МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Кафедра машин і обладнання технологічних процесів

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

(**ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ**)

на тему: «Вібраційний грохіт для сортування дрібнозернистих матеріалів»

студента: Герасимова Владислава Васильовича
(Прізвище, ім'я, по-батькові)

група: БМО – 42

факультет: автоматизації і інформаційних технологій

спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

Керівник проекту:_____ (доцент Клименко М.О.)
(Посада, прізвище, ініціали)

Київ-2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Кафедра машин і обладнання технологічних процесів

Допустити до захисту в ДЕК

Зав. кафедри _____проф. Назаренко І.І.

«____»_____ 2023 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

(**ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ**)

на тему: «Вібраційний грохіт для сортування дрібнозернистих матеріалів»

студента: Герасимова Владислава Васильовича
(Прізвище, ім'я, по-батькові)

група: БМО – 42

факультет: автоматизації і інформаційних технологій

спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

Керівник проекту:_____ (доцент Клименко М.О.)
(Посада, прізвище, ініціали)

Київ-2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП 6
1 ОСНОВНА ЧАСТИНА 8
1.1 Аналіз існуючих конструкцій вібраційних грохотів 8
1.1.1 Класифікація вібраційних грохотів 8
1.1.2 Технологічні параметри вібраційних грохотів 10
1.1.3 Переваги та недоліки вібраційних грохотів 12
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 14
2.1 Вибір та обґрунтування конструкції вібраційного грохоту 14
2.2 Розрахунок вібратора, визначення амплітуди коливань та

					Дипломний проект
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	
Розроб.		Герасимов			Вібраційний грохіт для сортування дрібнозернистих матеріалів
Перев.		Клименко			Літ. / Лист 3 / Листів 82
Н. контр.					КНУБА, каф.МОТП БМО-42
Затв.		Нагренко			

6.3.1 Визначення параметрів і побудова частотної

6.2.1 Розрахунок мережі живлення

6.2.2 Розрахунок мережі заземлення

6.2.3 Розрахунок мережі освітлення

6.2.4 Розрахунок мережі опалення

6.2.5 Розрахунок мережі вентиляції

6.2.6 Розрахунок мережі водопостачання

6.3 Захисні пристрої та обладнання

6.3.1 Визначення параметрів і побудова частотної

Підсилювальний пристрій

ВСТУП

Механічна класифікація (грохочення) полягає у поділі матеріалу просіюванням через розділову перегородку. При механічній класифікації матеріал по крупності розділяється за допомогою машин (грохотів), забезпечених розділовими елементами, що просівають - ситами або гратами.

Великі частинки, розмір яких більший за розмір отворів сита, скочуються по його поверхні і утворюють надрешітний (верхній) клас 2. Верхній клас позначається знаком «плюс», а нижній – «мінус». Одне сито поділяє вихідну суміш на два класи. При послідовному сортуванні на ситах виходить класів однією більше загального числа сит.

Аналіз механізму процесу грохочення показує, що поділ можливий лише при відносному русі матеріалу по елементу, що просіває. Причому матеріал під час руху по ситу повинен перемішуватися, щоб великі частинки не перегороджували шлях до отворів сита дрібним частинкам. Швидкість руху матеріалу по ситу визначається специфічними вимогами до процесу грохочення, які можуть бути в суперечності одна з одною. Наприклад, для забезпечення самоочищення сит бажані вищі швидкості. Однак при великих швидкостях частинки будуть перелітати над отворами сит, що зменшить ймовірність їх просіювання і грохіт перетвориться на машину, що транспортує.

Процес грохочення оцінюється продуктивністю та ефективністю. У реальних умовах за обмеженого часу класифікації неможливо досягти повного поділу суміші і частина частинок нижнього класу не пройде крізь сито і залишиться у верхньому класі. Процес грохочення доцільно застосовувати для класифікації матеріалу з розмірами частинок понад 5...10 мм. При цьому робота грохоту характеризується високою продуктивністю за відносно малих енерговитрат. Класифікацію дрібнішого матеріалу вигідніше проводити у повітряних класифікаторах. Матеріал з розмірами частинок, що обчислюються мікрометрами, розділяють тільки повітряної класифікацією.

1. ОСНОВНІ ТИПИ КЛАСИФІКУЮЧИХ МАШИН У БУДІВЕЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

1.1 Основні відомості про процес грохочення

Машини, що класифікують тверду мінеральну сировину по крупності, поділяють на дві основні групи - машини, що класифікують сухий, сипкий матеріал, і машини, що класифікують матеріал, що перебуває у стані водної пульпи, тобто, у суміші з водою.

Апарати для сухої класифікації поділяються на нерухомі, вібраційні та пневматичні.

Нерухомі апарати – статичні похилі конструкції з решітчастою поверхнею, що просіває, звані колосниковими грохотами. Вони призначені виключно для поділу великої руди, що переважно надходить на збагачувальні фабрики з копалин. Колосникові грохоти відрізняються вкрай низькою ефективністю (точністю) поділу.

До класу вібраційних апаратів відносяться грохоти - наймасовіші машини для поділу по більшості частинок розміром від перших сотень міліметрів до 0,4-1,0 мм.

До пневматичних апаратів відносяться різні конструкції пневматичних (повітряних) сепараторів, що поділяють тонкі частинки в потоці повітря на підставі відмінності в аеродинамічній крупності. Такі апарати широко використовуються в пігментній промисловості для поділу порошком мінеральних пігментів. У гірничій промисловості застосовуються переважно поділу по крупності волокнистого мінералу – азбесту.

1.2 Технологічне застосування грохотів

Грохочення застосовується найчастіше при дробленні твердої мінеральної сировини і рідше відділення готового за крупністю матеріалу від вихідного, що надходить на подрібнення або дроблення, або для контролю крупності продукту.

Грохочення проводиться також для поділу вихідного матеріалу по крупності на класи перед наступними операціями збагачення або отримання товарного продукту заданої крупності (рис. 1.1).

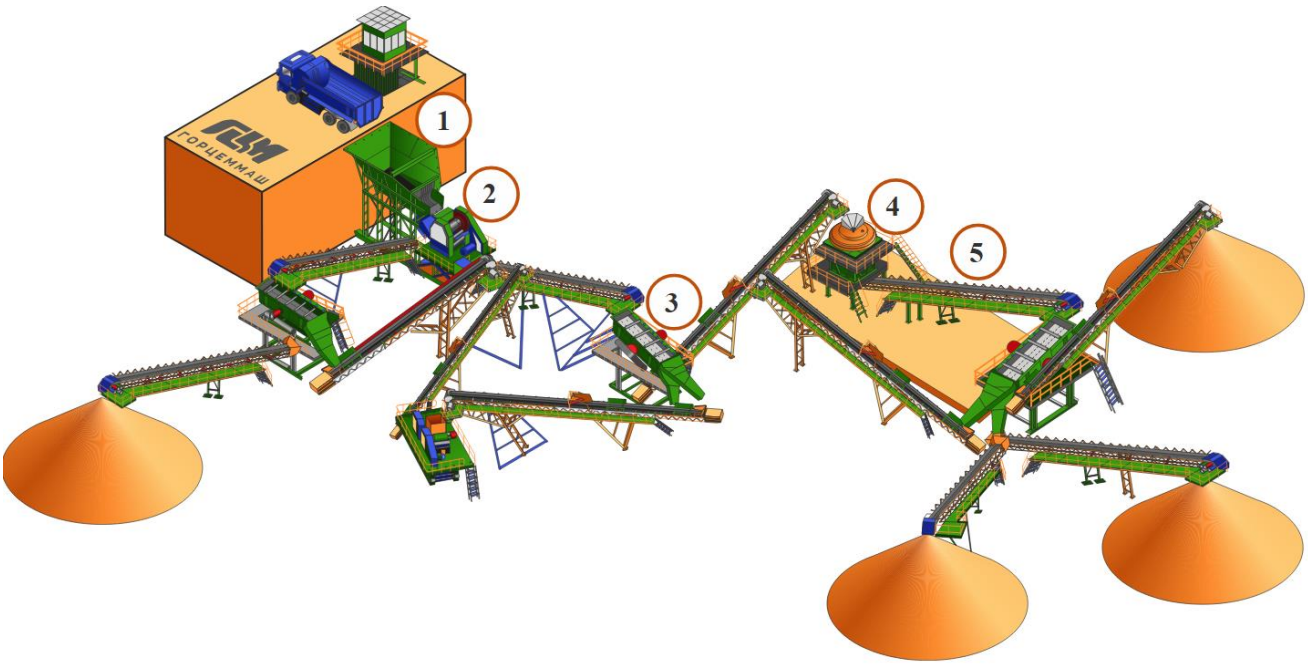


Рис. 1.1. Технологічна схема установки для виробництва щебеню:
1 – завантажувальний бункер; 2 – щокова дробарка; 3 –інерційний грохіт; 4 – конусна дробарка; 5 – система стрічкових конвеєрів

За технологічним призначенням розрізняють чотири види операцій грохочення:

– допоміжне грохочення, що застосовується у схемах дроблення вихідного матеріалу, у тому числі попереднє перед дробленням, контрольне, або перевірочне, у замкнутому циклі після дроблення та поєднане, коли контрольне та попереднє грохочення збігаються;

– підготовче грохочення, яке застосовується для поділу матеріалу на кілька класів крупності, призначених для подальшої роздільної обробки;

самостійне грохочення - для виділення класів, що являють собою готові, що відправляються споживачеві продукти (сорту); таку операцію називають механічним сортуванням (рис. 1.1);

- зневоднювальний грохіт або знешламлювання на грохотах - для видалення основної маси води, що міститься після промивання, або для відділення суспензії від кінцевих продуктів.

Попереднє грохочення проводиться перед дробленням з метою відсіву матеріалу, крупність якого менше ширини розвантажувальної щілини дробарки. Перевірочне (контрольне) грохочення включають до схеми збагачення після останньої стадії дроблення для максимального вилучення з потоку матеріалу товарного продукту. Отриманий при цьому надрешітний продукт є циркулюючим навантаженням. Зазвичай вона становить 25...40% живлення дробарки, що працює в останній стадії. Товарне грохочення – найбільш відповідальна операція, у якій одержують продукт товарних фракцій необхідної якості з допустимим (граничним) змістом сторонніх фракцій.

Процес грохочення може бути представлений як сукупність трьох незалежних, але одночасних процесів: транспортування матеріалу по ситовій поверхні від зони завантаження (живлення) до зони розвантаження, сегрегації великих частинок і проходження дрібних фракцій крізь товщину шару матеріалу і їх просіювання крізь отвори.

На процес грохочення впливає ймовірність просіювання зерен через отвори сита, яка залежить від продуктивності живлення грохота та його конструкції, гранулометричного складу матеріалу, його фізичних властивостей та швидкості руху по ситу тощо. Якість грохочення визначається такими основними факторами: інтенсивністю динамічного режиму коливань грохоту, питомим навантаженням на просіювальну поверхню, видом просіювальної поверхні і її конструктивними параметрами.

Великий вплив на процес грохочення надають живий переріз, кут нахилу і товщина просіювальної поверхні.

На показники процесу грохочення також впливають вологість, гранулометричний склад вихідного матеріалу, наявність домішок, що комкуються, спосіб грохочення (сухий або мокрий), рівномірність подачі вихідного матеріалу

на грохіт, стан поверхні, що просіває.

У сучасній промисловості дуже часто використовують вібраційні грохоти широкої типорозмірної гами і різного технологічного призначення, що відрізняються між собою особливостями переміщення матеріалу, що просівається, способом збудження вібрацій, типом і параметрами динамічних режимів, кількістю просіювальних (ситових) поверхонь та ін.

Також використовують нерухомі колосникові грохоти виділення великокускової гірської маси перед операціями дроблення – перед первинною дробаркою на рудних підприємствах.

1.3 Тенденції розвитку конструкцій грохотів

1.3.1 Призначення та конструкція грохоту

Грохіт являє собою пристрій (машину або апарат), призначений для поділу різних шматкових і сипких матеріалів, а також твердої фази пульп (суспензій) на продукти різної крупності за допомогою поверхонь, що просіюють, з каліброваними отворами. Їх найбільш важливими робочими елементами є поверхні, що просівають, які поряд з параметрами режиму грохочення визначають технологічну ефективність грохоту.

За наявності переміщень поверхонь, що просівають відносно короба виділяють грохоти з нерухомими і активними поверхнями, що просівають.

