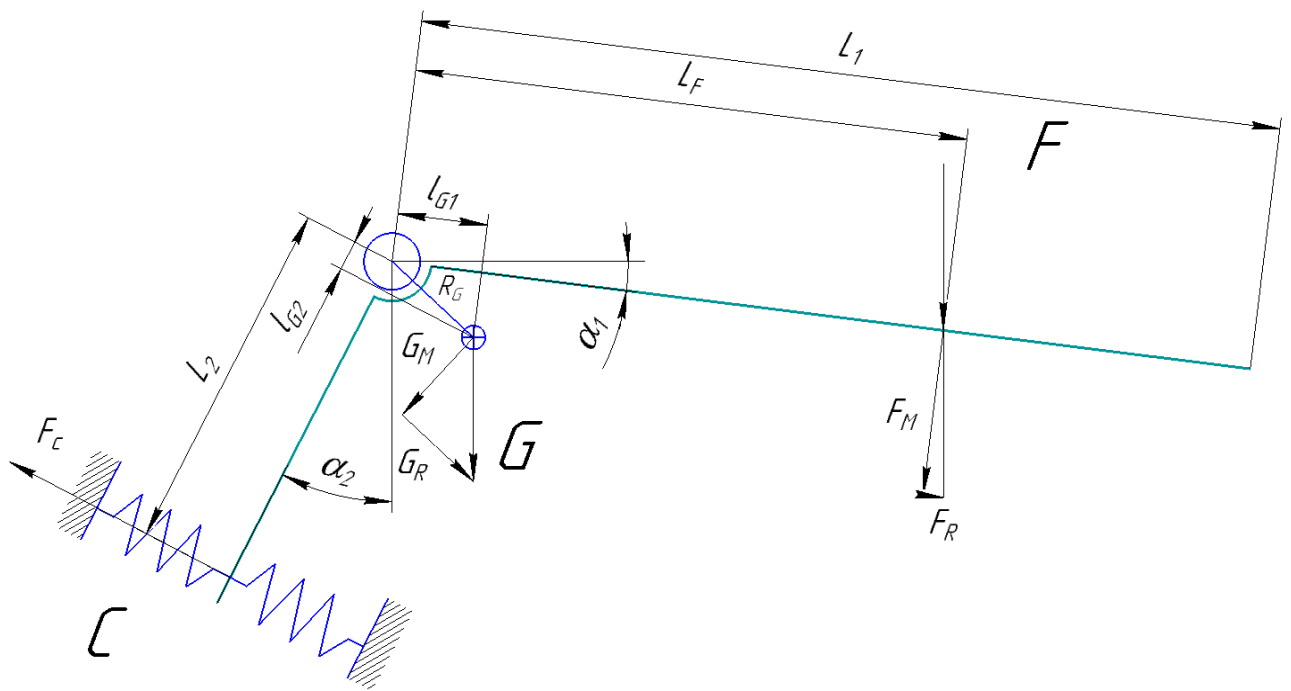


Рис 3.1 – Схема сил на колоснику

Визначимо потрібне стиснення амортизуючих пружин від власної ваги колосника та сили від матеріалу, що просіюється. Для цього виокремимо ділянку з шарніром і центром ваги колосника у вигляді чотирикутника (рис 3.2).

У результаті отримаємо чотирикутник ABCD, кути B і C прямі, відрізок AB дорівнює  $l_{G1}$ , відрізок AC дорівнює  $l_{G2}$ . Потрібно визначити довжину відрізка AD.

Поп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Поп. и дата
Инв. № подл.

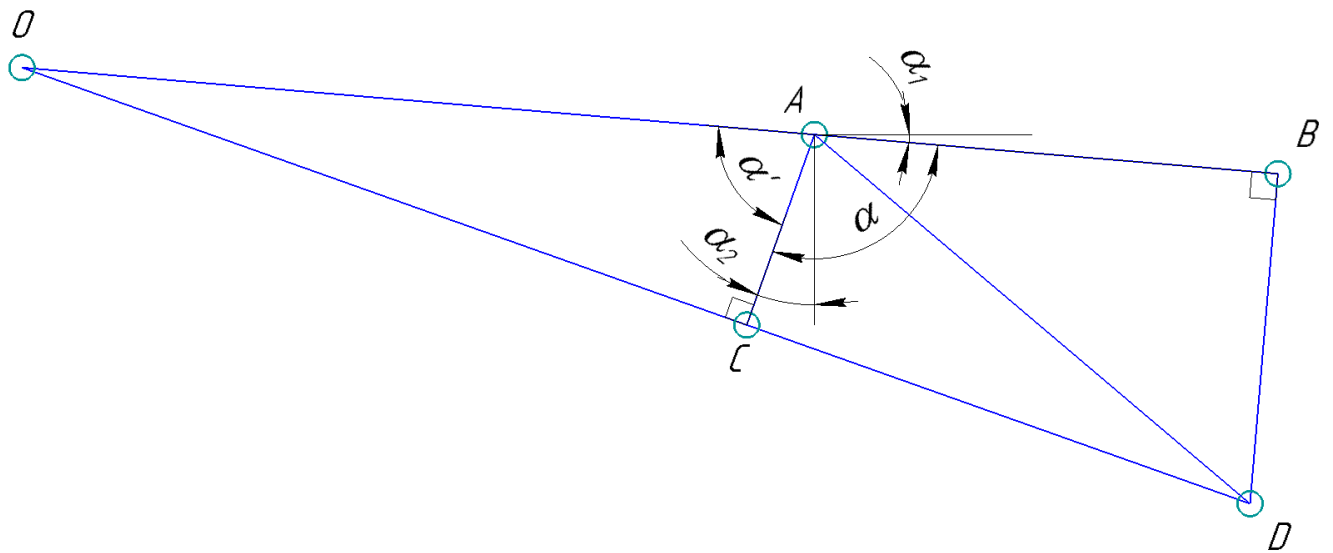


Рис 3.2 – Визначення радіус-вектору розташування центру ваги колосника

Відразу можна визначити кут САВ. Позначимо його як  $\alpha$

$$\alpha = 90 - \alpha_1 + \alpha_2 \quad (3.1)$$

Добудуємо т.О та розглянемо трикутники ODB та AOC.

Кут OAC можна визначити наступним чином

$$\alpha' = 180 - \alpha = 90 + \alpha_1 - \alpha_2 \quad (3.2)$$

Довжина відрізка АО, який є гіпотенузою трикутника AOC визначається як

$$AO = \frac{AC}{\cos(\alpha')} = \frac{l_{G2}}{\cos(90 + \alpha_1 - \alpha_2)} \quad (3.3)$$

Довжина відрізка OD, який є гіпотенузою трикутника ODB визначається як

$$OD = (AO + AB) \cdot \cos(90 - \alpha') = \left( \frac{l_{G2}}{\cos(90 + \alpha_1 - \alpha_2)} + l_{G1} \right) \cdot \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (3.4)$$

Довжина відрізка DB, який є катетом трикутника ODB визначається як

$$DB = \sqrt{OD^2 - (AO + AB)^2} \quad (3.5)$$

Довжина відрізка AD, або  $R_G$ , який є гіпотенузою трикутника ABD визначається як

$$AD = R_G = \sqrt{AB^2 + BD^2} \quad (3.6)$$

Залом силова схема являє собою важільну систему, що обертається навколо шарніру А (рис 3.2). Отже для визначення зусилля на пружинах амортизатора

Підп. і дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Підп. і дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

будемо розглядати рівняння моментів відносно точки А.

У системі діють дві сили: вага колосника  $G$  та сила удару шматка матеріалу  $F$ . Для визначення рівнянь моментів ці сили потрібно спроеціювати на радіус-вектори, що виходять з т.А.

Проекції ваги колосника (див. рис. 3.1) на радіус-вектор

$$\begin{aligned} G_M &= G \cdot \cos(\alpha_2) \\ G_R &= G \cdot \sin(\alpha_2) \end{aligned} \quad (3.7)$$

Момент від ваги відносно т.А

$$M_G = G_M \cdot R_G \quad (3.8)$$

Проекція сили удару шматка породи по колоснику(див. рис. 2.1) на радіус-вектор

$$\begin{aligned} F_M &= F \cdot \cos(\alpha_1) \\ F_R &= F \cdot \sin(\alpha_1) \end{aligned} \quad (3.9)$$

Момент від сили удару шматка породи по колоснику відносно т.А

$$M_F = F_M \cdot L_F \quad (3.10)$$

Загальне рівняння рівноваги моментів

$$M_F + M_G = M_C \quad (3.11)$$

де  $M_C$  – момент протидії від пружини

Робоча сила на пружині

$$F_C = \frac{M_G + M_F}{L_2} \quad (3.12)$$

Як було зазначено у п.1.3, розроблюваний конвеєрний колосниковий грохот може замінити інерційний грохот при розділенні матеріалу перед другою стадією дроблення, розділяючи потік матеріалу -200 +0 мм на два потоки: потік, що йде на третю стадію -50 + 0 мм і потік що йде у дробарку другої стадії дроблення з крупністю -200 +50 мм.

Виходячи з табл. 1.1, транспортований матеріал – руда крупністю 0..200 мм з насипною щільністю 2,8..3,6 т/м<sup>3</sup> з кутом природнього відкосу 35..45 град, та коефіцієнтом зовнішнього тертя 0,7..0,8.

Ине. № подп.	Подп. и дата
	Взам. инв. №
Ине. № дубл.	Ине. № дубл.
	Подп. и дата
Ине. № подп.	Ине. № подп.

Необхідна площа для грохочення на колосниковому грохоті в залежності від відстані між колосниками і визначається за формулою [19]

$$F_{K\_gp} = \frac{Q_{K\_gp\_I}}{2,4 \cdot a} \quad (3.13)$$

де  $Q_{K\_gp\_I}$  – продуктивність конусної дробарки крупного дроблення першої стадії, т/год;  $a$  – ширина щілини між колосниками, мм.

Продуктивність дробарок типу ККД становить 2440..3200 т/год. За таких умов ширина конвеєрної стрічки має бути 1200 мм.

Визначимо площу грохота з урахуванням компоувальних рішень площа грохоту з урахуванням компоувальних рішень:

$$F'_{K\_gp} = B_{gp} \cdot L_{gp} \quad (3.14)$$

де  $B_{gp}$  – ширина грохота, що дорівнює 1,1 ширині стрічки конвеєру;  $L_{gp}$  – довжина грохоту.

Потрібна площа грохоту, виходячи з продуктивності дробарки

$$F_{K\_gp} = \frac{2440..3200}{2,4 \cdot 50} = 3,5..6$$

Площа грохоту, виходячи з компоувальних міркувань

$$F'_{K\_gp} = 1,1 \cdot B_K \cdot (2..4) \cdot 1,1 \cdot B_K = 1,1 \cdot 1,2 \cdot (2..4) \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 3,5..6,9$$

Визначимо кількість колосників. Для відсіювання класу -50 +0 мм приймаємо ширину щілини між колосниками 55 мм. Основним елементом колосника є головка рейки Р43 (рис 3.3) шириною 70 мм. Отже, при орієнтовній ширині грохота 1320 мм, визначимо кількість колосників:

$$55 \cdot n + 70 \cdot (n + 1) \approx 1320$$

$$125 \cdot n \approx 1250$$

$$n \approx 10$$

Таким чином приймаємо до встановлення 11 колосників.

Підп. і дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Підп. і дата
Инв. № подп.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

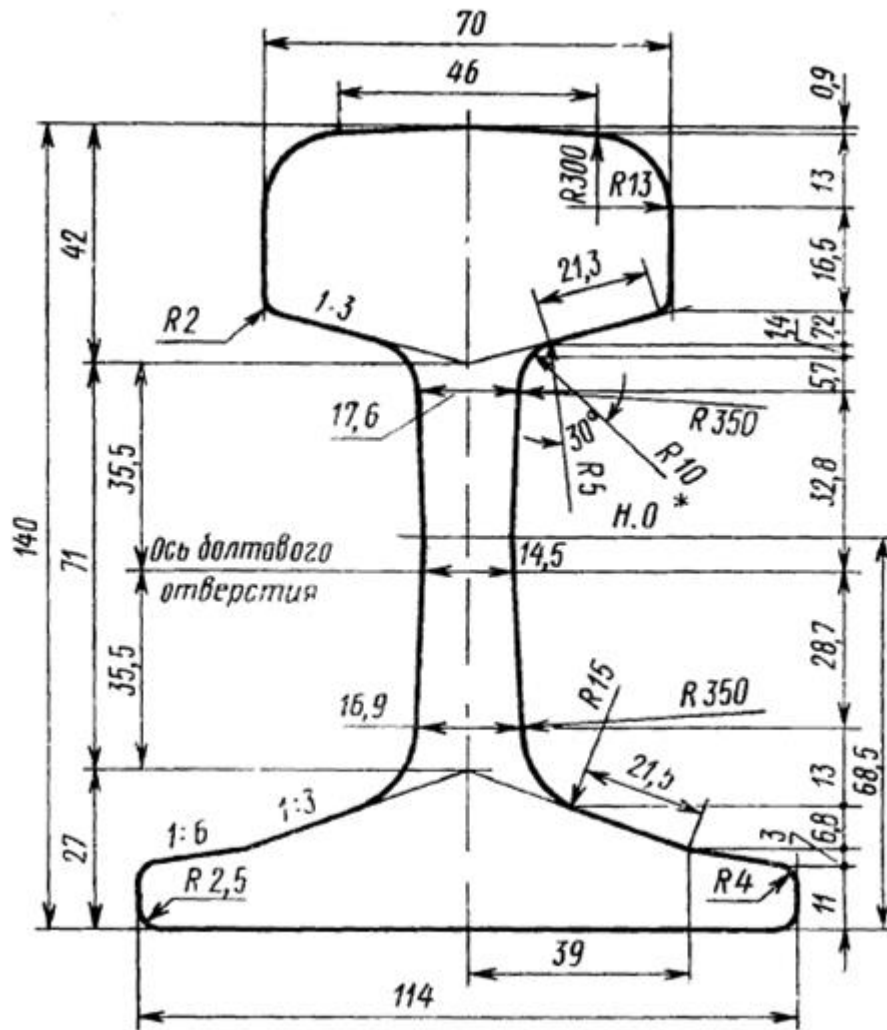


Рис 3.3 – Рейка Р-43 [20]

Отже, приймаємо наступні розміри конвеєрного колосникового грохота

- ширина грохота  $V_{гр} = 1320$  мм;
- довжина грохота  $L_{гр} = 4600$  мм;
- площа просіювання  $F_{К_гр} = 6$  м<sup>2</sup>.