Просіювальні поверхні визначають й інші технологічні ознаки вібраційних грохотів, які можуть відрізнятися за кількістю встановлених сит (одно-, двоситні) (рис. 1.2) та їх розташування щодо горизонту (похилі або слабопохилі, горизонтальні та ін.) .

Рис. 1.2. Грохіт вібраційний багатоситний

Грохоти поділяють за траєкторією коливань на такі види:

- І – з круговими чи близькими до них коливаннями,
- С – з прямолінійними коливаннями,
- ІС – з близькими до прямолінійними коливаннями.

Такий поділ одночасно дає уявлення про інші ознаки - розташування поверхні, що просіває, щодо горизонту і числі встановлених на грохоті віброзбудників. Наприклад, "І" (інерційний) - похилий грохіт з круговими або близькими до них коливаннями, що збуджуються дебалансним (відцентровим) віброзбудником (рис. 1.2); “С” (самобалансний) – горизонтальні або слабонахильні грохоти з прямолінійними коливаннями, що збуджуються самобалансним віброзбудником з кінематичною синхронізацією двох дебалансних віброзбудників (з зубчастим зачепленням) або двома дебалансними віброзбудниками, що самосинхронізуються (рис. 1.3).

Рис 1.3. Грохіт інерційний

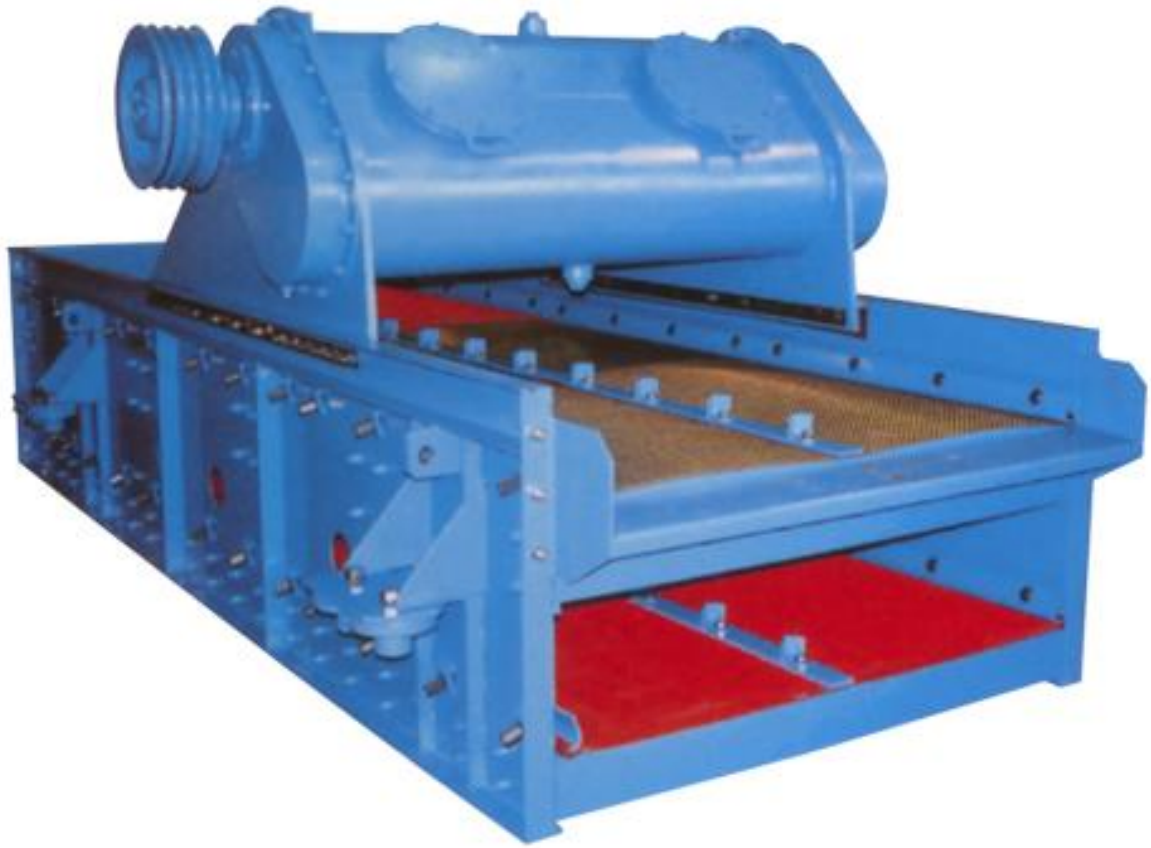


Рис. 1.4. Грохіт самобалансний

Грохочення (відсіювання, розсівання, класифікація, поділ) – процес поділу сипучого матеріалу на класи крупності просіюванням його через одну або кілька паралельно або послідовно розташованих поверхонь, що просівають, з каліброваними отворами. В якості поверхні, що просіває грохотів, що є його основною робочою частиною, часто застосовують полімерні і металеві сита різних конструкцій.

В результаті грохочення отримують матеріал, що залишився на ситі - надрешітний (плюсовий) продукт, і пройшов через отвори сита - підрешітний (мінусовий) продукт.

Матеріал, що надходить на грохіт, називається вихідним, а продукти грохочення – класами. Клас, який використовують у виробництві як готовий товарний продукт називають сортом.

Послідовний ряд розмірів отворів сит від великих до менших, прийнятих під час грохочення, називається шкалою грохочення (класифікації), а постійне відношення розмірів отворів суміжних сит – модулем шкали грохочення.

Граничним зерном поділу називається розмір вузької фракції, вилучення якої в надрешітний і підрешітний продукти становить 50%. Зерно у даному разі – будь-яка частина матеріалу, від великих шматків до дрібних частинок.

1.3.2 Самобалансні грохоти з віброзбудниками, що самосинхронізуються

Істотним недоліком самобалансного грохоту з двовальним віброзбудником є наявність зубчастої передачі, що створює сильний шум і потребує частого ремонту. Цей недолік усунений у самобалансних грохотах, що використовують механічний ефект – самосинхронізацію обертання кінематично незв'язаних неврівноважених роторів.

У грохоті, що самосинхронізується, є два незалежні дебалансні віброзбудники, безпосередньо не пов'язані між собою якою-небудь передачею. Їхні вали обертаються окремими електродвигунами в протилежному напрямку з однією і тією ж (за абсолютним значенням) кутовою швидкістю і з однією і тією ж

фазою (кутом повороту) в результаті самофазування та автоматичної синхронізації. Самофазування здійснюється шляхом відповідного підбору всіх рухомих мас, їх моментів інерції та взаємного розташування. Такі віброзбудники є самосинхронізуються (рис. 1.4). Їхні вали з дебалансними вантажами, закріплені в бортових стінках короба, обертаються назустріч один одному, тому результуюча відцентрових сил інерції спрямована прямою і проходить через центр тяжіння короба. В результаті досягаються прямолінійні, спрямовані під заданим кутом до площини сітки, синусоїдальні коливання короба.

Рис. 1.4. Грохіт із прямолінійними коливаннями типу ГСС.

Самобалансні грохоти одночасно виконують дві функції - класифікації по крупності та транспортування матеріалу, тому можуть бути встановлені або горизонтально, або під малим кутом до горизонту (рис. 1.5).

Рис. 1.5. Вібраційний самобалансний грохіт з кутом нахилу просіювальних поверхонь 15°

1.3.3 Технологічні проблеми процесу грохочення

Нині є кілька технологічних проблем, які негативно впливають на експлуатаційні показники операцій грохочення.

Перша проблема – грохіт вологої гірської маси. Підвищення вологості матеріалу призводить до обгортання дрібних фракцій, їх віброущільнення на поверхні, що просіває, залипання отворів, а в результаті - до зниження ефективності грохочення і якості продукту поділу.

Друга проблема - класифікація важко грохотливих сипучих матеріалів, особливо при тонкому та особливо тонкому грохотінні. Такий матеріал містить великий відсоток зерен граничної крупності. Потрапляючи в комірку, вони відчувають значне тертя з боку стінок або заклинюються в комірці, або знаходяться в ній тривалий час, що призводить до зниження живого перерізу сита.

Існує три основних способи вирішення проблем видалення застряглих зерен з осередків сита: повідомлення поверхонь великих прискорень, що просівають, механічне вплив на них, застосування динамічно активних поверхонь, що просівають.

Порушення вібраційних режимів з великими прискореннями поверхні, що просіває, вимагає посилення конструкції грохоту і збільшення потужності електроприводу.

Очищення сита шляхом механічного на нього (з допомогою гумових куль, щіток тощо.) призводить до ускладнення конструкції грохоту і передчасного виходу сита з ладу.

Найбільший ефект самоочищення проявляється в грохотах з відносними коливаннями поверхні, що просіває, при її кінетичному збудженні через короб або при безпосередньому збудженні на сито віброзбудниками. Можливість таких коливань сит забезпечується за умови, якщо вони мають достатню пружність і (або) еластичність.

До динамічно активних ситів відносяться такі, що просівають поверхні яких можуть здійснювати додаткові щодо короба віброгрохоту коливання з такими режимними параметрами, які впливають на процес грохотіння. До таких ситів можна віднести всі еластичні полімерні сита, частина пружних і армованих сит, і повністю виключаються сита з жорсткими на вигин поверхнями, що просівають. Зважаючи на те, що режими, що використовуються при грохотуванні, залежать від крупності матеріалу, що розділяється, то при тонкому і особливо тонкому грохотінні металеві сітки також можуть бути динамічно активними.

По конструкції поверхні, що просіває, динамічно активні сита діляться на

мембранні, листові, стрічкові, струнні та ін. вони виготовляються з пружних і еластичних полімерів, металів та їх сплавів. Вібраційні грохоти для дрібного та середнього грохотіння, що мають великі амплітуди коливань і меншу частоту, при певному виборі характеристик поверхонь, що просівають, можуть забезпечити реалізацію їх відносних коливань з необхідними режимними параметрами.

Для роботи еластичних сит в діапазоні зворотних деформацій вони повинні бути натяжними, щоб при коливаннях виключалися провисання поверхні, що просіває.

Параметри відносних коливань поверхонь, що просівають, залежать від режимних параметрів вібраційного грохоту або віброзбудників (при безпосередньому збудженні сита) і власної частоти поверхні, що просіває, або її елементів. Власна частота визначається механічними властивостями та конструкцією сита. При відносних коливаннях комірчастого сита, нормальних до його поверхні, поверхня, що просіває, згинається (рис. 1.6), внаслідок чого деформується переріз отвору. Затиснуте в осередку зерно матеріалу звільняється і пружними силами сита виштовхується в надрешітний або подрешетний продукт.

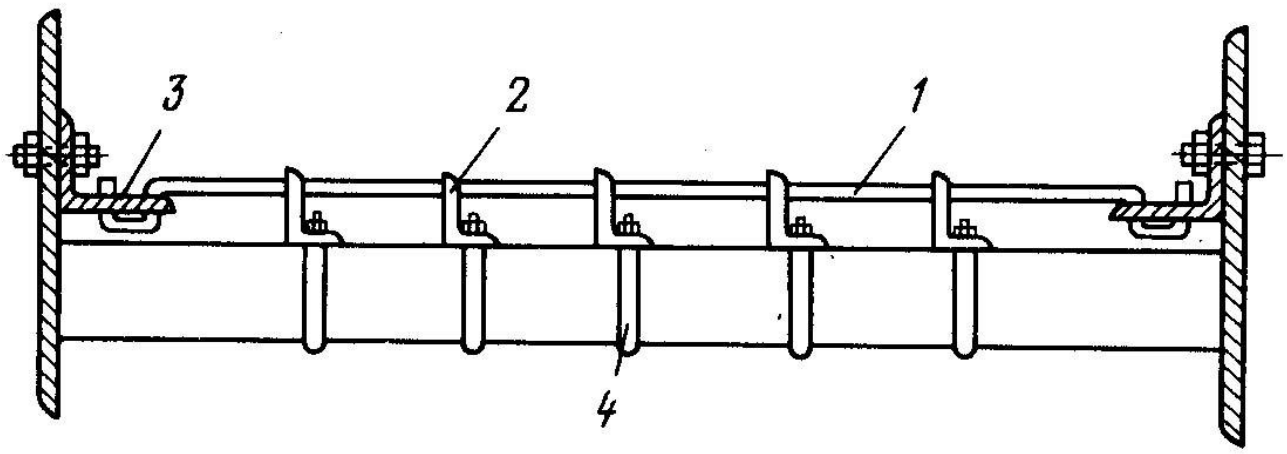


Рис. 1.6. Характер деформацій осередку сита при згинанні

Характер руху по динамічно активної поверхні, що просіває окремих зерен матеріалу (при відсутності шару) стрибкоподібний, причому, чим ближче знаходиться частка до краю поверхні, що просіває, тобто. до місця закріплення еластичних елементів сита, тим менш інтенсивно вона підкидається; у центрі сита,

де прогин еластичних елементів максимальний, частка підкидається на максимальну висоту. Швидкість руху частки різко зростає зі збільшенням частоти коливань і трохи повільніше - зі збільшенням амплітуди коливань.