### 3.2. Комп'ютерне моделювання процесу просіювання на конвеєрному колосниковому грохоті

Метою комп'ютерного моделювання процесу просіювання на конвеєрному грохоті є визначення розподілу породи на колосниках та навантаження від неї, а також підтвердження ефективності просіювання на грохоті розрахованого розміру.

Попл. и дата					
Взам. инв. №					
Инв. № дубл.					
Попл. и дата					
Инв. № подл.					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	
КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ					Лист
					47

Для дослідження використаємо програму Rocky DEM. Послідовність створення нового проекту у Rocky DEM:

1. Розділ Geometries визначає геометрію моделі (рис 3.4). Завантажуємо модель грохоту з конвеєром, побудовану у SolidWorks та збережену у форматі STL. Причому модель складається з двох деталей – конвеєрної стрічки та грохоту.

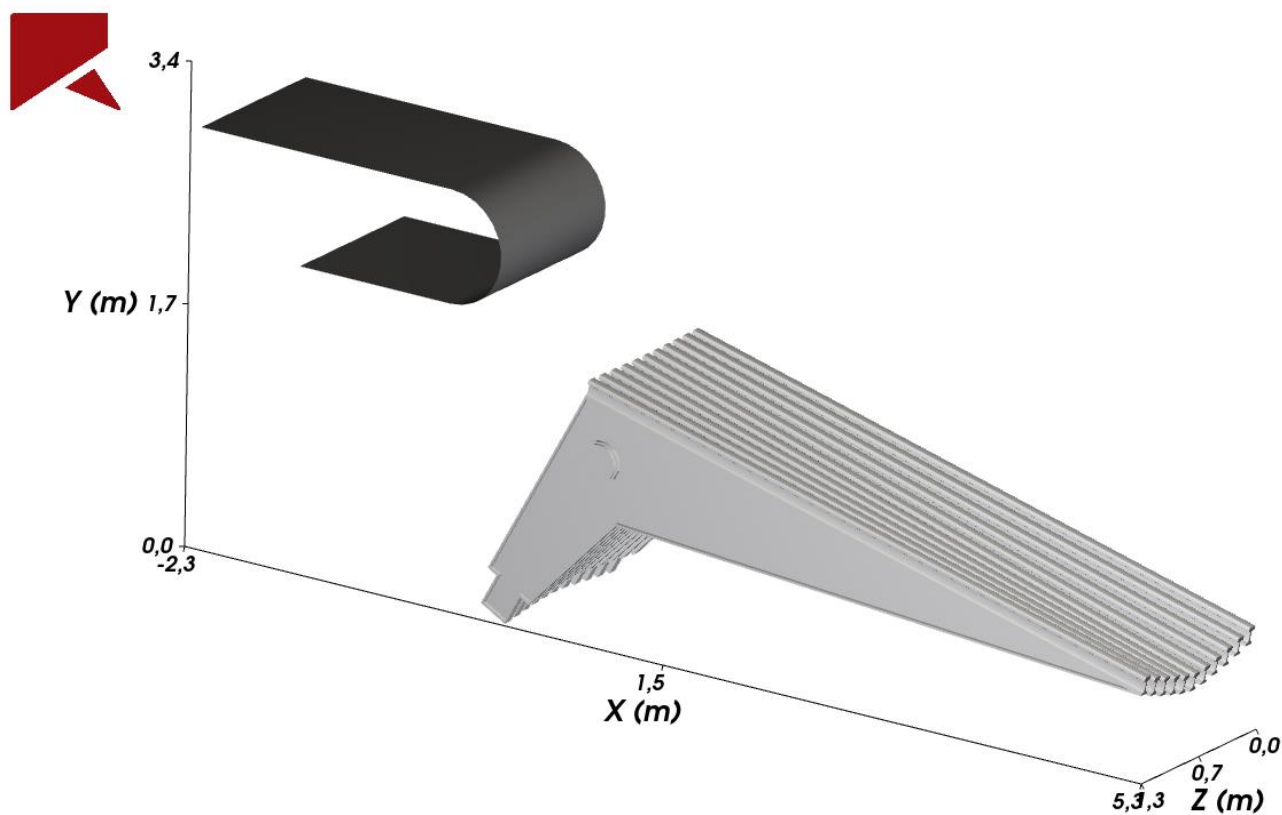
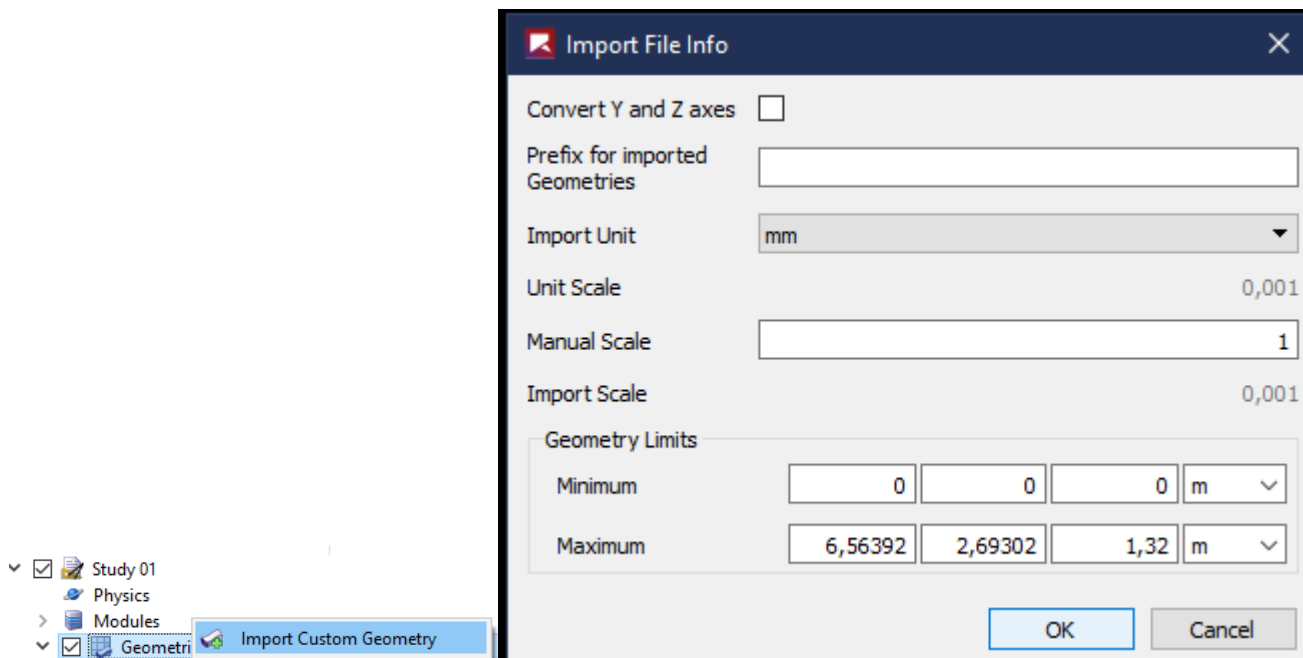


Рис 3.4 – Завантаження моделі у проект

Підп. і дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Підп. і дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----



2. Створюємо область завантаження за допомогою розділу Geometries (рис 3.5). Вона має прямокутну форму і розташовується біля розвантажувального барабану конвеєру.

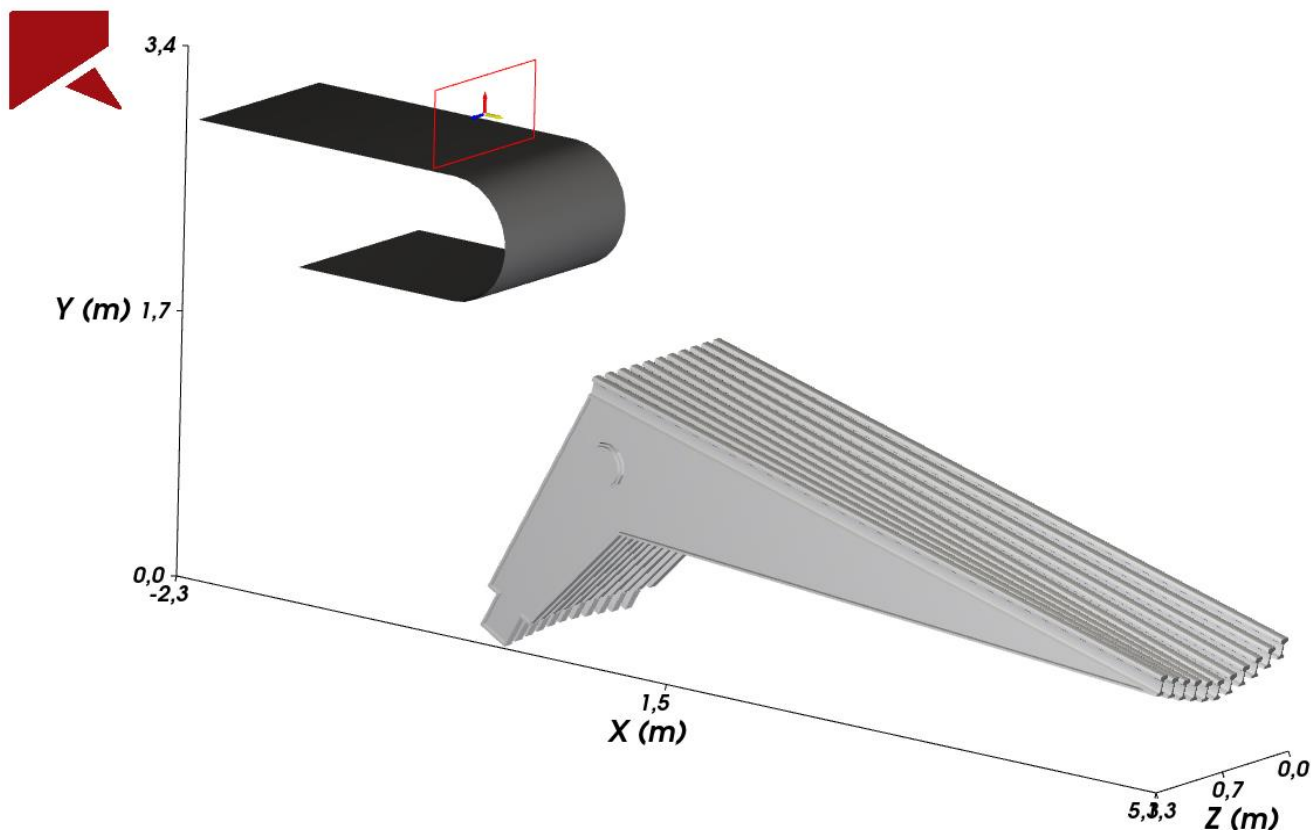
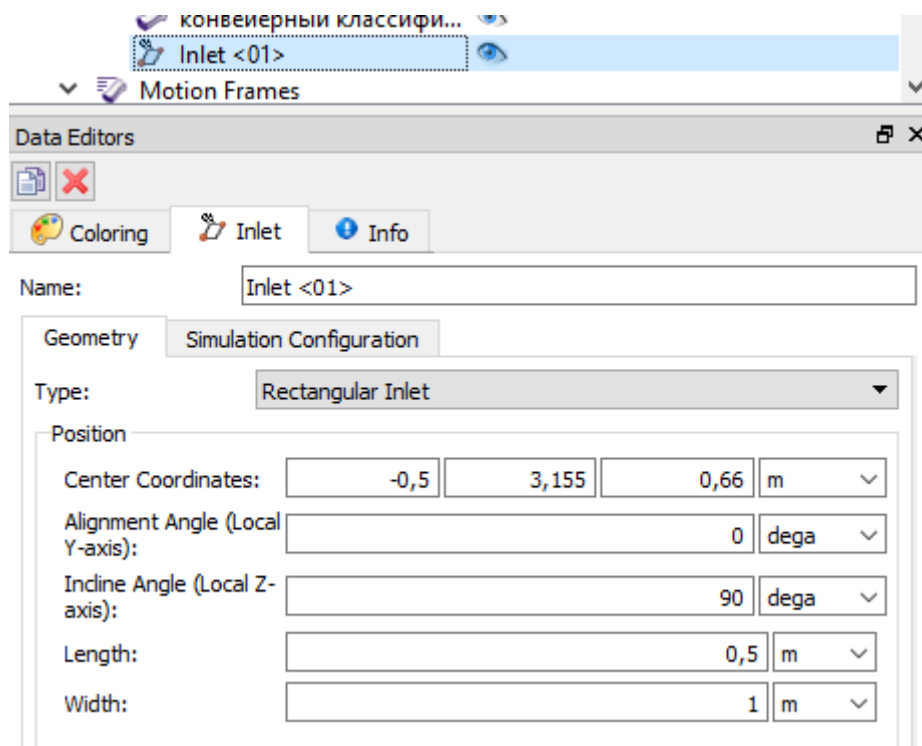


Рис 3.5 – Створення області завантаження матеріалу

Підп. і дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Підп. і дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

3. У розділі Particles задаємо форму і розмір частинок, що будуть завантажуватися на грохот (рис 3.6). Форма – Polyhedron. Крупність частинок задаємо як гранулометричний склад за кумулятивною шкалою, яка відповідає гранулометричному складу дробленої породи, що виходять з дробарки першої стадії. Розміри від 0 мм до 200 мм. 10% маси матеріалу складають частинки розміром 10 мм, 10% - частинки розміром 20 мм, 30% - частинки розміром 50 мм. Усі ці частинки повинні просіятися і перейти у підрешітний продукт. 20% - частинки розміром 100 мм; 30% - частинки розміром 200 мм. Отже просіятися в ідеалі повинно 50% маси матеріалу.

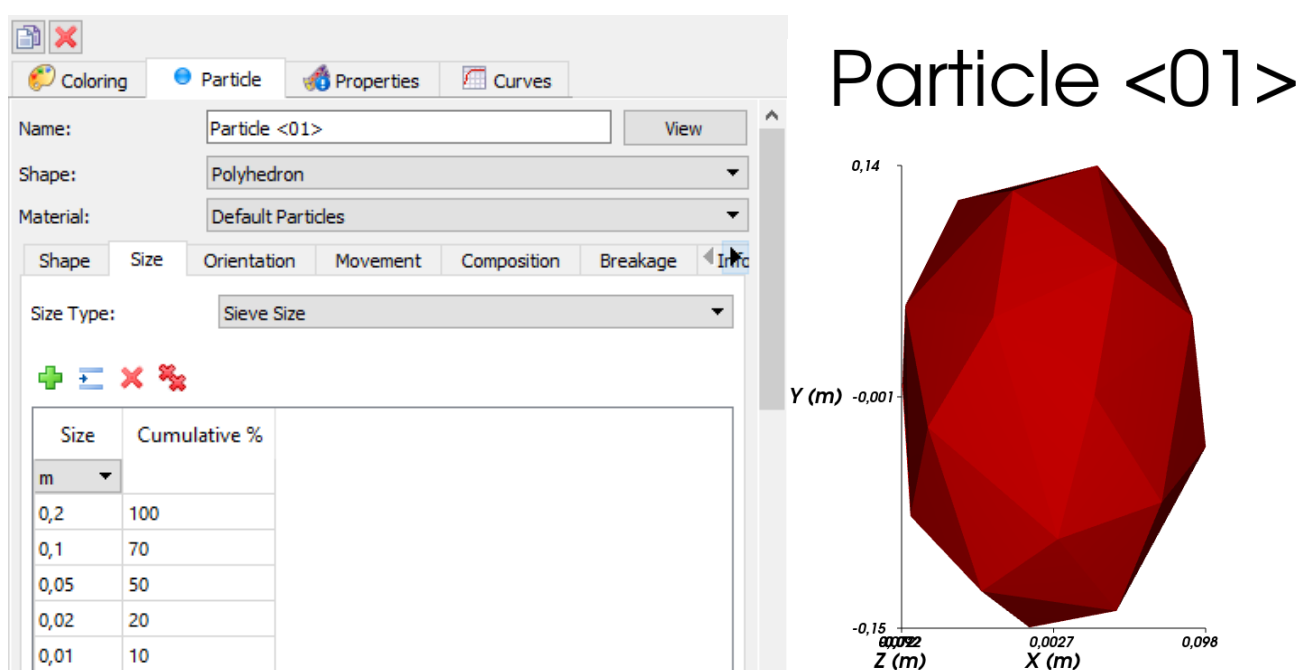


Рис 3.6 - Налаштування параметрів частинок матеріалу

4. У розділі Motion Frames задаються параметри руху конвеєрної стрічки (рис 3.7).

Встановлюється:

- Motions – Type (тип руху) – Translation (лінійний рух);
- Geometry – Keep in place (геометрія стрічки – залишається на місці);
- Velocity – 2м/с за віссю X.

Поп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Поп. и дата  
 Инв. № подл.

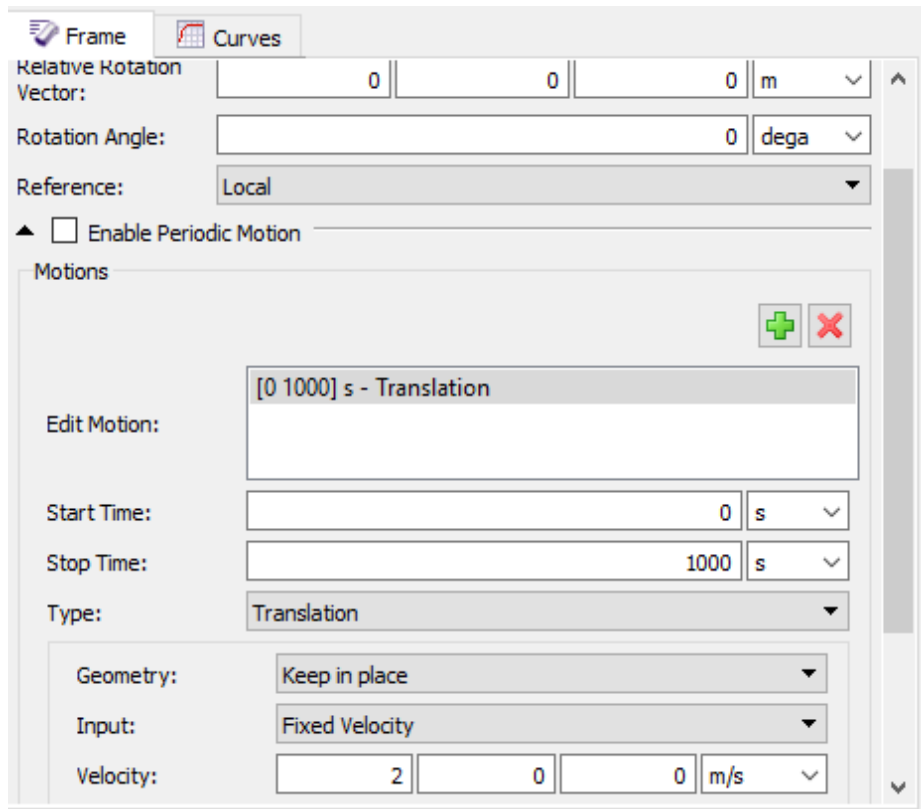


Рис 3.7 - Розділ Motion Frames

5. У розділі Materials визначаються матеріали тіл, що будуть використовуватися у моделі (рис 3.8). У моделі будуть використовуватися 3 матеріали – сталь для грохота, порода та гума для стрічки. Усі матеріали залишаємо з параметрами за замовчуванням. Лише щільність матеріалу породи змінюємо на  $2800 \text{ кг/м}^3$ .

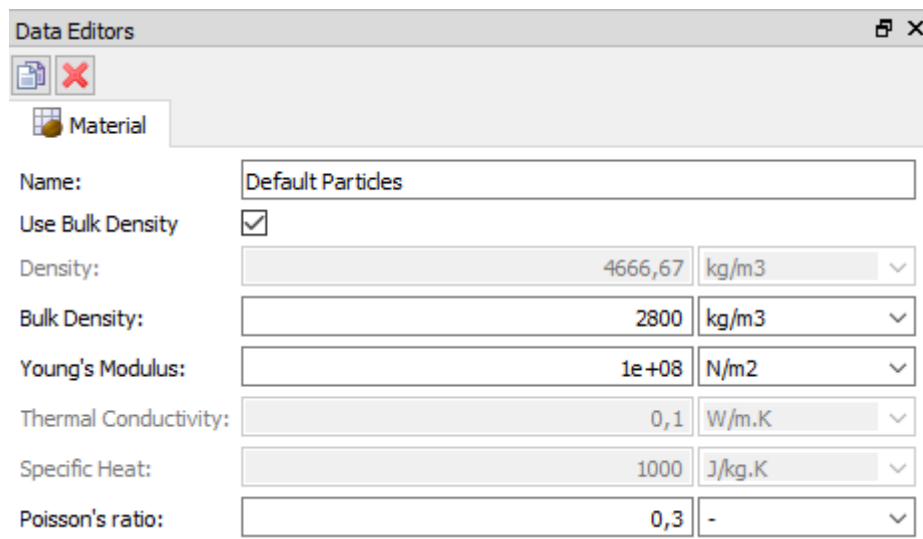


Рис 3.8 - Розділ Materials

Попл. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Попл. и дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

6. У розділ Inputs визначаємо скільки і якого матеріалу буде завантажено на грохот (рис 3.9). Приймаємо продуктивність дробарки крупного дроблення 3000 т/год.

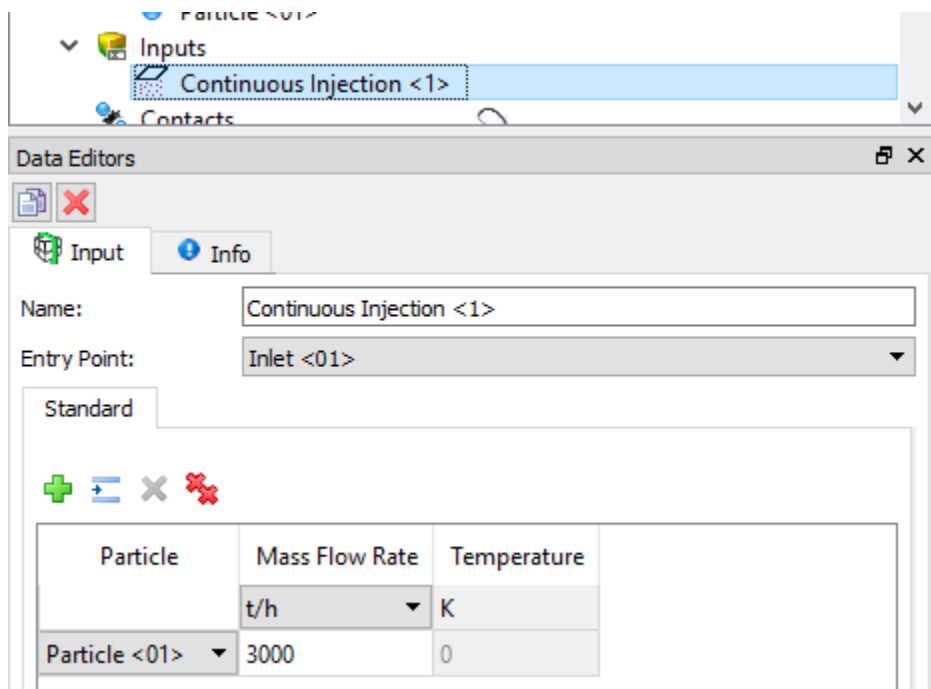


Рис 3.9 – Розділ Inputs

7. У розділі Solver визначимо час розрахунку 2 с (рис 3.10).