Зі збільшенням навантаження на сито до появи шару грохотливого матеріалу в одну-дві частинки знижується максимальний прогин у центрі сита. Частинки рухаються по ситу рівномірним шаром з підкиданням, розпушуванням та інтенсивним перемішуванням; при цьому практично немає зон із різною швидкістю руху.

Подальше збільшення навантаження на сито гасить коливання еластичних елементів, швидкість переміщення частинок знижується, на ситі росте шар матеріалу, який при цьому не розпушується. Розтягуючи еластичні елементи сита, ця маса матеріалу практично не коливається, у той час як короб грохоту, як і раніше, робить коливання в заданому режимі.

Таким чином, щоб не допустити закрупнення підрешітного продукту, необхідно утримувати продуктивність нижче за допустиме значення.

Дослідження полімерних сит та досвід їх експлуатації дозволяють укласти, що релаксація полімерних матеріалів може негативно впливати на ефективність грохочення, і дану властивість еластичних матеріалів сит необхідно враховувати при виборі, створенні та експлуатації полімерних поверхонь, що просівають. Усунути релаксацію сит можна шляхом армування нерелаксуючим матеріалом.

2. ВИБІР ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГРОХОТУ

2.1 Основні параметри грохоту

Отриманий в результаті дроблення продукт є вихідною сировиною для процесу поділу цього матеріалу на частини по великій частині його частинок. Такий процес називається грохотінням, а пристрій для цього – грохотом. Сипуча суміш, що надходить на грохіт, називається вихідним матеріалом. Зерна матеріалу, розмір яких перевищує розмір отворів поверхні грохочення, залишаються на цій поверхні та називаються верхнім класом. Зерна, що пройшли через сито – нижнім класом. Якщо матеріал, що сортується, проходить «n» поверхонь грохочення, то в результаті отримують «n+1» класів (фракцій).

Існує кілька способів поділу матеріалу на фракції:

- механічний,
- пневматичний,
- гідравлічний,
- електромагнітний.

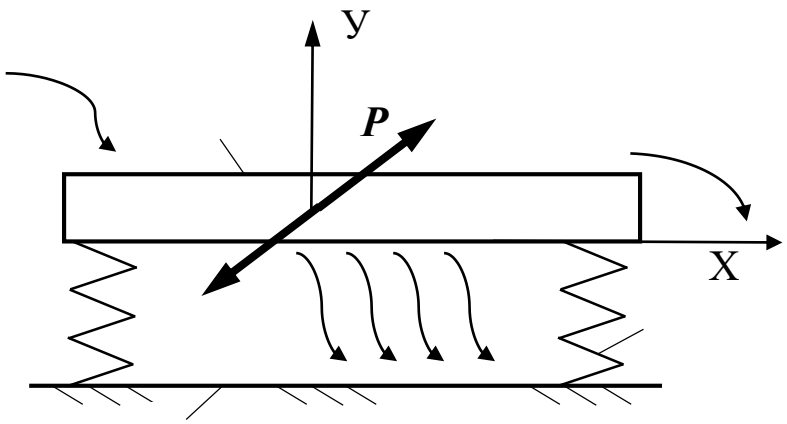


Рис. 2.1. Схема механічного грохоту:

1 – основа; 2 – просіююча поверхня; 3 – амортизатори; 4 – вихідний матеріал; 5 – верхній клас; 6 – нижній клас; Р - зовнішня сила, що приводить поверхню, що просіває, в коливальний рух.

Процес грохочення оцінюється двома показниками:

– продуктивність – кількість вихідного матеріалу, що надходить в одиницю часу;
– ефективність грохочення «Е» – відношення маси матеріалу, що пройшов крізь сито, до маси матеріалу цієї крупності, що міститься у вихідному продукті.

До основних параметрів процесу грохочення відносяться:

– частота коливань сита;
– амплітуда коливань сита;
– кут нахилу грохоту;
– напрямок обертання валу вібратора;
– траєкторія руху сита.

Зміна кута установки віброзбудника дозволяє змінювати швидкість та амплітуду руху частинок, що впливає на ефективність грохочення. Кут нахилу грохоту також впливає і на продуктивність. Зі зменшенням кута нахилу грохоту знижується швидкість переміщення матеріалу по ситу, внаслідок чого зростає ефективність грохочення при одночасному зниженні продуктивності. Зазвичай, у похилих грохотів кут нахилу може змінюватися від 0 до 30°, що дозволяє підбирати необхідні показники грохочення.

Зі зміною кількості дек, що встановлюються в корпус грохоту, змінюється кількість фракцій, які можна отримати. Оптимальна частота та амплітуда коливань грохоту залежать від форми траєкторії його руху. Сукупність цих трьох факторів впливає на ефективність, продуктивність грохочення і здатність грохоту до самоочищення отворів сит від зерен, що застрягають.

Самоочищення грохоту залежить від швидкості, форми, траєкторії та напрямки руху сита. Зі збільшенням швидкості здатність до самоочищення збільшується, але зменшується ефективність грохочення в результаті того, що зі зростанням швидкості підкидання зерна збільшується відстань між суміжними точками зіткнення зерна з поверхнею, що просіває, отже, зменшується кількість

цих зіткнень за час проходження зерна по поверхні, що просіває. Експериментально встановлено, що отвори сита не забиваються зернами, тобто відбувається його самоочищення, якщо висота h підкидання насіння над поверхнею сита перевищує 0,4 розміру отвору L , тобто $h = 0{,}4\,L$. Виходячи з цієї умови, розраховується максимальна швидкість руху поверхні, що просіває. Оскільки систематичне засмічення сит порушує роботу віброгрохоту, цей критерій оцінки при виборі параметрів коливань є першорядним.

При зміні напрямку обертання валу вібратора, встановленого на похилих грохотах, з круговими коливаннями з прямого на протилежний напрямок руху матеріалу по ситі грохоту ефективність грохочення значно покращується, але одночасно знижується продуктивність. Це відбувається через зменшення швидкості руху матеріалу по ситу та отримання траєкторії польоту зерен над ситом, що сприяє кращому проходженню через отвори сит.

Процес грохочення на сіті вібраційного грохоту складається з двох етапів, що відбуваються безперервно та одночасно. На першому етапі дрібні зерна, які підлягають просіву, повинні пройти товщину матеріалу і увійти до контакту з поверхнею сита. На другому етапі дрібні зерна повинні пройти через отвори сита. Перший етап процесу грохочення закінчується на певній частині сита майже рівної повної довжини, якщо товщина шару матеріалу не перевищує певної величини (критичної), і в цьому випадку ефективність грохочення досить висока. Другий етап триває протягом руху матеріалу по всій довжині сита. Тому продуктивність повинна вибиратися такою, щоб товщина шару матеріалу на ситі не перевищувала критичної величини.

На підставі цього як оптимальна продуктивність грохоту слід приймати її найбільше значення, при якому ефективність грохочення для даних конкретних умов буде близька до максимальної. Ефективність грохочення не залежить від розміру отворів сит за інших рівних умов. Продуктивність грохочення, як правило, зростає зі збільшенням розміру отворів.

У цій роботі розглядається грохіт самобалансний багатодековий з шириною

поверхні, що просіває, 1000 мм, кількість ярусів дек - до 6 штук.

Грохіт інерційний типу призначений для класифікації сипучого матеріалу дрібної крупності на 7 фракцій. Характерні особливості грохоту цієї конструкції: регулювання амплітуди коливань; зміна кута напряму коливань; можливість вибіркової заміни сит без трудомісткого розбирання; наявність системи очищення сит; рівномірний розподіл матеріалу за шириною грохоту; запобігання різьбовим з'єднанням від самовідгвинчування.

Основні технічні характеристики зазначені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Технічні показники грохоту.

Найменування	Значення
Розміри поверхні, що просівають, мм	
Продуктивність	

ь харчування (залежно від крупності поділу), т/год	
Крупність поділу, мм	
Крупність вихідного жив	

лення не більше, мм	
Кількість поверхонь, що просіваються, шт.	
Кут нахилу поверхні, що просіває, град	

Кут напрямку коливань до горизонту, град	
Амплітуда коливань, мм	
Частота коливань, Гц	
Потужність	

двигуна AIP 80 B4, не більше, кВт	
Габаритні розміри, мм:	
довжина	
ширина	
висота	
Маса, кг	

Грохіт є грохотом інерційного типу з дебалансним віброзбудником, що створює спрямовані коливання робочого органу (сита).

Грохіт (рис. 2.2) складається з рухомого корпусу 3, встановленого на пружних елементах (пружини 6), п'яти несучих дек 15-19 з ситами, які ставляться один на одного і закріплюються вісьмома шпильками 8. Пружини встановлені на опорах рами. До корпусу 3 міцними болтами кріпиться віброзбудник, що складається з двох вібраторів, встановлених на двох боковинах 13. Вібратори 1 з'єднані з двигунами 12 за допомогою муфт 14. Рама 2 складається з каркаса, до якого приварені чотири пружинних опори. До каркаса болтами кріпляться чотири стійки 4 і 5. До стійок кріпиться кришка 10.

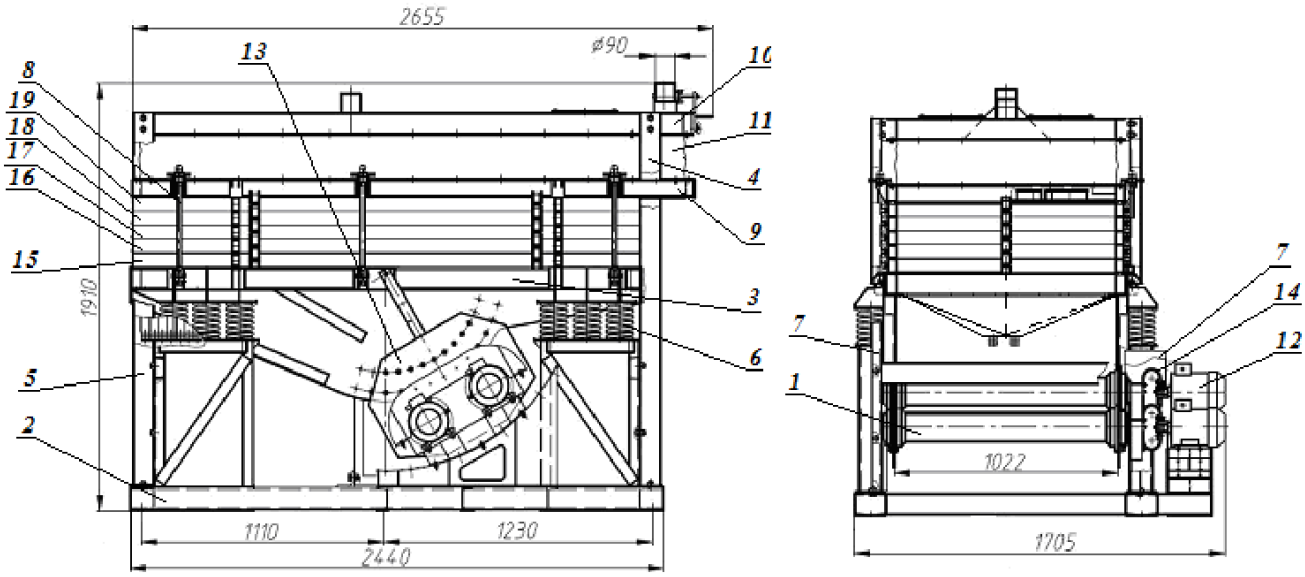


Рис. 2.2. Конструкція грохота:

1 – вібратор; 2 – несуча рама; 3 – корпус; 4, 5 – стійка; 6 – пружина; 7 – кожух; 8 – шпилька; 9 – каркас; 10 – кришка; 11 - фартух; 12 – двигун; 13 – борт; 14 - муфта; 15-19 – дека із ситом.