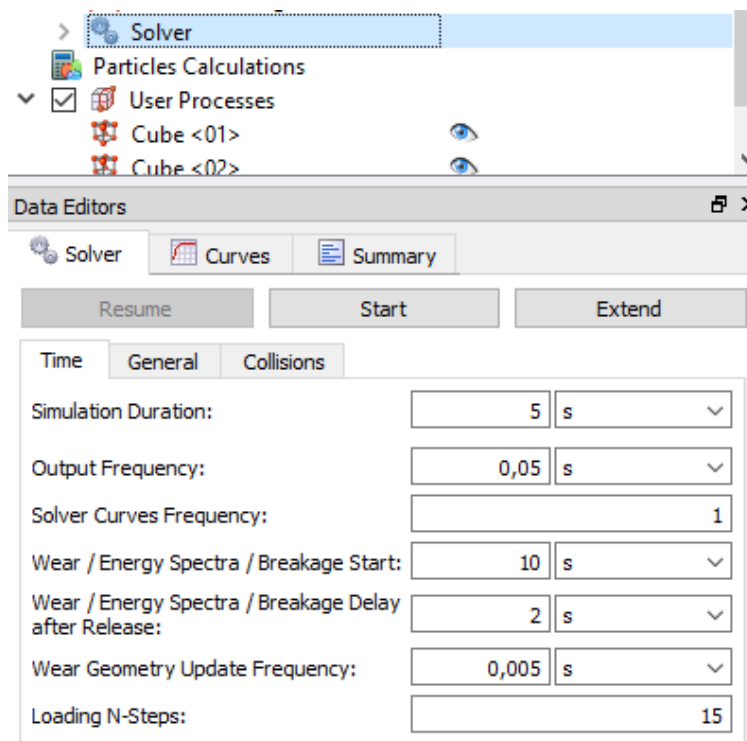


Рис 3.10 – Розділ Solver

Підп. і дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Підп. і дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

У результаті проведено розрахунку отримано опис процесу просіювання насипного вантажу на колосниковому грохоті (рис 3.11).

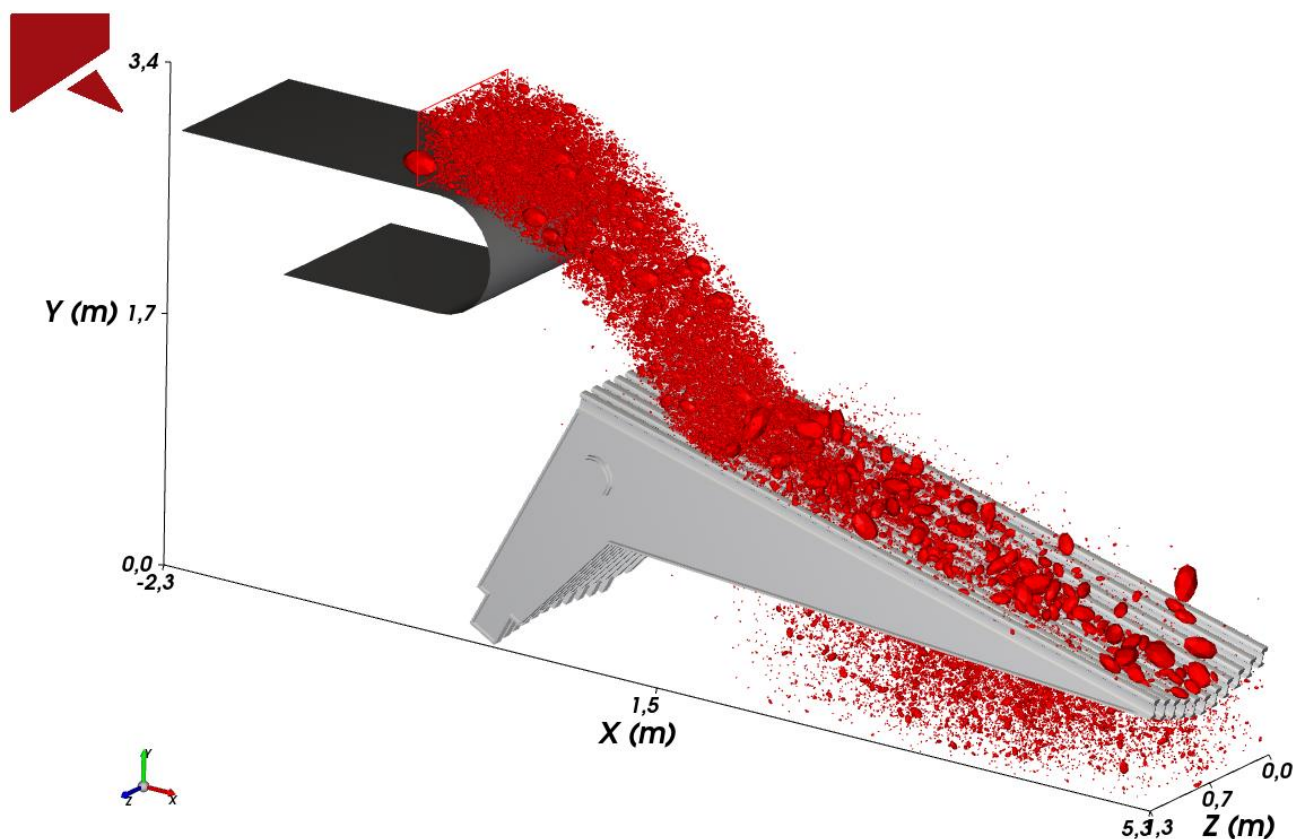


Рис 3.11 – Результати розрахунку

**Якісний аналіз результатів моделювання.**

Встановлено, що для підвищення ефективності використання просіюючої поверхні грохоту його потрібно встановлювати на певній відстані від розвантажувального барабану. Відстань визначається швидкістю транспортування матеріалу конвеєром та масою шматків. Це пояснюється балістичною траєкторією польоту матеріалу після розвантаження з барабану конвеєру (рис 3.12).

Встановлено, що розрахованої довжини грохоту достатньо для ефективного розсіювання матеріалу. Наприкінці полотна грохоту у переважній більшості залишаються тільки шматки розміром більшим за 50 мм (рис 3.13).

**Кількісний аналіз моделювання.**

Визначимо масу матеріалу, що одночасно перебуває на грохоті.

Для цього скористаємося масовою діаграмою матеріалу (рис 3.14).

Підп. і дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Підп. і дата
Инв. № подп.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----



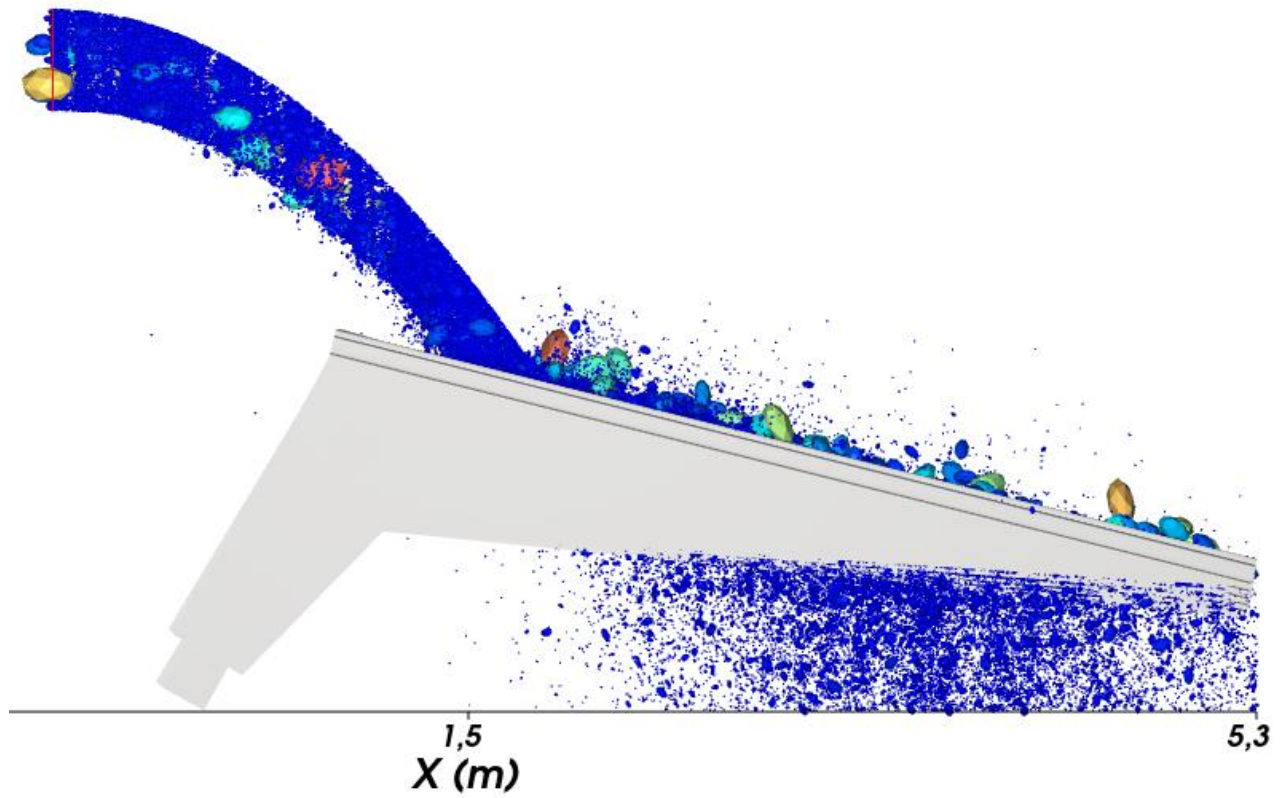


Рис 3.12 – Встановлення грохоту відносно розвантажувального барабану конвеєру.

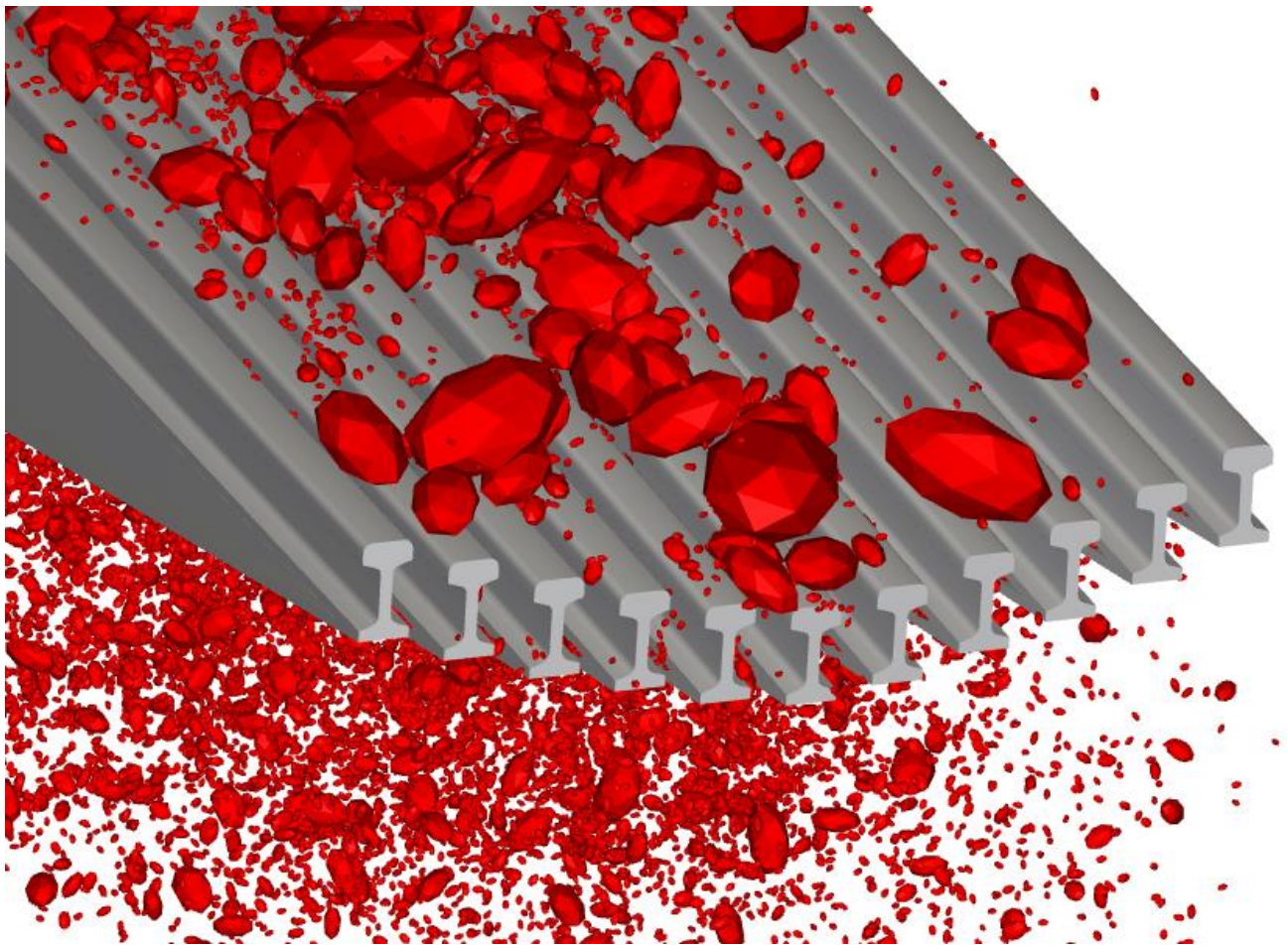


Рис 3.13 – Ефективність просіювання

Инь. № подп.	Подп. и дата	Инь. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

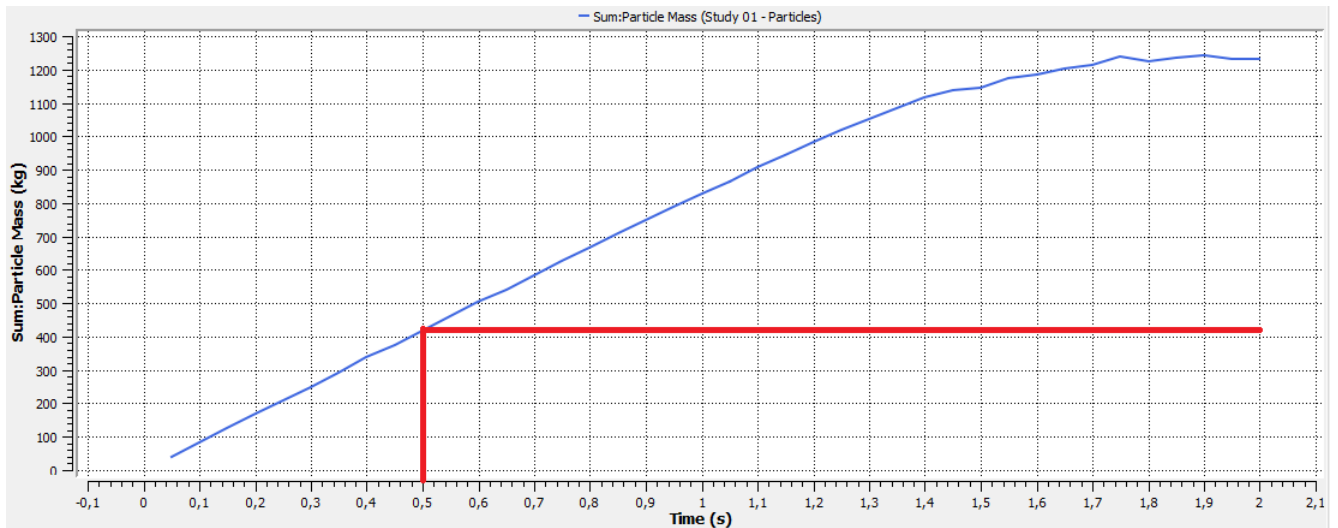


Рис 3.14 – Маса матеріалу, що знаходиться на грохоті

Виокремимо час потрапляння перших часток матеріалу на грохот та розвантаження з нього. Згідно з рис 3.15, це час 0,5 с, а розвантаження - 1,5 с.

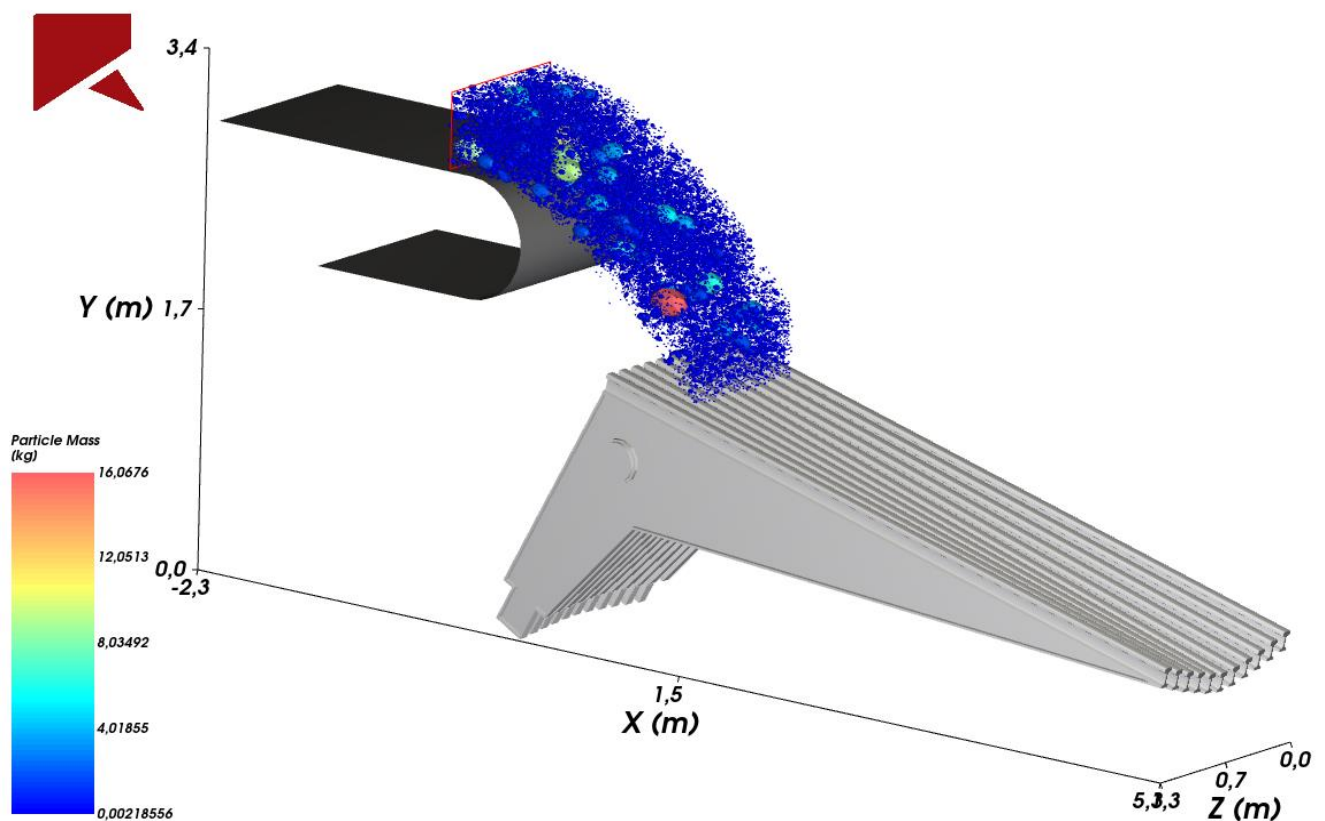


Рис 3.15 – Визначення початкового моменту потрапляння матеріалу на грохот

Отже за цей час на грохоті буде 730 кг.

Підп. і дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Підп. і дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

З рис 3.16 видно, що матеріал по поверхні грохота розподіляється не рівномірно, чому додатково сприяє лоткова форма встановлення колосників.

Отже, крайні колосники майже не навантажені. Середні колосники навантажені максимально.

Максимум навантаження по довжині припадає на точку падіння матеріалу з конвеєру (рис 3.12).

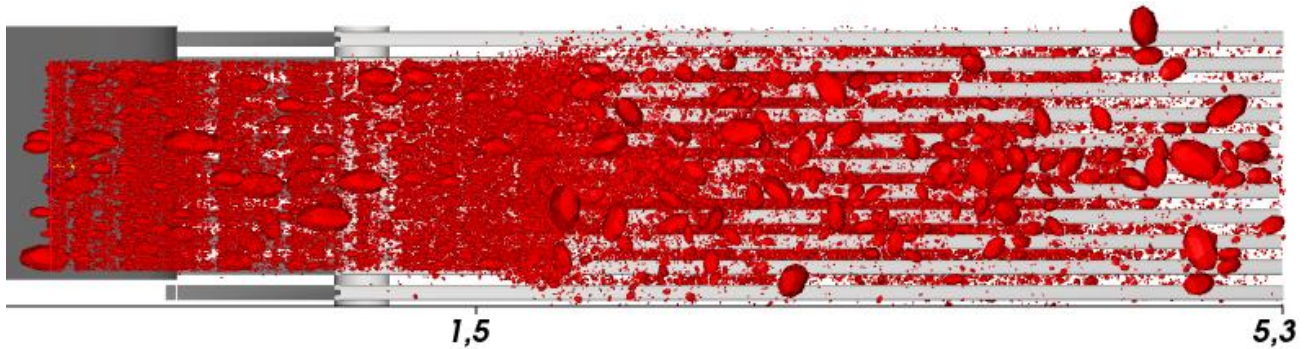


Рис 3.16 – Характер завантаження грохота матеріалом по площині

Розподіл навантаження на колоснику відповідає наступному закону (рис 3.17).

$$F(x) = 0.0235 \cdot (-0.9 \cdot (4.5 - x)^4 + 4 \cdot (4.5 - x)^3 + 5) \quad (3.14)$$

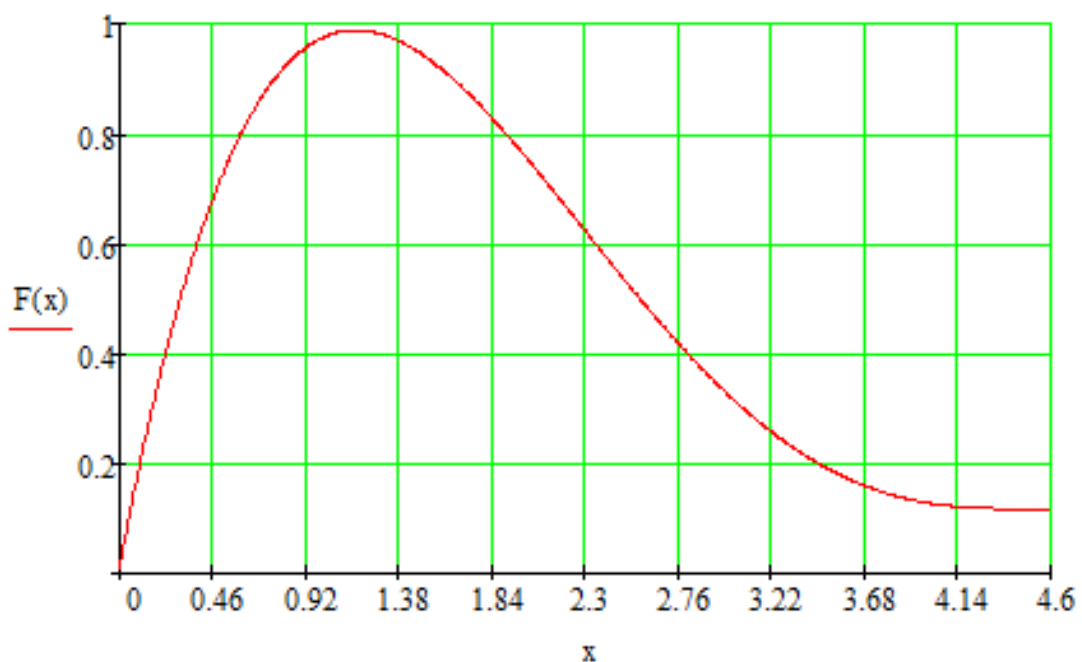


Рис 3.17 – Відносне розподілення маси вантажу по довжині колосника

Попл. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Попл. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат



### 3.3. Оптимізація форми колосника конвеєрного грохоту

Знаючи розподіл навантаження на колоснику, проведемо оптимізаційний розрахунок топологічної оптимізації.

При створенні граничної умови Навантаження додатково задаємо нерівномірний розподіл навантаження (рис 3.18). Для цього у розділі Nonuniform Distribution обираємо довідкову систему координат, створену раніше, натискаємо кнопку Edit Equation і записуємо рівняння.