Принцип роботи грохоту полягає в тому, що під дією неврівноважених мас вібраторів, що обертаються у протилежних напрямках, корпус грохоту здійснює спрямовані коливання із заданою амплітудою та частотою. Матеріал в корпусі під дією вібрації рівномірно розподіляється поверхнею верхнього сита і далі транспортується вздовж сита, поділяючись на підрешітний і надрешітний продукти. Підрешітний матеріал, потрапляючи на нижнє сито, як і рухаючись його поверхні, поділяється на підрешітний і надрешітний продукти й до нижнього сита.

Продукти, дійшовши до краю сита, висипаються у вирву і через шланги, приєднані до патрубків, що відводять, транспортуються в збірні ємності.

Установка поверхонь, що просівають, відбувається наступним чином: нижній ярус, що складається з двох сит, вставляється в корпус, верхні п'ять ярусів вставляються в деки, в які вкладаються по два сита. Зверху на деки встановлюється каркас. Деки з каркасом притягуються та закріплюються шпильками.

Для зміни сит необхідно зняти шпильки. Далі встановити домкрати таким чином, щоб рухома частина домкрата вставилася в упор деки, що піднімається, а нерухома частина домкрата вставилася в упор попередньої деки (рис. 2.3). Сита витягуються з щілини, що утворилася між деками з торця грохоту.

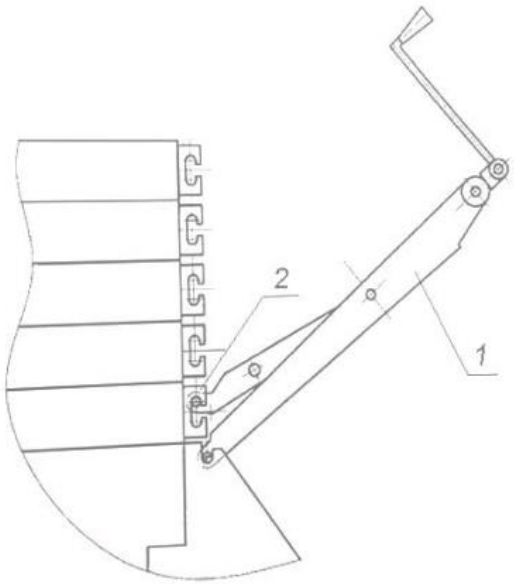


Рис. 2.3. Схема підйому дек грохоту ПММ 26 (для заміни сит):

1 – нерухома частина домкрата; 2 – рухома частина домкрата.

Просіювальні поверхні (сита) є основним робочим органом грохотів, якими здійснюється поділ за класами крупності. Сита натягують на рами, які, у свою чергу, поміщаються в деки – по два сита у кожній деці.

Найбільш оптимальне співвідношення ширини і довжини поверхонь, що просівають, вібраційних грохотів приймають рівним 1:2,5. У промисловості широко використовують металеві та полімерні (гумові, поліуретанові) поверхні,

що просіюють. У ряді випадків полімерні поверхні для посилення механічних властивостей виготовляють із сталевим армуванням.

Якість грохочення залежить від наступних факторів: інтенсивність динамічного режиму коливань грохоту, питоме навантаження на поверхню, що просіває, конструктивні параметри поверхні, що просіває. Інтенсивність динамічного режиму та питоме навантаження визначаються на стадії розробки грохоту та проектування вузла грохочення підприємства; а конструктивні параметри – як у стадії розробки грохоту, і у період експлуатації при оптимізації процесу грохочення. Тому, якщо поверхня, що просіває, не задовольняє споживача за технологічними показниками, вона може бути легко замінена. Щоб не змінювати її часто, вибір поверхні, що просіває, повинен бути зроблений досить грамотно ще на стадії розробки грохоту.

Початковою орієнтуванням при виборі сит та їх кріплення можуть бути вимоги до них та умови їх експлуатації (вид грохочення, характеристики матеріалів, що розділяються, технічні характеристики сит та матеріалів, з яких вони виготовляються, технічні характеристики застосовуваних у технологічних лініях грохотів та транспортних засобів, наявний досвід їх експлуатації та ін.).

При виборі типу сит враховуються взаємозалежні чинники, наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Фактори, що враховуються при виборі сит.

Конструкції та параметри сит	Параметри матеріалу, що сортується, та процесу грохочення
Матеріал сит та його основні фізико-механічні характеристики	Абразивність та хімічна активність матеріалу, що сортується, температура навколишнього середовища
Форма отворів сит та їх взаємне розташування	Форма зерен грохотливого матеріалу, спосіб грохочення (мокрий, сухий)
Живий перетин	Питома продуктивність
Розмір отворів	Розмір зерен матеріалу, якість розсіву
Спосіб кріплення поверхні, що просіває	Вологість матеріалу, розмір шматка
Товщина сита	Розмір граничних зерен матеріалу, що завантажується, продуктивність грохоту

Підбір поверхні, що просіває, повинен відбуватися з урахуванням певних технологічних параметрів: розмір класу крупності, який необхідно виділити в підрешітний продукт, гранулометричний склад вихідного живлення, форма частинок матеріалу і його вологість. При виборі конкретного типу сита необхідно враховувати, що його отворів має бути трохи більшим, ніж розмір граничного зерна, яким ведеться поділ матеріалу.

Теорія грохочення ґрунтується на імовірнісному характері (теорія геометричної ймовірності) процесу проходження зерна крізь отвори сита (рис.

Імовірність проходження зерна через отвір визначатиметься як відношення числа випадків проходження зерна через отвір до загального числа випадків:

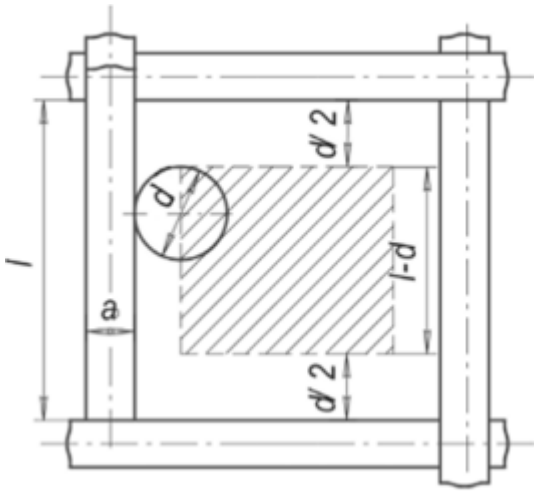


Рис. 2.4. Схема ймовірності проходження зерна через отвір сита.

Величина, обернена до ймовірності *P*, визначатиме ймовірну кількість дження зерна через отвір – 1/*P*.

Імовірність проходження зерна через комірку сита визначається за формулою:

$$P = \frac{(l - d)^2}{(l + a_0)^2} = \frac{l^2}{(l + a_0)^2} \cdot 1 - \frac{d}{l}^2$$

Величина $\lambda = \frac{l^2}{(l + a_0)^2}$ – характеризує ставлення світлової поверхні сита до всієї площі сита.

З цієї теорії можна дійти висновку:

- ймовірність проходження зерна прямо пропорційна світловій поверхні сита;

– процес просіювання зерна залежить від співвідношення розмірів зерна та отвору та не залежить від їх абсолютних розмірів.

Якщо побудувати графік залежності ймовірного числа випадків для проходження зерна 1/*P* від співвідношення l/*d* (рис. 2.5), можна відзначити дві характерні ділянки цієї кривої. Одна ділянка відповідає зернам розміром до 0,75*l*, а інша – зернам розміром > 0,75*l*. При цьому першій ділянці відповідає невелика

кількість ймовірної кількості випадків для проходження зерна через отвір, а для другої ділянки – велика. Тому зерна розміром 0,75l і менше називаються «легкими», а зерна розміром > 0,75l – «важкими».

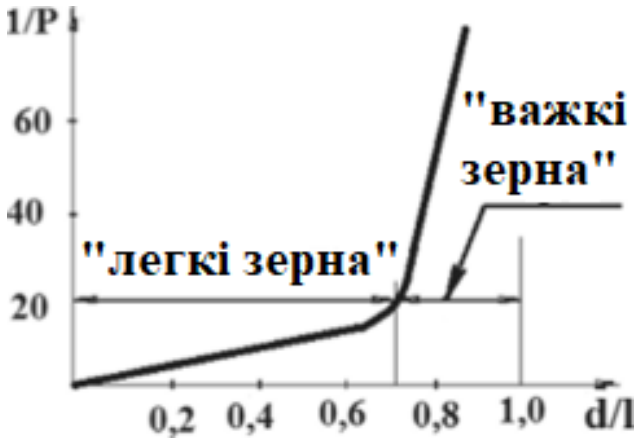


Рис. 2.5. Залежність можливої кількості випадків 1/P проходження зерна від співвідношення l/d

Залежно від розмірів зерен, а також від того, якому грохоченню (мокрому або сухому) піддається матеріал, фахівці різних зарубіжних фірм при виборі параметрів отворів рекомендують враховувати такі положення:

– розмір отворів у гумових ситах має перевищувати розмір отворів у металевих ситах на 10…20%. Однак при виборі розміру отворів сита рекомендується попередньо проводити випробування у конкретних умовах;

– круглі отвори доцільно застосовувати при тривалому грохоченні подрібненого матеріалу підвищеної міцності;

– квадратні отвори найбільш ефективні при грохоченні окатанного матеріалу малої міцності, а також при грохоченні у звичайних умовах;

– щілинні отвори найбільш придатні у разі, коли необхідно забезпечити якісне грохочення подрібненого гравію, при високій продуктивності грохоту, а також при грохоченні матеріалу із зернами розміром до 6 мм, за винятком матеріалу із зернами ліщадної та пластинчастої форми.

Конструкція поверхні, що просіває, є не єдиним фактором, що впливає на якість грохочення, яке багато в чому залежить від конструктивних параметрів самого грохоту. Однак вид поверхні, що просіває, матеріал, з якого вона виготовлена, а також її конструктивні параметри (форма і розміри отворів, товщина) істотно впливають на ефективність грохочення.

Термін служби поверхні, що просіває, залежить від зносостійкості матеріалу, з якого вона виготовлена. Також впливають її конструктивні параметри. З точки зору збільшення терміну служби необхідно мати більш масивну поверхню, що просіває, що, однак, може негативно позначитися на технологічних показниках грохочення.

Нижче наведено діаграму для підбору сита з потрібним розміром квадратного отвору (рис. 2.6) (за рекомендаціями фірми STEINHAUS GmbH) та вказано перевищення розміру отворів над розміром граничної крупності зерна (6%). При використанні сита з прямокутними чи круглими отворами його ширина чи діаметр мають бути помножені на 0,8, щілинного – на 0,7*1*. Такий метод застосовується для грохочення з нормальною швидкістю на ситах, отвори яких розташовуються за напрямом руху матеріалу.

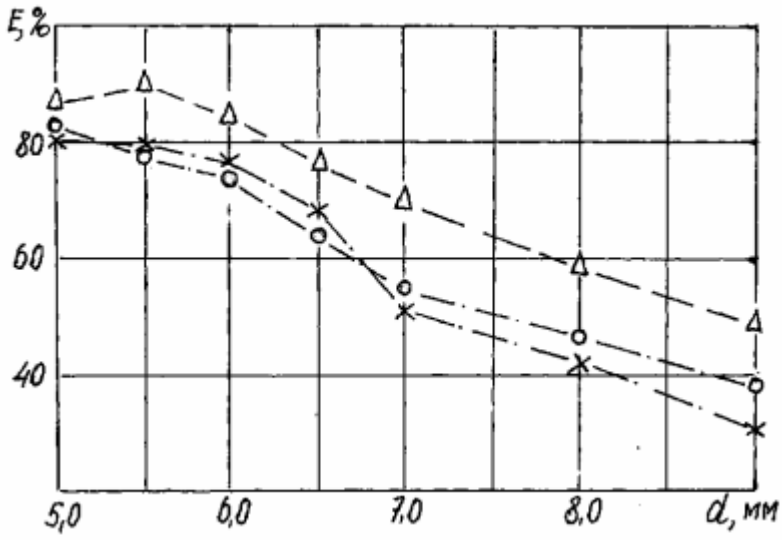


Рис. 2.6. Діаграма для вибору розміру отворів сит по граничній крупності зерна: 1 та 2 – лінії, що обмежують рекомендований фірмою STEINHAUS GmbH діапазон значень з меншим та більшим перевищенням розмірів отворів.