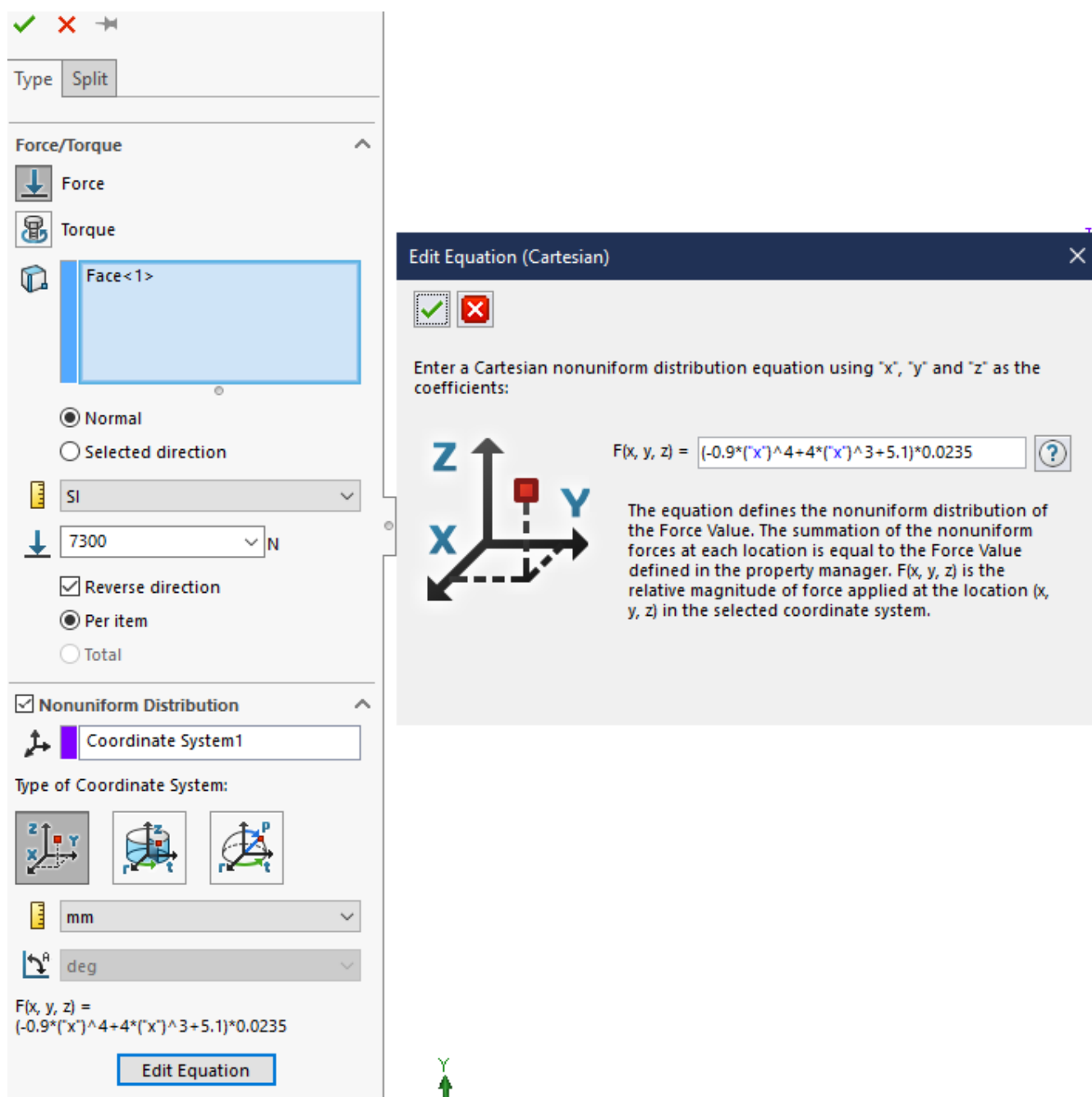


Рис 3.18 – Завдання нерівномірного розподілу навантаження на колосник.

Ине. № подп.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Ине. № инв.	Подп. и дата
Ине. № инв.	Подп. и дата

Задаємо граничні умови кріплення, як показано на рис 3.19.

В умовах оптимізації обираємо зниження ваги на 60%.

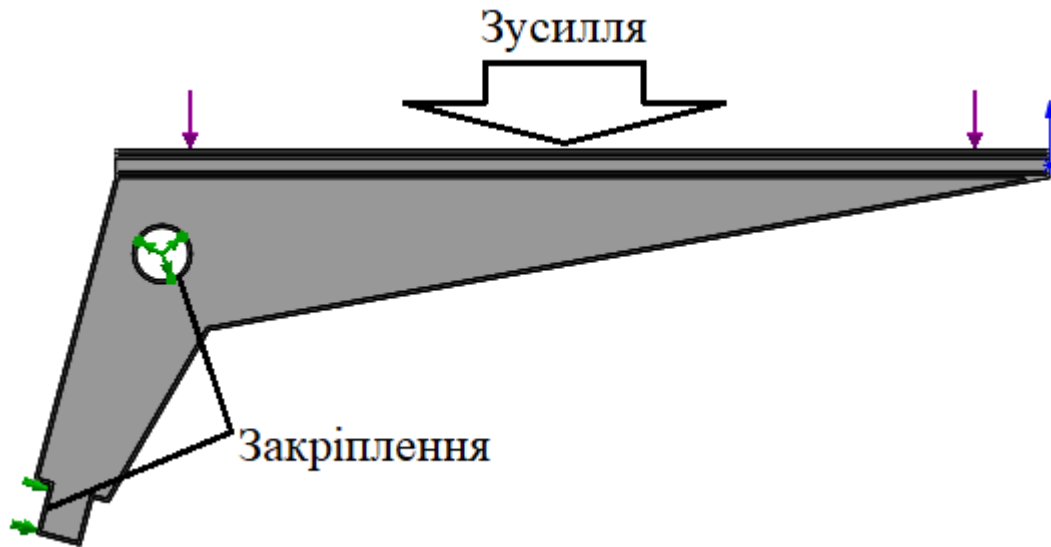


Рис 3.19 – Граничні умов колосника

У результаті отримано оптимальну конфігурацію консольного колосника (рис 3.20).

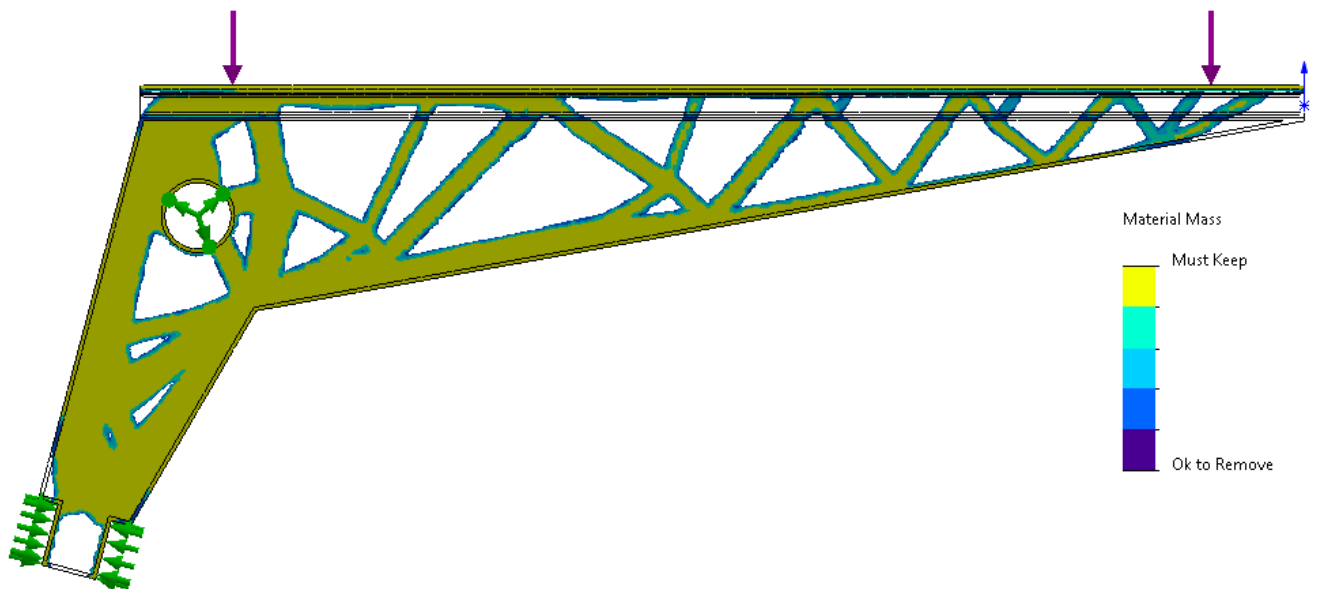


Рис 3.20 – Оптимізована форма консольного колосника.

Після опрацювання отриманої оптимальної форми колосника, отримано раціональну технологічну конструкцію консольного колосника (рис 3.21).

Додатково розрахуємо на міцність раціональну конструкцію консольного

Поп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Поп. и дата	Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

колосника (рис 3.22). Встановлено, що розроблена конструкція достатньо міцна, а коефіцієнт запасу міцності складає 27.

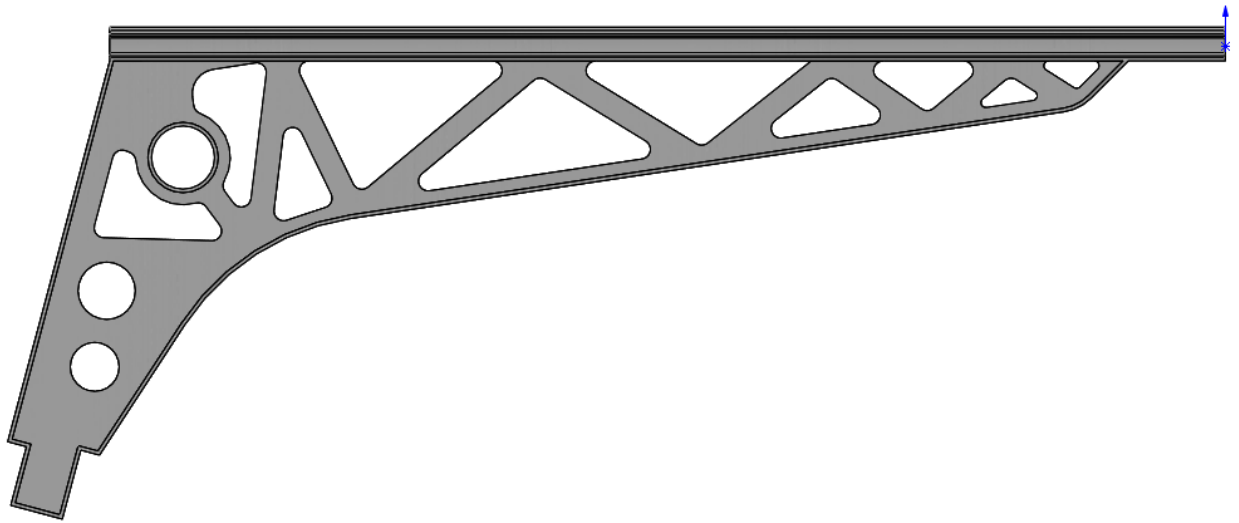


Рис 3.21 – Раціональна конструкція консольного колосника

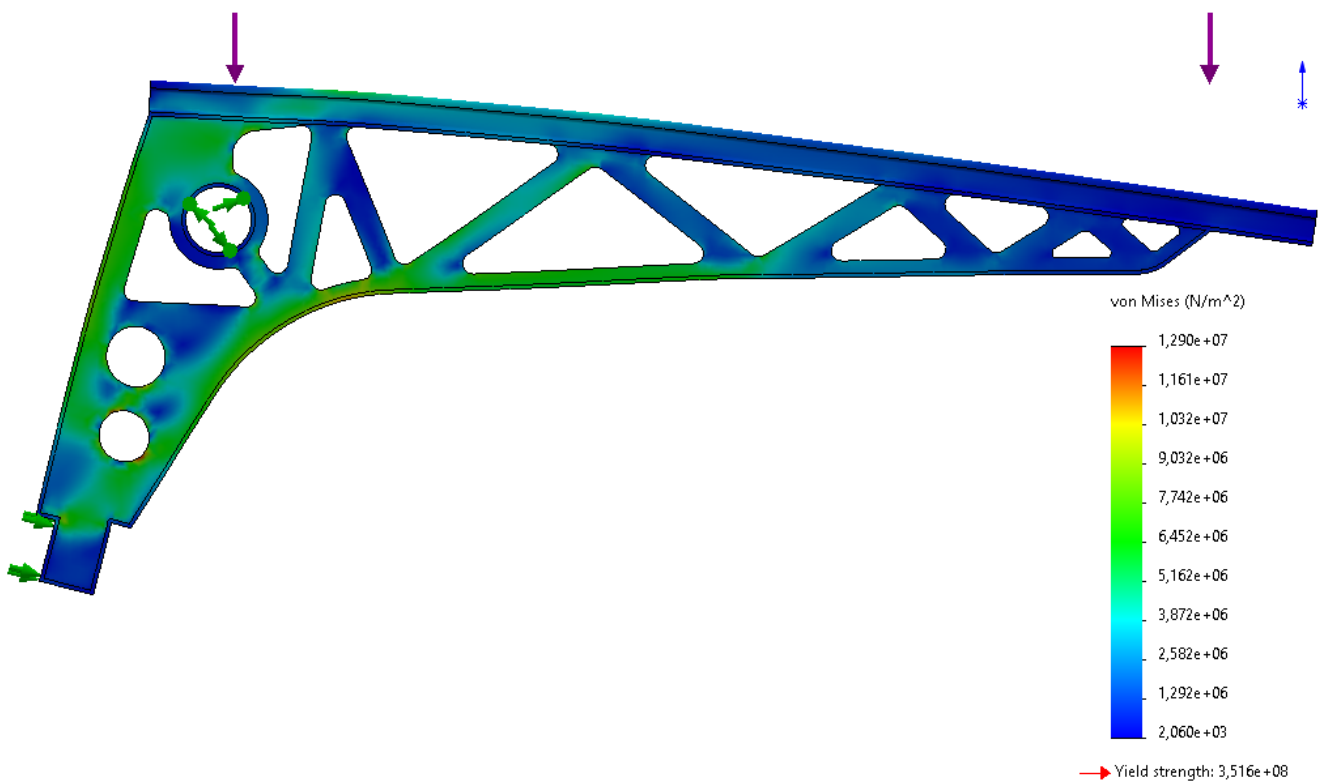


Рис 3.22 – Результат розрахунку на міцність раціональної конструкції колосника.

Инь. № подп.	Подп. и дата
Инь. № дубл.	Взам. инв. №
Инь. № дубл.	Подп. и дата
Инь. № подп.	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

### 3.4. Визначення жорсткості пружин

За розробленою методикою проведемо розрахунок з визначення геометричних параметрів амортизаційних пружин.

Враховуючі характерні геометричні розміри раціональної конструкції колосника (рис 3.23) та розташування вектору рівнодіючої нерівномірного зусилля від породи на колосник (рис 3.24), запишемо вихідні умови для розрахунку:

$$L_1 = 4298 \text{ мм}; \quad L_2 = 1569 \text{ мм}; \quad L_F = 1690 \text{ мм}; \quad l_{G1} = 1317 \text{ мм}; \quad l_{G2} = 422 \text{ мм};$$

$$m = 412 \text{ кг}; \quad F = 7644 \text{ Н}$$

Зазначимо, що кути нахилу колосників у пакеті різні, отже розрахунок проводимо для 6 варіантів колосників, нахилених під різними кутами:

$$\alpha_1 = 14, 14,5, 15, 15,4, 15,8, 16;$$

$$\alpha_2 = 15 + (14, 14,5, 15, 15,4, 15,8, 16) = 29, 29,5, 30, 30,15, 30,8, 31.$$

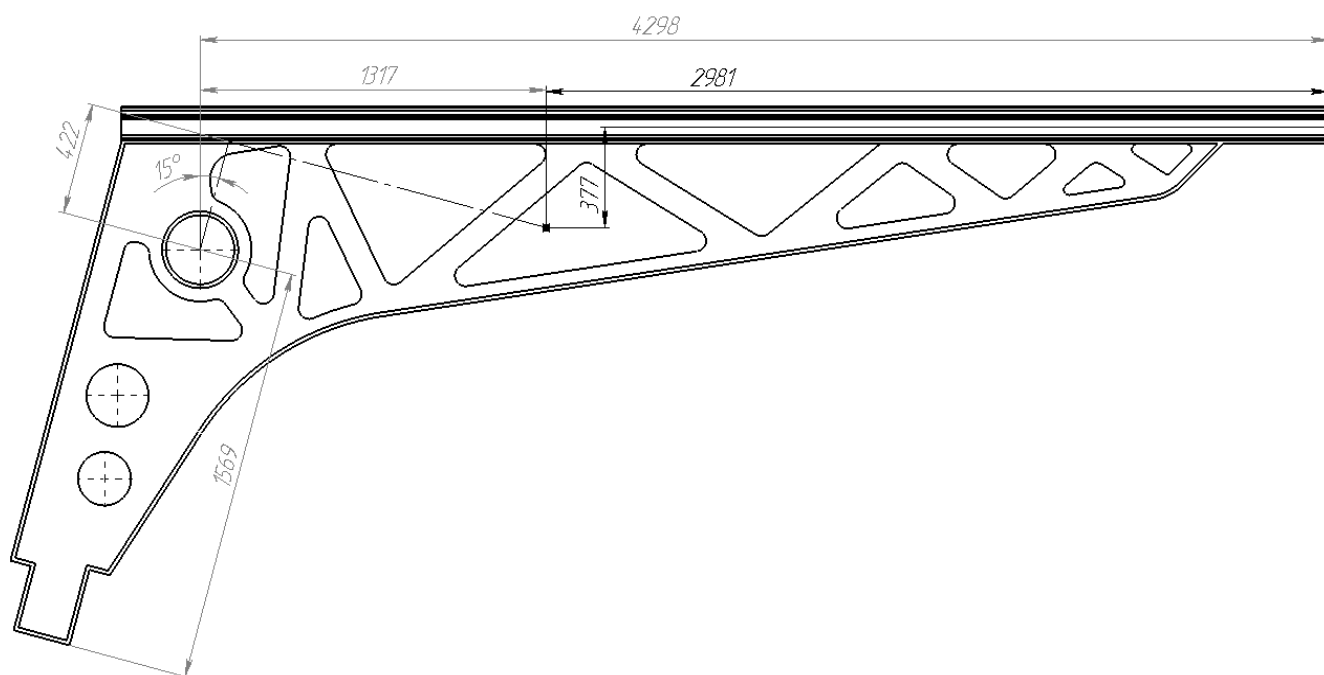


Рис 3.23 – Характерні геометричні розміри раціональної моделі колосника

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № подл.
Ли	Изм.	№ докум.
Подп.	Дат	

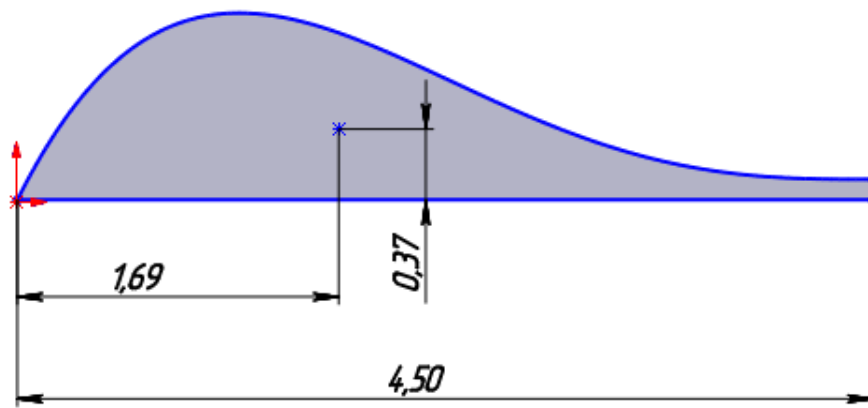


Рис 3.24 – Розташування рівнодіючої зусилля від породи  
Розрахунок проводимо за допомогою ПКА MathCAD.

$$\begin{aligned}
 L1 &:= 4.298 \\
 L2 &:= 1.569 \\
 Lf &:= 1.69 \\
 Lg1 &:= 1.317 \\
 Lg2 &:= 0.422
 \end{aligned}
 \quad
 al := \begin{pmatrix} 14 & 29 \\ 14.5 & 29.5 \\ 15 & 30 \\ 15.4 & 30.15 \\ 15.8 & 30.8 \\ 16 & 31 \end{pmatrix}$$

$$Gg := 412 \cdot 9.8 = 4.038 \times 10^3$$

$$F := 7655$$

$$i := 0..5$$

$$AO_i := \frac{Lg2}{\cos\left[\left(90 + al_{i,0} - al_{i,1}\right) \cdot \frac{\pi}{180}\right]}$$

$$AO = \begin{pmatrix} 1.63 \\ 1.63 \\ 1.63 \\ 1.657 \\ 1.63 \\ 1.63 \end{pmatrix}$$

$$OD_i := (AO_i + Lg1) \cdot \cos\left[\left(al_{i,1} - al_{i,0}\right) \cdot \frac{\pi}{180}\right]$$

$$OD = \begin{pmatrix} 2.847 \\ 2.847 \\ 2.847 \\ 2.876 \\ 2.847 \\ 2.847 \end{pmatrix}$$

$$Rg_i := \sqrt{Lg1^2 + \left[\sqrt{(OD_i)^2 - (AO_i + Lg1)^2}\right]^2}$$

$$Rg = \begin{pmatrix} 1.074 \\ 1.074 \\ 1.074 \\ 1.077 \\ 1.074 \\ 1.074 \end{pmatrix}$$

Ине. № подп.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Ине. № подп.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

$$F_{c_i} := \frac{Gg \cdot \cos\left(a_{i,0} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot Rg_i + F1 \cdot \cos\left(a_{i,1} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot Lf}{L2}$$

$$F_c = \begin{pmatrix} 9.892 \times 10^3 \\ 9.851 \times 10^3 \\ 9.809 \times 10^3 \\ 9.803 \times 10^3 \\ 9.741 \times 10^3 \\ 9.723 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

$$F_{o_i} := \frac{Gg \cdot \cos\left(a_{i,0} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot Rg_i}{L2} \quad F_o = \begin{pmatrix} 2.681 \times 10^3 \\ 2.675 \times 10^3 \\ 2.669 \times 10^3 \\ 2.673 \times 10^3 \\ 2.658 \times 10^3 \\ 2.656 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

Встановлено, що для колосників у пакеті зусилля на пружини залежно від кута нахилу різниця складе 1.7%, що є не суттєвим. Отже пружини встановлюємо однакові для усіх колосників.

Зусилля попереднього підтискання 2681 Н

Робоче зусилля 9892 Н

За допомогою САПР було проведено розрахунок пружини стискання (рис 3.25, 3.26, табл .1 ).

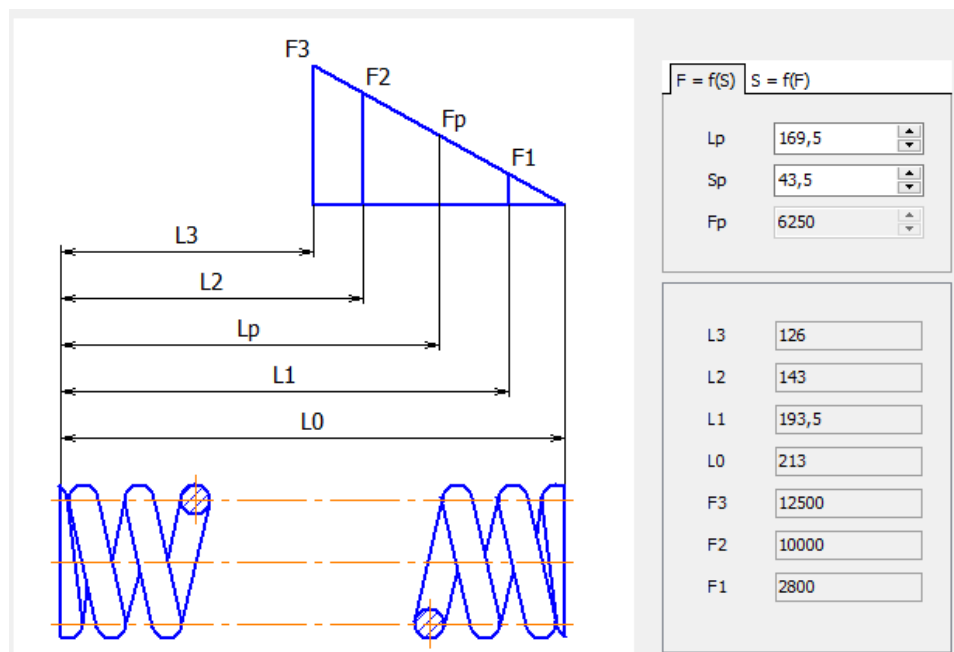


Рис 3.25 – Базові параметри пружини стискання

Підп. і дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Підп. і дата
Инв. № подл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку пружини

Найменування параметру	Значення	
	Пружина №230 ГОСТ 13775-86	—
Матеріал Дріт 60С2А-Н-2-ХН-12 ГОСТ 14963-78	—	2
Клас	—	0,2
Розряд	—	65
Відносний інерційний зазор	$\delta$	12
Зовнішній діаметр пружини, мм	D1	9,5
Діаметр дроту, мм	d	11
Число робочих витків	n	0,75
Повна кількість витків	n1	0,75
Число стиснутих витків з одного боку	n2	2800
Число зашлифованих витків з одного боку	n3	10000
Сила пружини за попередньої деформації, Н	F1	12500
Сила пружини при робочій деформації, Н	F2	50,5
Сила пружини при максимальній деформації, Н	F3	213
Робочий хід пружини, мм	h	193,5
Довжина пружини, мм	L0	143
Довжина пружини при попередній деформації, мм	L1	126
Довжина пружини при робочій деформації, мм	L2	1326
Довжина пружини при максимальній деформації, мм.	L3	1350
Максимальна дотична напруга, МПа	$\tau_z$	78500
Допускна дотична напруга, МПа	$[\tau]$	8000
Модуль зсуву матеріалу, МПа	G	1,4
Щільність матеріалу, кг/м <sup>3</sup>	$\rho$	1866
Маса пружини, кг	m	143,864
Довжина розгорнутої пружини, мм	L	7,48
Жорсткість пружини, Н/мм	c	641766,9
Критична швидкість пружини стиснення, м/с	Vk	21,158
Об'єм, який займає пружина, мм <sup>3</sup>	V	3
Крок пружини, мм	t	2