Важливо при виборі сита мати на увазі економічний розрахунок, який необхідно проводити за декількома показниками: зміна продуктивності та ефективності грохотіння при оснащенні грохоту новими ситами, вартість сита, витрати на технічне обслуговування та ремонт, термін служби сита.

Дротові металеві сітки – найбільш широко поширені поверхні, що просівають. Площа живого перерізу таких сіток набагато вища, ніж в інших, що дозволяє ефективно використовувати їх для грохотіння дрібних класів.

За конструкцією збірні сітки діляться на:

– частково рифлені – ЧР – дроти качка мають вигини рифлення у місцях переплетення, а дроти основи – нерифлені;

– рифлені – Р – дроти основи та качка мають вигин рифлення у місцях переплетення;

– складно рифлені – СР – дроти основи та качка мають додаткові вигини рифлення з боків осередку.

За формою комірок у світлі сітки виготовляються із прямокутними, квадратними, шестигранними, ромбічними тощо.

В якості поверхонь, що просівають, застосовуються сітки, що відрізняються способом виготовлення:

– сітка ткана (рис. 2.7, а-в) – утворена перехресним переплетенням дротів основи, що проходять уздовж полотна сітки, з дротом качка, що проходять поперек полотна сітки;

– сітка плетена (рис. 2.7, г) – з круглих або плоских спіралей – утворена вплетенням наступної спіралі у попередню;

– сітка зварна (рис. 2.7, д,е) – утворена з дротів, розташованих у двох взаємно перпендикулярних напрямках та зварених у місцях їх перетину;

- сітка збірна з попередньо деформованого дроту (рис. 2.7, ж-л) - утворена перехресним переплетенням гладких або попередньо деформованих дротів основи з попередньо деформованим дротом.

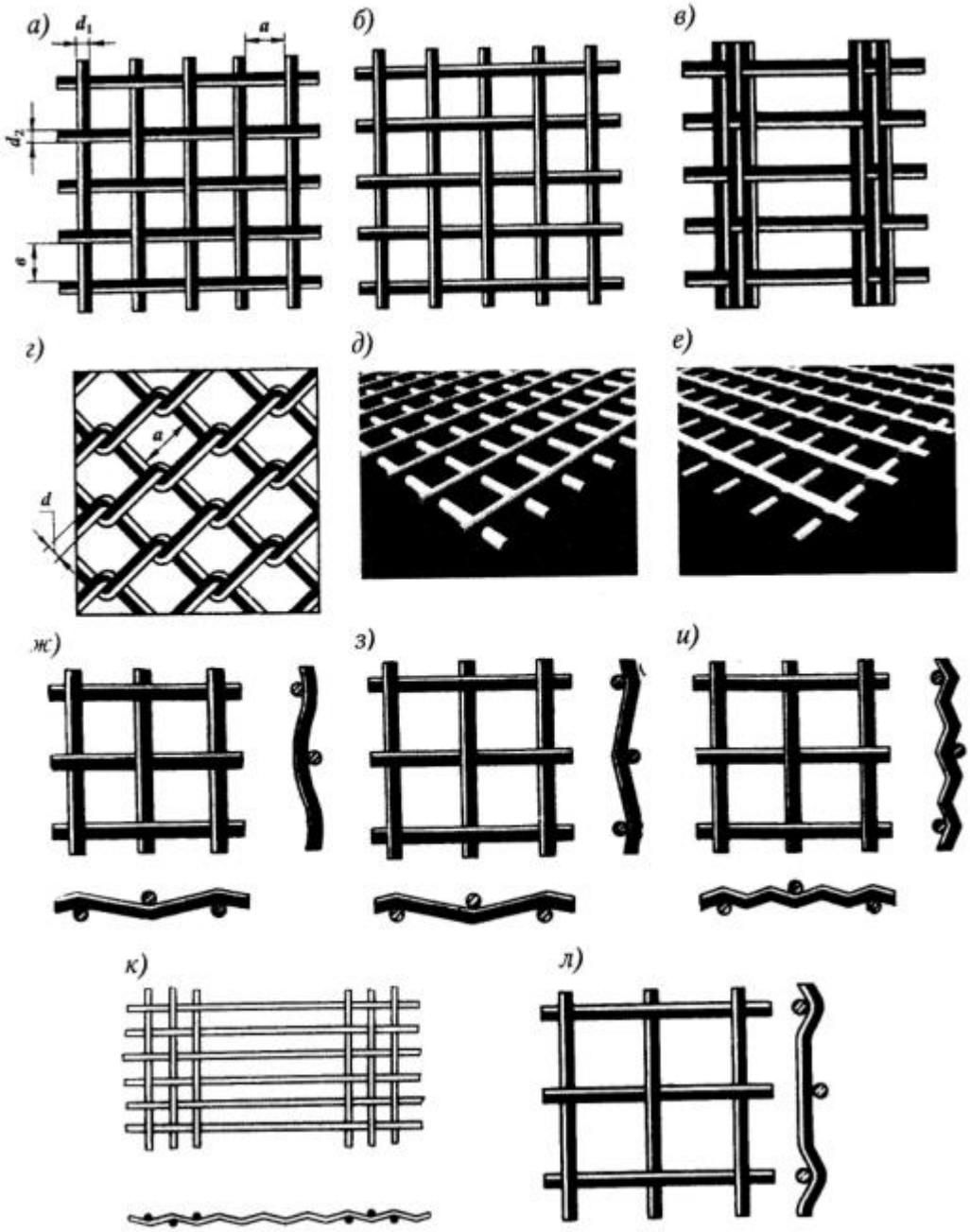


Рис. 2.7. Типи металевих дротяних сіток:

ткана полотняного (а) та саржового (б) переплетень; «насіння» (в); плетена (г); зварена з круглого (д) та спеціального (е) профілів; з частково рифленої (ж), рифленої (з) та складно рифленої (і) дротів; з рифленого дроту з прямокутними осередками (к); із штампованого дроту (л).

За розмірами площі осередків у світлі сітки виробляються:

- особливо великі: понад 625 мм ^{2};

- великі: 25 ... 625 мм ^{2};

- середні: 1 ... 25 мм ^{2};

- дрібні: 0,25 ... 1 мм ^{2};

- найдрібніші: 0,025 ... 0,25 мм ^{2};

- найменші: до 0,025 мм ^{2}.

Живий переріз сіток буває малий (до 25%), нормальний (25…50%), великий (50…75%) та особливо великий (понад 75%).

Дріт сіток виготовляється з низько-, середньо- та високовуглецевої, високолегованої сталей та з кольорових металів та сплавів.

За станом металу дроту розрізняють сітки з загартованого і відпаленого дроту.

За формою поперечного перерізу дроту сітки бувають із квадратного, круглого, Т-подібного, трапецієподібного, плоского дроту та з дроту періодичного профілю.

Термін служби дротяних сит залежить від зносостійкості та діаметра дротів, від конкретних умов експлуатації – продуктивності грохоту, щільності, крупності, абразивності та інших властивостей грохотимого матеріалу, а також від способу кріплення сита та ін.

Головним недоліком дротяних сит є швидке зношування дроту головним чином у вузлах з'єднання сит. Дротові сита схильні до забивання матеріалом і мають нерівну поверхню, яка затримує рух матеріалу і знижує допустиме питоме навантаження.

Також відбувається нерівномірне зношування сіток: в першу чергу зношуються виступаючі частини дроту, а потім сітка втрачає свою міцність і руйнується.

Застосування вуглецевої та легованої сталей не завжди дає необхідний ефект у підвищенні довговічності, так як у більшості випадків сітки виходять з ладу не внаслідок абразивного зносу, а через тендітні або втомні руйнування дротів в результаті безперервних зіткнень з елементами підситника при неякісному.

Надійність кріплення також визначає технологічні показники, одержувані при грохітуванні. Металеві сітки кріпляться на грохотах без натягу та з натягом. Часто застосовується кріплення клинами, розосередженими бортами грохоту, без натягу сітки.

2.2 Розрахунок вібратора, визначення амплітуди коливань та прискорення частинок

Вібратор (рис. 2.8) складається з труби 1, закріпленої на бортовинах спільно з корпусами 2 високоміцними болтами 3. У корпусах встановлені радіально-сферичні підшипники 4 (3612 ГОСТ 5721-75), насаджені на дебалансний вал 5. Підшипникові смуг 6. Змащення підшипників консистентна, здійснюється через маслянку 8 у кришці 6. На обох кінцях валу встановлені дебаланси 9 зі знімними вантажами 10. Вантажі закріплюються болтами.

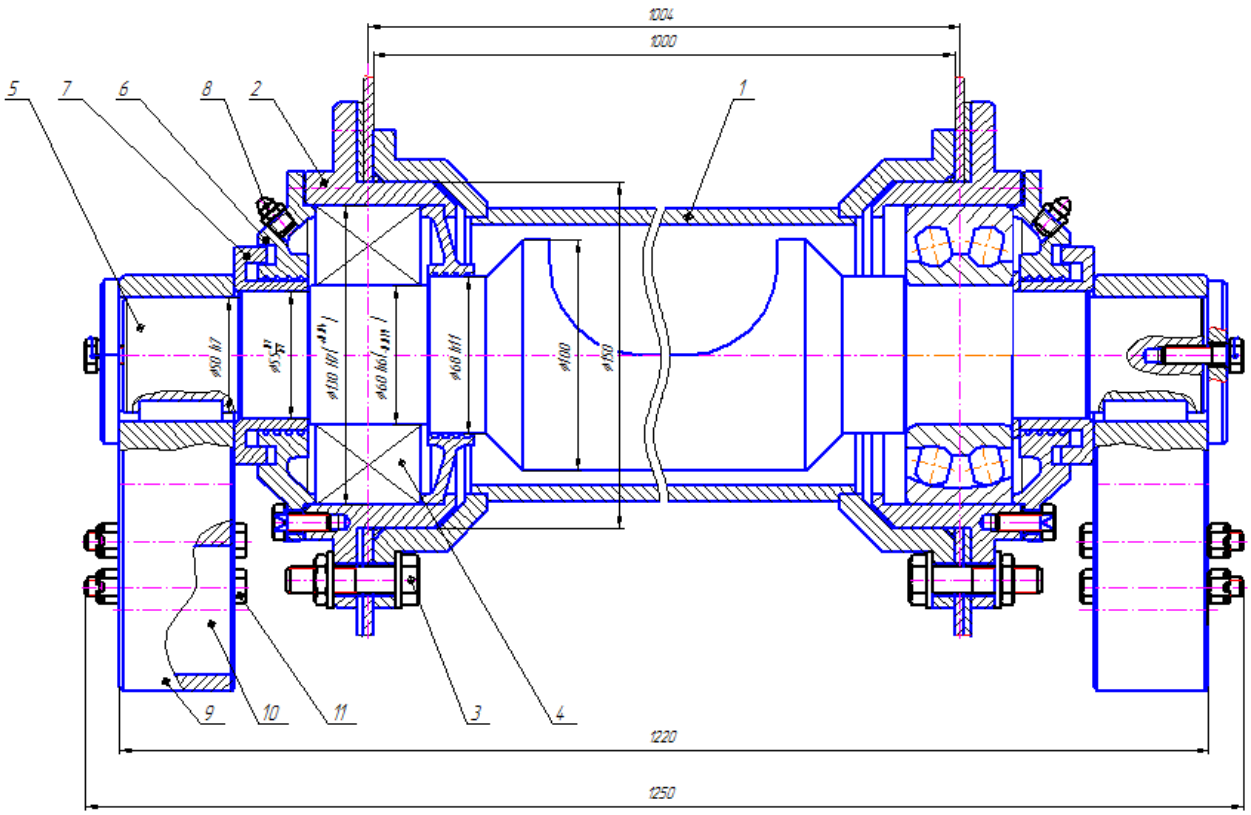


Рис.2.8. Конструкція віброзбуджувача: 1 – труба; 2 – корпус; 3 – болт; 4 – підшипник; 5 – дебалансний вал; 6 – кришка; 7 – втулка; 8 – маслюка; 9 – дебаланс; 10 - знімні вантажі; 11 – болт.