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ

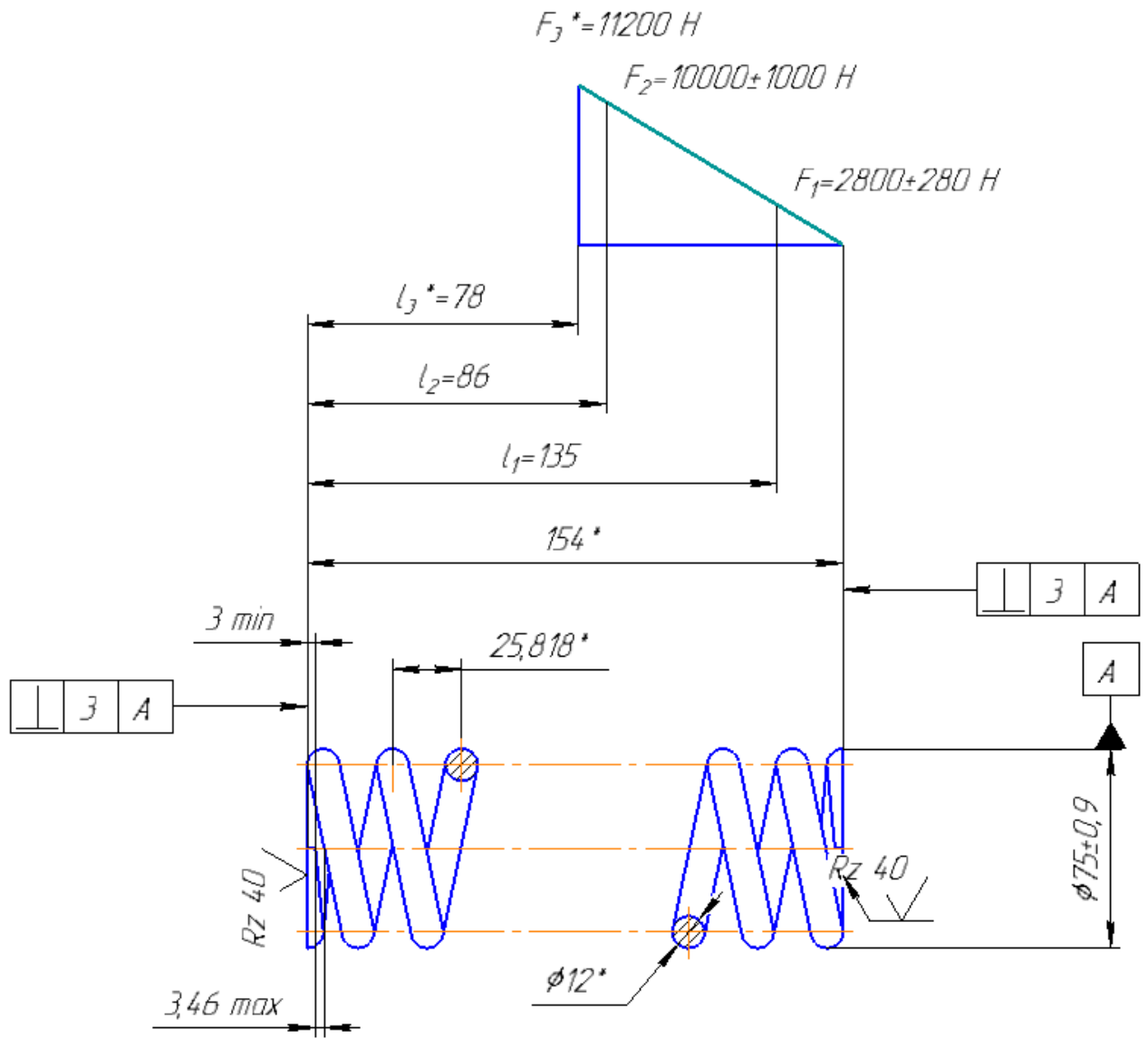


Рис 3.26 – Пружина стискання

Ине. № подп.	Подп. и дата			
Ине. № дубл.	Взам. инв. №			
Ине. № дубл.	Подп. и дата			
Ине. № подп.	Подп. и дата			
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат



## 4. ЕКСПЛУАТАЦІЯ КОНВЕЄРНОГО КОЛОСНИКОВОГО ГРОХОТУ

### 4.1. Доставка і монтаж

Конвеєрні колосникові грохоти доставляються замовнику у напівзібраному виді, задля зменшення габаритних розмірів при перевезенні. Тому вони не є не габаритним вантажем і для їх перевезення не потрібний спеціальний транспорт. Достатньо звичайних транспортних засобів, які відповідають за вантажопідйомністю та ємністю кузова.

Конвеєрний колосниковий грохот допускається транспортувати будь-яким видом транспорту: автомобільним на спеціальних платформах для негабаритної техніки, морським, залізничним, авіаційним, у відповідності до норм і правил, що діють на кожному виді транспорту [11, 14, 29].

Колосники, вісь, блок амортизації та стійки кріплення відвантажуються без упаковки. У ящики упаковуються експлуатаційна документація.

Під час завантаження, розвантаження і монтажу частин колосникового грохоту необхідно мати вантажопідйомне засіб вантажопідйомністю не менше 1 т, при цьому необхідним є дотримання правил, встановлених Держнаглядохоронпраці для даного виду робіт [11, 14, 29].

При транспортуванні колосники, вісь, стійки жорстко фіксуються у кузові транспортного засобу та закріплюються за допомогою спеціальних скоб.

Під час монтажу колосникового грохоту потрібно забезпечити рівномірний нахід колосників за відповідними кутами [14].

Зазор між колосниками грохоту і нерухомими конструкціями (воронки, жолоби і розвантажувальний барабан конвеєру) повинен відповідати зазору на робочому кресленні.

Вісь осі, на яку встановлюють колосники, повинна бути горизонтальною та паралельною ось розвантажувального барабану.

Якщо монтаж грохоту не проводиться відразу після отримання, необхідно організувати правильне його зберігання.

Поп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Поп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ	Лист
						65

Перед монтажем необхідно оглянути всіх складальні одиниці деталей грохоту і усунути пошкодження, які могли виникнути при транспортуванні. Установку грохоту необхідно проводити таким чином, щоб забезпечити з усіх боків вільний простір шириною не менше 1 м, необхідне для його обслуговування і ремонту [11, 14, 29].

Опорні майданчики фундаменту, призначені для установки на них стійон осі колосників та амортизаційного блоку строго горизонтальними. Необхідно встановити на опорні стійок та амортизаційного блоку і закріпити її фундаментними болтами, потім встановити підкладки опори і закріпити болтами.

Після установки опор та амортизаційного блоку перевірити горизонтальність осі.

Встановити тічки, що відводять розділений на фракції матеріал. Ці пристрої повинні задовольняти наступним вимогам [11, 14, 29]:

- між рухомими частинами грохоту і нерухомими конструкціями повинні бути зазори не менше 80 мм, щоб уникнути ударів і тертя елементів грохоту об нерухомі частини;
- завантаження грохоту повинно бути рівномірною за часом і здійснюватися так, щоб не відбувалося накопичення подаваного матеріалу в завантажувальної частини короба;
- пропускна здатність тічок повинна перевищувати максимальну продуктивність грохоту, щоб продукти просівання не накопичувалися в прийомних тічках;
- завантажувальні пристрої повинні бути заблоковані з пусковим пристроєм грохоту таким чином, щоб при включенні першим включався грохот, а при виключенні першим вимикався завантажувальний пристрій.

#### 4.2. Використання за призначенням

Працездатність змонтованого колосникового грохоту перевіряється рівнями та кутомірами. Перевірити надійність болтових з'єднань, ослаблені затягнути.

Ине. № подп.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Перевірити надійність закріплення колосників на осі.

Грохот не вимагає спеціальної установки. Завантаження грохоту проводити рівномірно по часу [12, 24, 25].

### 4.3. Технічне обслуговування

Залежно від особливостей, ступеня пошкоджень, зносу виробів та їх складових частин, а також трудомісткості ремонтних робіт, проводять наступні види ремонту: поточний, середній і капітальний [12, 24, 25].

Поточний ремонт являє собою мінімальний за обсягом вид ремонту, при якому забезпечується нормальна експлуатація грохоту до чергового планового ремонту. Під час поточного ремонту усувають несправності заміною або відновленням окремих складових частин (швидкозношуваних деталей), а також виконують регульовальні роботи [12, 24, 25].

Протягом зміни, між змінами або в період технологічних простоїв обладнання повинно здійснюватися щозмінне технічне обслуговування - догляд за грохотом для збереження його в працездатному стані.

Силами ремонтних бригад в ремонтні та вихідні дні і зміни повинні проводитися огляди і поточний ремонт. Під час поточного ремонту проводиться наступні основні роботи [12, 24, 25, 27]

- затягування ослаблених болтових з'єднань;
- заміна мастила в підшипникових вузлах (кожні 600 год. роботи грохоту);
- очищення колосників від налиплого матеріалу;
- дефектація, а при необхідності заміна колосника;
- огляд і очищення від налиплого матеріалу живильника.

Середній ремонт полягає у відновленні експлуатаційних характеристик виробу ремонтом або заміною зношених або пошкоджених складових частин. Середній ремонт грохоту виконують рухомі або стаціонарні ремонтні служби кожні 7000 годин роботи грохоту [12, 24, 25, 27].

Ине. № подп.	Подп. и дата
Ине. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат
----	------	----------	-------	-----

Капітальний ремонт полягає в повному розбиранні і дефектації грохоту, в заміні, ремонту і перевірки всіх складових частин, зборці грохоту і його комплексної перевірки, регулювання та випробування. Капітальний ремонт виконується стаціонарними ремонтними підприємствами кожні 11000 годин роботи грохоту [12, 24, 25, 27].

До середнього ремонту і в період між середнім і капітальним ремонтами повинні виконуватися поточні ремонти.

Грохот працює в умовах дії на його конструкцію великих динамічних навантажень і абразивного зносу. Тому експлуатація грохоту з найменшої несправністю може привести до більш серйозних поломок і виходу з ладу всього грохоту [12, 24, 25, 27].

Завдання служб експлуатації полягає в регулярному контролі за роботою грохоту і негайного ремонту виявлених несправностей [12, 24, 25, 27].

#### 4.4. Демонтаж та зберігання

Демонтаж грохоту проводиться у зворотній послідовності від монтажу.

Зберігання грохоту відбувається під навісом на спеціальних, що запобігають контакту деталей грохоту із землею і заливання водою.

Підчас зберігання потрібно проводити перевірку консервації. Слідкувати за цілісністю деталей, запобігати появи корозії та у разі необхідності відновлювати консерваційне та антикорозійне змащення (солідол УС ГОСТ 1033-79).

Инв. № подл. Подп. и дата Инв. № дубл. Взам. инв. № Подп. и дата						КНУ.РБ.133.24.143с.02 ПЗ Лист 68
	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	

## ВИСНОВКИ

1. Визначено недоліки базової конструкції конвеєрної розвантажувальної станції стрічкових конвеєрів, які полягають у тому, що при транспортуванні крупношматкового матеріалу станції не обладнані системою розділення вантажу за крупністю викликають руйнування гумової стрічки конвеєру на який завантажується насипний вантаж, оскільки потрібно спочатку створити постіль з дрібношматкового матеріалу, на яку потім вантажити вже крупні шматки, а також попереднє сортування добре впливає на продуктивність дробарок крупного та середнього дроблення, відсіюючи дрібну породу, яку не потрібно дробити на поточній стадії підготовки до збагачення.
2. Проведено аналіз конструкції систем розділення насипного вантажу та визначено такі, що не потребують додаткової енергії для проведення сортування.
3. Пропонується обладнати додатковим сортувальним обладнанням у вигляді колосникового грохота, у якого колосники утворюють лоток та є рухомими задля амортизування ударів великих шматків породи.
4. Пропонований конвеєрний колосниковий грохот має рухому підпружинені колосники, до того ж гребені цих колосників у поперечному перерізі встановлені по криволінійній поверхні з радіусом кривизни, що змінюється у бік розвантажувальних кінців колосників. Усе це дозволяє підвищити ефективність відсіювання подрешеточного продукту та забезпечить підвищення продуктивності роботи конусних дробарок через виділення дрібних класів, що не буду надто перевантажувати простір дроблення дробарок.
5. Побудовано методику розрахунку потрібної жорсткості пружин для амортизації колосників.
6. Визначено раціональні параметри просіваючої поверхні колосникового грохоту, а саме ширина зазору між колосниками – 50мм, ширина грохота 1320 мм, довжина грохота 4600 мм, площа просіювання  $F_{К\_гр} = 6 \text{ м}^2$ .
7. Проведено комп'ютерне моделювання процесу просіювання на конвеєрному грохоті з метою визначення розподілу породи на колосниках та навантаження від неї, а також підтвердження ефективності просіювання на

Инь. № подл.	Подп. и дата	Инь. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	КНУ.РБ.133.24.14Зс.02 ПЗ	Лист 69
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат		

грохоті розрахованого розміру. Встановлено, що крайні колосники майже не навантажені, середні колосники навантажені максимально, максимум навантаження по довжині припадає на точку падіння матеріалу з конвеєру. Встановлено нелінійну залежність четвертого ступеня розподілу навантаження на колоснику.

8. Проведено топологічну оптимізацію форми колосника з метою зниження його власної ваги. Після якої отримано раціональну технологічну конструкцію консольного колосника. Перевірено міцність раціональної конструкції консольного колосника. Встановлено, що розроблена конструкція достатньо міцна, а коефіцієнт запасу міцності складає 27.
9. Розроблено питання експлуатації розробленого конвеєрного колосникового грохоту

Инв. № подл.	Подп. и дата		Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат	КНУ.РБ.133.24.14.Зс.02 ПЗ