Мінімальна амплітуда грохоту – всі вантажі знято. Максимальна амплітуда – всі вантажі вставлені у гнізда дебалансів. Кількість вантажів в обох дебалансах має бути однаково. Розмір отворів, кут нахилу, напрямок обертання вібратора впливають на ефективність процесу грохочення і багато в чому визначаються режимами коливань дек з ситами.

Визначимо вимушувальну силу, що діє на зерна матеріалу:

Задамося частотою коливань 24 Гц і обчислимо кругову швидкість за формулою:

$$\lambda = 24\ Гц;\ \omega = 2\pi\lambda \Rightarrow\ \omega = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 24 = 151\ рад/сек$$

Розрахуємо силу, що створюється ексцентриком валу вібратора, за формулою:

$$P_{\text{е}} = m_{\text{е}} \cdot r_{\text{е}} \cdot \omega^2$$

де r_E – ексцентриситет вала;

ρ=7800 кг/м^3 – щільність матеріалу ексцентрика;

L – довжина ексцентрика;

F – площа поперечного перерізу ексцентрика;

m_E – маса ексцентрика

$$P_{\varepsilon} = 26{,}4 \cdot 0{,}021 \cdot 151^2 = 12641\ H.$$

Розрахуємо силу, що створюється одним дебалансом, за формулою:

$$P_{Д} = m_{Д} \cdot r_{Д} \cdot \omega^2$$

$m_{Д} = 8{,}65\ кг$ - маса дебаланса;

$r_{Д} = 0{,}063\ м$ - ексцентриситет дебаланса;

$$P_{Д} = 8{,}65 \cdot 0{,}063 \cdot 151^2 = 12425\ H.$$

Розрахуємо силу, яка створюється одним вібратором, за формулою:

$$P_1 = P_{Э} + 2 \cdot P_{Д}$$

$$P_1 = 12641 + 2 \cdot 12425 = 37491\ H.$$

Розрахуємо результуючу змушувальну силу за формулою:

$$P = 2 \cdot P_1$$

$$P = 2 \cdot 37491 = 74982\ H.$$

У зв'язку з тим, що вібратор встановлений під кутом до поверхні, що просіває, обчислимо вертикальну і горизонтальну складові вимушує сили за формулами:

$$P_{ГОР} = P \cdot \sin \alpha$$

$$P_{ВЕРТ} = P \cdot \cos \alpha$$

$$P_{ГОР} = 74982 \cdot \sin 30^0 = 37491\ H;$$
$$P_{ВЕРТ} = 74982 \cdot \cos 30^0 = 65234\ H.$$

Амплітуда коливань визначатиметься за формулою:

$$X = \frac{2 \cdot m_Е \cdot r_Е + 4 \cdot m_Д \cdot r_Д}{M + 2 \cdot m_Е + 4 \cdot m_Д}$$

де М – маса всіх рухомих вузлів грохоту, встановлених на пружини: деки (6 штук – 501,8 кг), сита (12 штук – 120 кг), воронки (7 штук – 18,7 кг), борт (2 штуки – 32 кг), шпильки (8 штук – 9,6 кг), ковпачкові гайки (8 штук – 0,8 кг), шестигранні гайки (16 штук – 1,1 кг), маса вібратора без урахування маси ексцентрика та дебалансів (2 штуки) - 146,6 кг).

$$M = 501{,}8 + 120 + 18{,}7 + 32 + 9{,}6 + 0{,}8 + 1{,}1 + 146{,}6 = 830{,}6\ кг$$

$$X = \frac{2 \cdot 26{,}4 \cdot 0{,}021 + 4 \cdot 8{,}65 \cdot 0{,}063}{830{,}6 + 2 \cdot 26{,}4 + 4 \cdot 8{,}65} = 0{,}0035\ м = 3{,}5\ мм$$

Всі рухи однієї частинки визначаються величиною прискорення, яке вона отримує при коливанні сита. Прискорення визначимо за формулою:

$$W = \omega^2 \cdot X$$

$$W = 151^2 \cdot 0{,}0035 = 79{,}8\ м/с^2$$

Прискорення, необхідне відриву шматка від поверхні сита, розраховуємо за формулою:

$$W > g\frac{\cos\beta}{\sin\gamma}$$

де β = 0° – кут між поверхнею сита і основою грохоту (похилі грохоту - β≈15°);

τ – кут між поверхнею сита та напрямком дії змушуючої сили *P*

g – прискорення вільного падіння.

$$W > 9{,}8\frac{\cos 0}{\sin(90 - \alpha)}$$

$$W > 11{,}3\ м/с^2$$

Розрахункове прискорення *W* набагато більше прискорення, необхідного для відриву шматка поверхні сита. Виходячи з цього, можна дійти невтішного висновку, що отримані значення амплітуди і прискорення є прийнятними даного грохоту.

3. РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ ОСНОВНИХ ВУЗЛІВ ГРОХОТА

3.1 Розрахунок валу вібратора та визначення потужності двигунів

Вал вібратора працює на вигин та кручення (рис. 3.1).

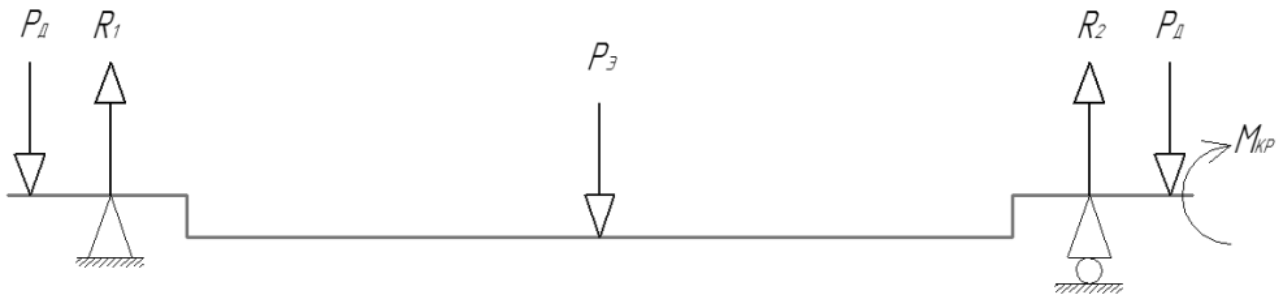


Рис. 3.1. Розрахункова схема валу вібратора.

Визначимо опорні реакції у підшипниках.

У силу симетрії $R_1 = R_2$:

$$R_1 = R_2 = P_Д + \frac{P_Э}{2}$$

$$R_1 = R_2 = 12425 + \frac{12640}{2} = 18745\ H.$$

Визначимо момент крутіння за формулою

$$M_{КР} = R_1 \cdot r_П \cdot f \cdot 2$$

де $r_п$ - радіус зовнішнього кільця підшипника, м;

– коефіцієнт тертя у підшипнику.

$$M_{КР} = 18745 \cdot 0{,}065 \cdot 0{,}01 \cdot 2 = 24{,}4\ H \cdot м$$

Побудуємо епюри згинального і крутного моментів

$$M_{ЗГ}(x_1) = - P_Д \cdot (x_1 - \ell_1)$$

$$x_1 = \ell_1 \rightarrow M_{ЗГ} = 0$$

$$x_1 = \ell_1 + \ell_2 \rightarrow M_{ЗГ} = - P_Д \cdot \ell_2$$

$$M_{ЗГ} = - 12425 \cdot 0{,}083 = - 1031{,}3\ H \cdot м$$

$$M_{зг}(x_2) = -P_д \cdot (x_2 - \ell_1) + R_1 \cdot (x_2 - \ell_1 - \ell_2)$$

$$x_2 = \ell_1 + \ell_2 \rightarrow M_{зг} = -P_д \cdot \ell_2$$

$$M_{зг} = -12425 \cdot 0{,}083 = -1031{,}3\ Н \cdot м$$

$$x_2 = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 \rightarrow M_{зг} = -P_д \cdot (\ell_2 + \ell_3) + R_1 \cdot \ell_3$$

$$M_{зг} = -12425 \cdot (0{,}083 + 0{,}504) + 18745 \cdot 0{,}504 = 2141{,}4\ Н \cdot м$$

З огляду на симетрію дзеркально відбиваємо епюру щодо зусилля $P_Д$

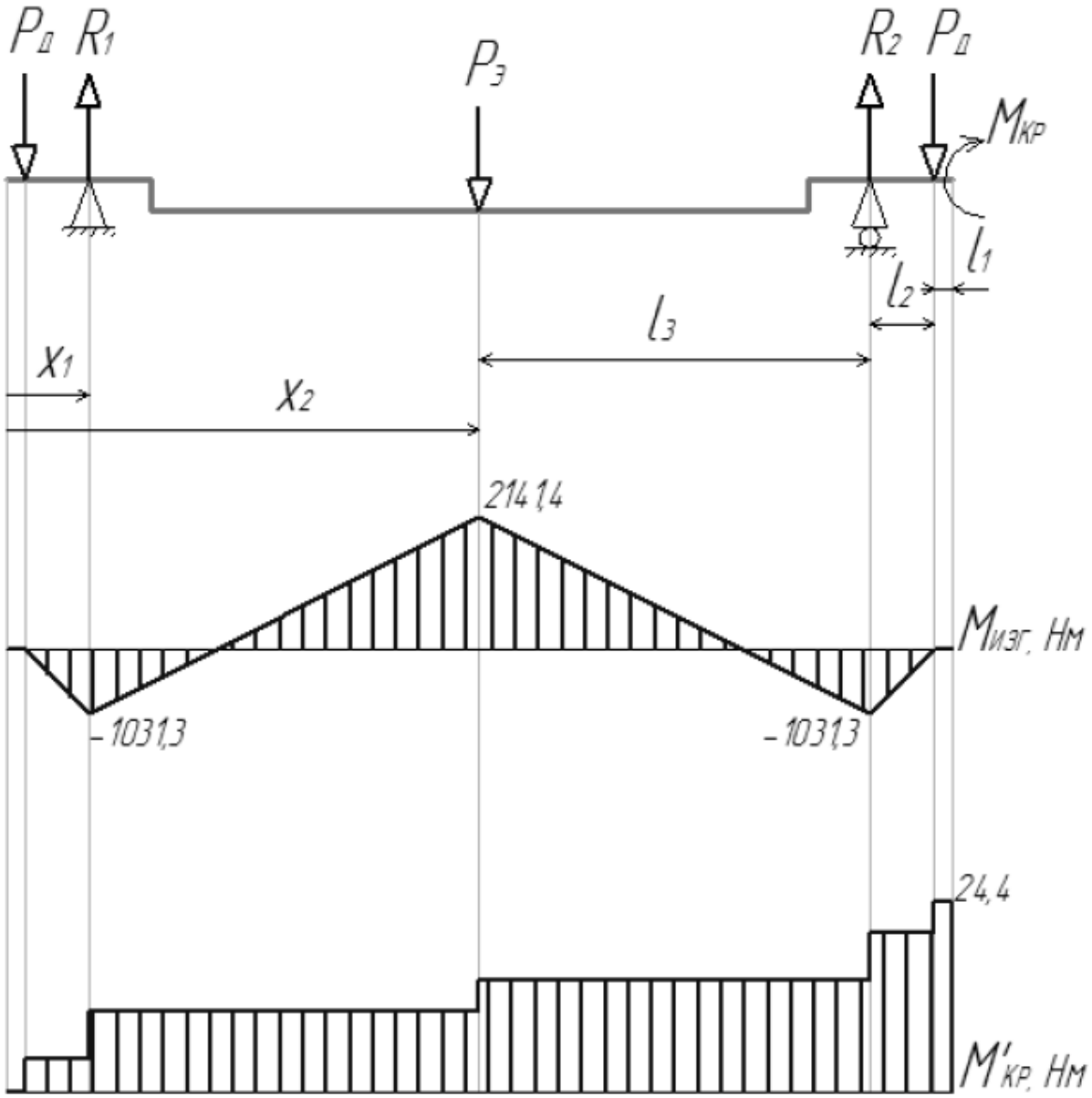


Рис. 3.2. Епюри згинального та крутного моментів.

Розрахуємо максимальний наведений (результуючий) момент у

небезпечному перерізі визначається за формулою

$$M_{ПРИВ} = \sqrt{M_{ЗГ}^2 + 0{,}45 \cdot M_{КР}^2}$$

$$M_{ПРИВ} = \sqrt{2141{,}4^2 + 0{,}45 \cdot 24{,}4^2} = 2141{,}5\ Н \cdot м$$

Визначимо момент опору напівкруглого перерізу за формулою

$$W_{x-x} = 0{,}259 \cdot r^3$$

$$W_{x-x} = 0{,}259 \cdot 0{,}05^3 = 32{,}375 \cdot 10^{-6}\ м^3$$

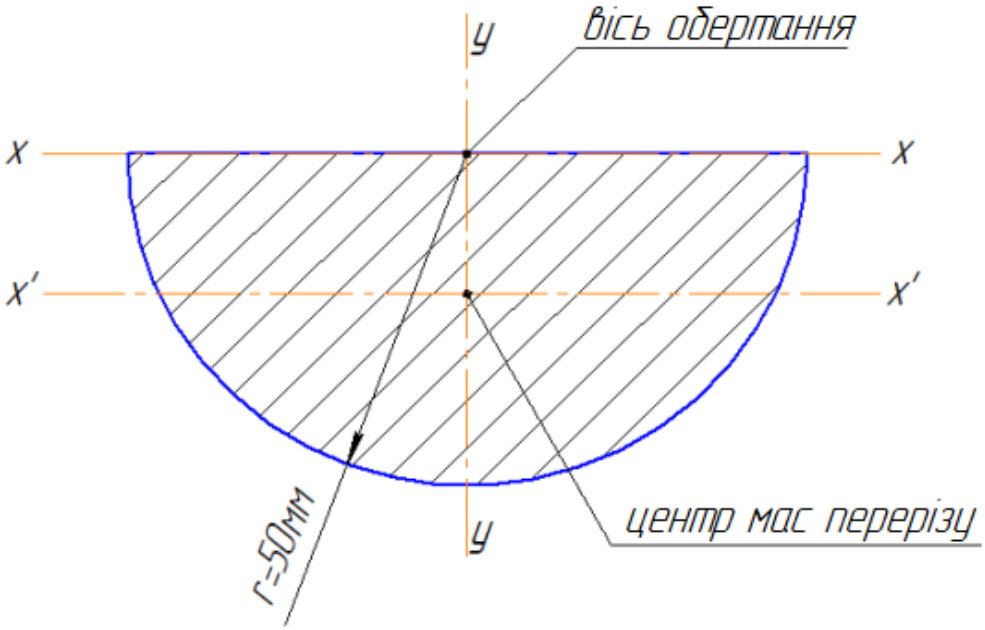


Рис. 3.3. Поперечний переріз ексцентрики валу.

Розрахунок ексцентрикового валу на міцність:

$$\sigma \le [\sigma]$$

Напруження визначається за формулою

$$\sigma = \frac{M_{ПРИВ}}{W_{x-x}}$$

$$\sigma = \frac{2141{,}5}{32{,}375 \cdot 10^{-6}} = 66 \cdot 10^6\ Н/м^2 = 66\ МПа$$

Для виготовлення валу використовуємо сталь 40Х ГОСТ 4543-71 (обробка - загартуванням 850ºС, охолодження у воді; відпуск 615ºС, охолодження на повітрі) з межею міцності

$$\sigma_B = 655\ МПа$$

$$\sigma < [\sigma] \rightarrow 66\ МПа < 655\ МПа$$

Таким чином, вибраний матеріал можна використовувати при навантаженнях, що передбачає дана конструкція грохоту. Потужність двигуна визначимо за формулою

$$N = N_1 + N_2$$

де N_1 - потужність, що витрачається на подолання сил тертя в цапфах ексцентрика, кВт;

– потужність, необхідна для утворення в матеріалі коливальних рухів, кВт.

Для визначення потужностей скористаємося формулами:

$$N_1 = \frac{M_{KP} \cdot \omega}{\eta},$$

$$N_2 = \frac{P_1 \cdot X \cdot \omega}{2} \cdot \sin \alpha,$$

де α - кут зсуву фаз.

$$N_1 = \frac{24{,}4 \cdot 151}{0{,}95} = 3878\ Вт$$

$$N_2 = \frac{37491 \cdot 0{,}0035 \cdot 151}{2} \cdot \sin 20^0 = 3388\ Вт$$

$$N = 3878 + 3388 = 7266\ Вт \approx 7{,}3\ кВт$$

З каталогу вибираємо найближче значення 7,5 кВт. Для роботи грохоту необхідно два двигуни потужністю 7,5 кВт кожен.

3.2 Розрахунок амортизаторів

Жорсткість пружини - коефіцієнт, що зв'язує подовження пружного тіла і силу, що виникає внаслідок цього подовження. Жорсткість чисельно дорівнює силі, що додається до пружини, щоб її довжина змінилася на одиницю відстані (Н/мм).

Динамічну жорсткість визначають за формулою

$$c = \frac{\sum G_i + P_{ВЕРТ}}{X}$$

де ΣG_i - вага рухомих елементів конструкції з урахуванням маси грохотливого матеріалу, Н;

– амплітуда коливань, мм;

ВЕРТ - вертикальна складова примушує сили, Н.

До рухомих елементів відносяться: деки (6 штук – 5018 Н), сита (12 штук – 1200 Н), лійки (7 штук – 187 Н), борт (2 штуки – 320 Н), шпильки (8 штук – 96 Н), ковпачкові гайки (8 штук – 8 Н), шестигранні гайки (16 штук – 11 Н), вібратор (2 штуки – 2340 Н).

При продуктивності 3 т/годину і швидкості руху матеріалу по ситу 10 см/сек, отримуємо, що в секунду на поверхні, що просіває, повинно знаходитися 0,83 кг матеріалу (по 0,12 кг на кожній деці). Довжина поверхні, що просіває, становить 2000 мм. Щоб матеріал заповнив поверхню, що просівають по всій довжині, необхідно 20 секунд.

$$\frac{2000\ мм}{100\ мм/сек} = 20\ сек.$$

Визначаємо масу матеріалу, який буде знаходитися на поверхні, що просіває, протягом 20 секунд: 0,83 кг/сек·20 сек =16,6 кг = 166 Н

$$\sum G_i = 5018 + 1200 + 187 + 320 + 96 + 8 + 11 + 2340 + 166 = 9346\ H$$

$$c = \frac{9346 + 65234}{3,5} = 21308,6\ H/мм$$

На одну пружину доводиться:

$$c_1 = \frac{c}{12} = \frac{21308,6}{12} = 1775,7\ Н/мм.$$

Силові фактори, що діють у будь-якому перерізі пружин розтягування та стиснення, зводяться до моменту $M = 0,5 \cdot P \cdot D_0$, вектор якого перпендикулярний осі пружини, та силі P, що діє уздовж осі пружини.

Момент розкладається на згинальний $M_{зг}=0,5 \cdot P \cdot D_0 \cdot \sin(\alpha)$ і крутний $T=0,5 \cdot P \cdot D_0 \cdot \cos(\alpha)$.

Зазвичай кут α підйому витків не перевищує 12°. Тому розрахунок таких пружин можна вести тільки на крутіння від моменту Т, нехтуючи іншими силовими чинниками у зв'язку з їх незначущістю.

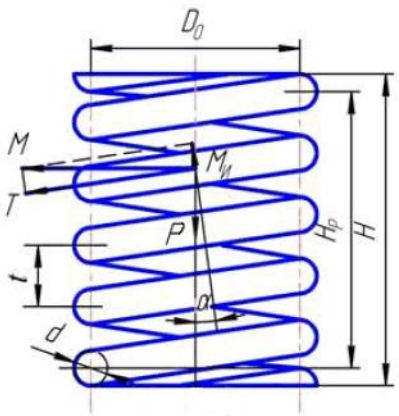


Рис. 3.4. Розрахункова схема пружини.

Максимальна дотична напруга визначається за формулою

$$\tau = \frac{T}{W_p}$$

де Wp – полярний момент опору перерізу дроту.

Перепишемо вираз через складові множники та отримаємо запис

$$\tau = \frac{0{,}5 \cdot P \cdot D_0 \cdot \cos\alpha}{0{,}1 \cdot d^3}$$

$$\tau = \frac{0{,}5 \cdot \frac{65234}{12} \cdot 0{,}11 \cdot \cos 12^0}{0{,}1 \cdot 0{,}018^3} = 497{,}3\ МПа$$

Результати експериментальних досліджень показали, що межі витривалості одного і того ж матеріалу при розтягуванні та крученні менше межі витривалості при згинанні. При симетричному циклі навантаження межа витривалості при крученні дорівнює

$$\tau_{-1} = (0{,}4 - 0{,}7) \cdot \sigma_{-1}$$

де σ_{-1} – межа витривалості при згинанні.

Було здійснено численні дослідження для встановлення зв'язку межі витривалості σ_{-1} з іншими механічними характеристиками матеріалу. Ці дослідження показали, що для сталей справедливий вираз

$$\sigma_{-1} \approx 0{,}5 \cdot \sigma_B$$

де σ_B – межа міцності матеріалу.

Для виготовлення пружин використовуємо сталь конструкційну, ресорно-пружинну марки 60С2Н2А з межею міцності при розтягуванні

$$\sigma_B = 1920\ МПа$$

Отримані при розрахунку значення дотичних напруг, що виникають у пружині, не повинні перевищувати величини:

$$\tau < [\tau_{-1}]$$

$$\sigma_{-1} = 0{,}5 \cdot 1920 = 960\ МПа$$

$$\tau_{-1} = 0{,}7 \cdot 960 = 672\ МПа$$

$$[\tau_{-1}] = \frac{\tau_{-1}}{n} = \frac{672}{1{,}1} = 611\ МПа$$

$$[\tau_{-1}] = 611\ МПа; \tau = 497{,}3\ МПа \Rightarrow \tau < [\tau_{-1}]$$

Таким чином, вибраний матеріал можна використовувати при навантаженнях, що передбачає дана конструкція грохоту.

3.3 Розрахунок підшипника

Руйнування підшипника кочення, що обертається під навантаженням, відбувається через втомні процеси в металі кілець і тіл кочення. Ресурс - число оборотів, яке одне з кілець підшипника робить щодо іншого кільця до появи перших ознак втоми металу одного з кілець або тіл кочення.

Ресурс підшипника обчислюється за формулою

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{F_r}\right)^k$$

де С - динамічна вантажопідйомність, Н;

F_r – показник кривої витривалості;

зведене навантаження, Н;

– частота обертання кільця, об/хв.

Для роликових підшипників *k*=10/3. Динамічна вантажопідйомність для підшипників кочення № 3612 за ГОСТ 5721-75 С=196000 Н. Наведене навантаження для роликових сферичних радіальних підшипників дорівнює радіальному навантаженню на підшипник $F_r = R_1$

Визначимо ресурс підшипника:

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot 1510} \cdot \left(\frac{196000}{18745}\right)^{10/3} = 27496 \text{год.}$$

3.4 Розрахунок пружної муфти

Пружні муфти застосовують для захисту вузлів приводу від динамічних навантажень.

Муфти підбирають за розрахунковим крутним моментом і числом оборотів, дотримуючись виконання умов:

$$M_P = k_P \cdot M_{KP} \leq M_{ТАБЛ}$$

$$n \leq n_{ТАБЛ}$$

де $k_P = 2,5$ – розрахунковий коефіцієнт, що враховує динамічні навантаження в умовах експлуатації.

$$M_P = 2,5 \cdot 24,4 = 61\ Нм$$
$$n = 1510\ об/мин$$

Вибираємо муфту з каталогу:

$$M_{ТАБЛ} = 80\ Нм, \quad n_{ТАБЛ} = 2640\ об/мин.$$

3.5 Розрахунок металоконструкції шляхом кінцевих елементів

Метод кінцевих елементів - це чисельний метод розв'язання диференціальних рівнянь із приватними похідними. Метод широко використовується для вирішення задач механіки твердого тіла, що деформується. Суть методу у тому, що область (одно- , двух- чи тривимірна), займана конструкцією, розбивається на кілька малих, але кінцевих за розмірами, підобластей – кінцевих елементів. Процес розбивки зветься дискретизація.

У цьому проекті розрахуємо несучу раму грохоту.

За допомогою програми SolidWorks побудуємо 3D модель розглянутої конструкції (рис. 3.5).

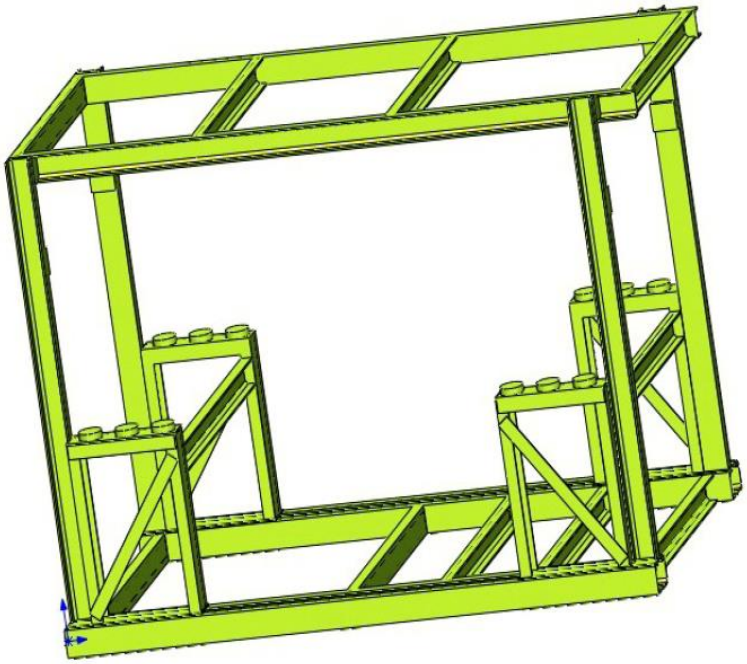


Рис. 3.5. 3D модель несучої конструкції.

Розрахунок конструкції провадиться в наступному порядку:

1) визначаємо місця кріплення грохоту до фундаменту (рис. 3.6 – 3.7):

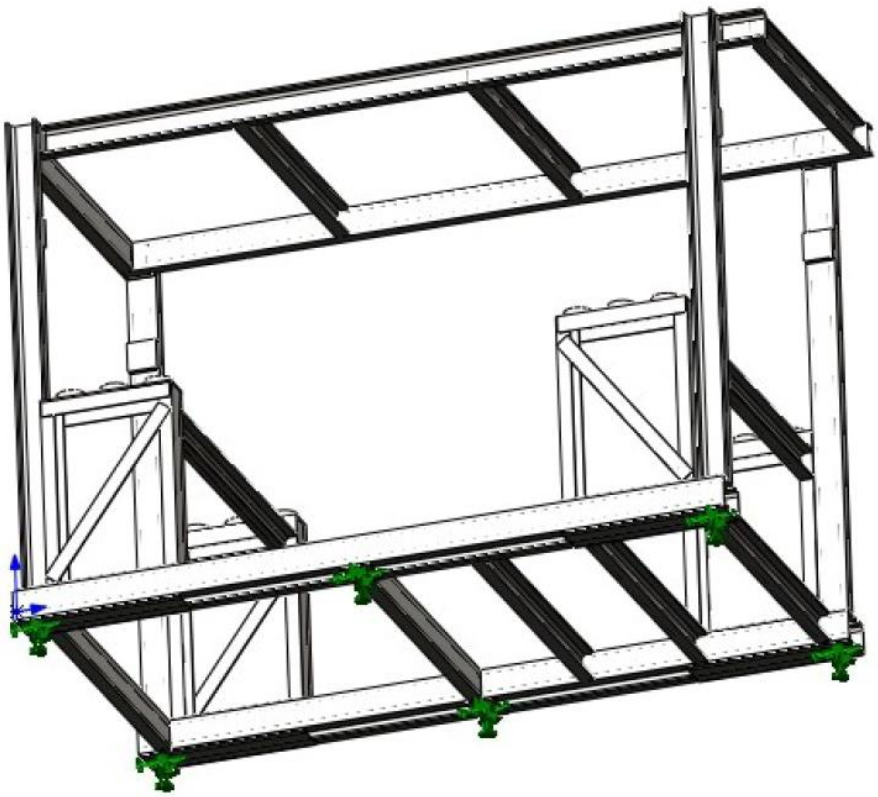


Рис. 3.6. Кріплення грохоту до фундаменту (вид знизу).

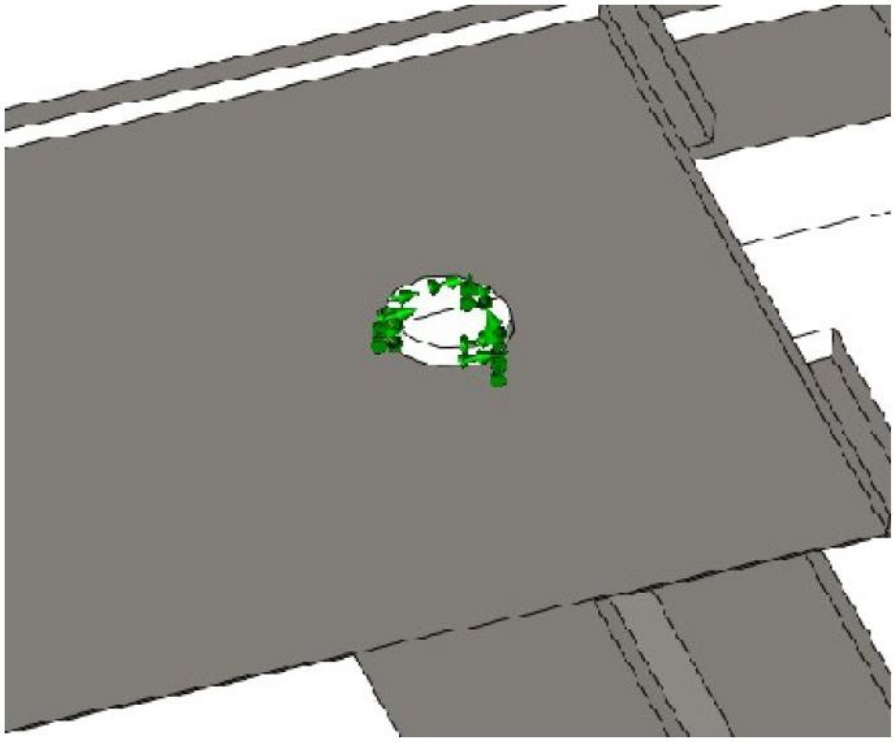


Рис. 3.7. Кріплення грохоту до фундаменту (фіксація отвору).

2) задаємо схему навантаження рами (рис. 3.8-3.9):

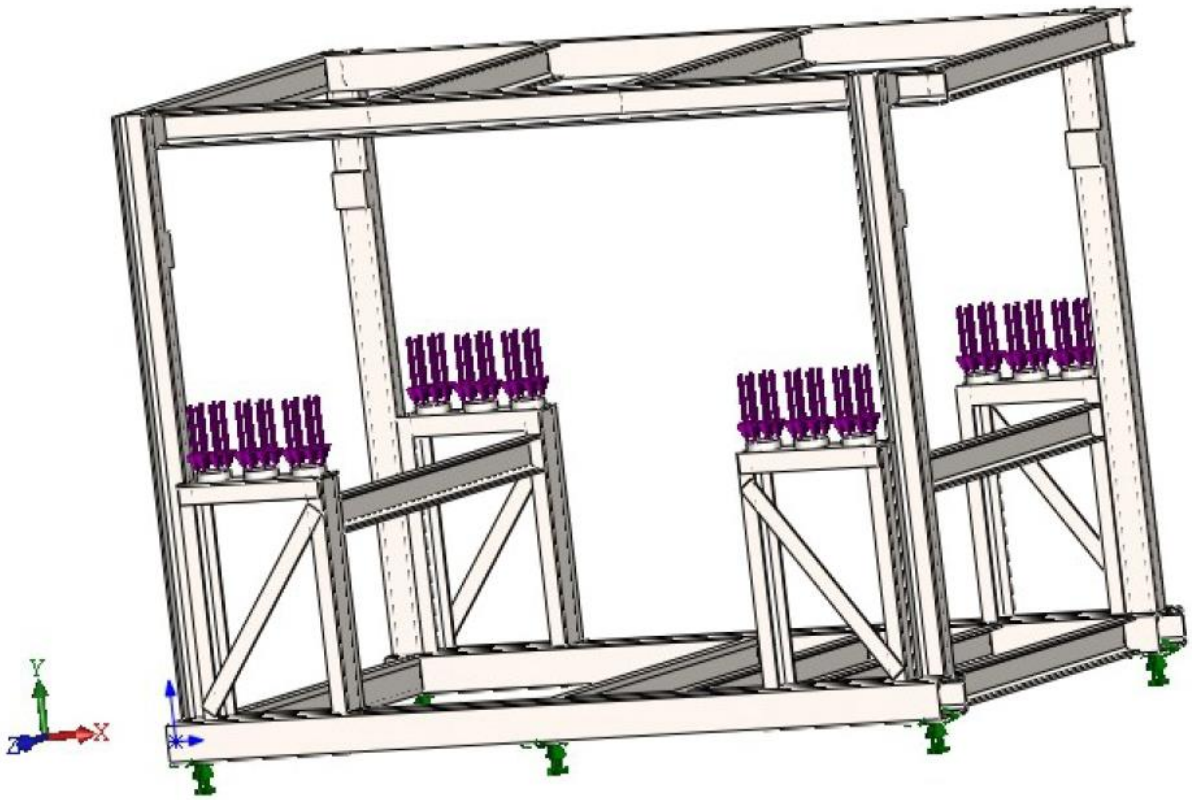


Рис. 3.8. Вертикальні навантаження.

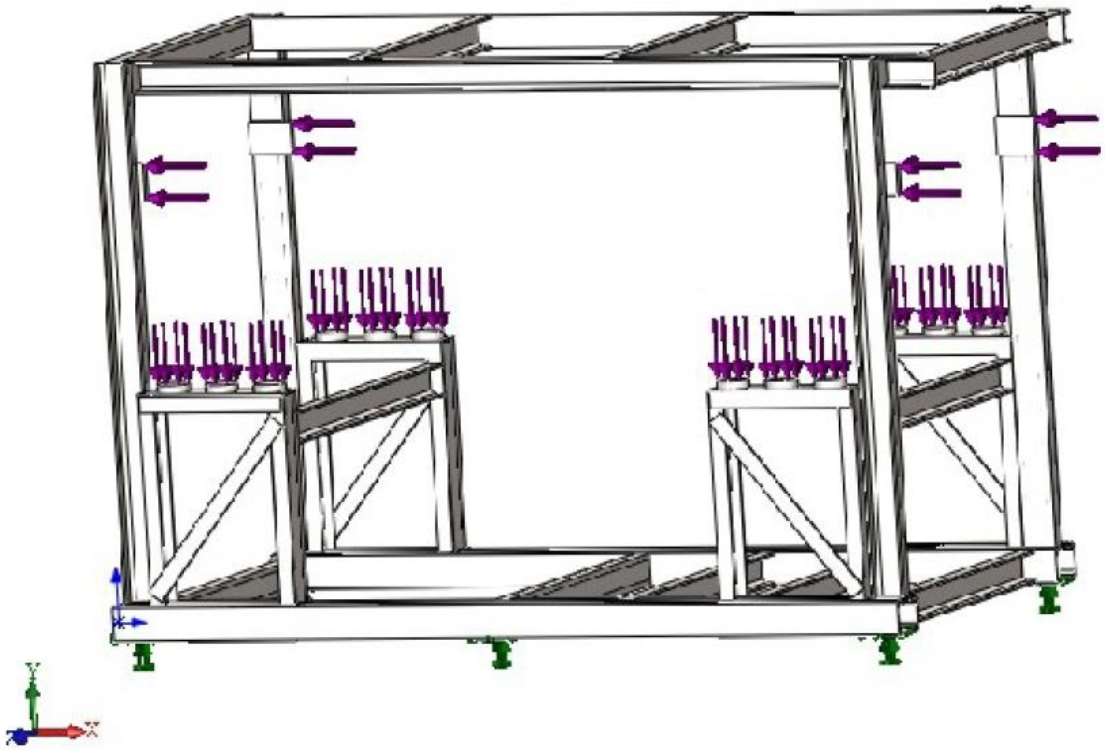


Рис. 3.9. Сумарні навантаження.

3) вибираємо марку матеріалу: для зварної конструкції використовуємо сталь 3;

4) запускаємо процес розрахунку (рис. 3.10):

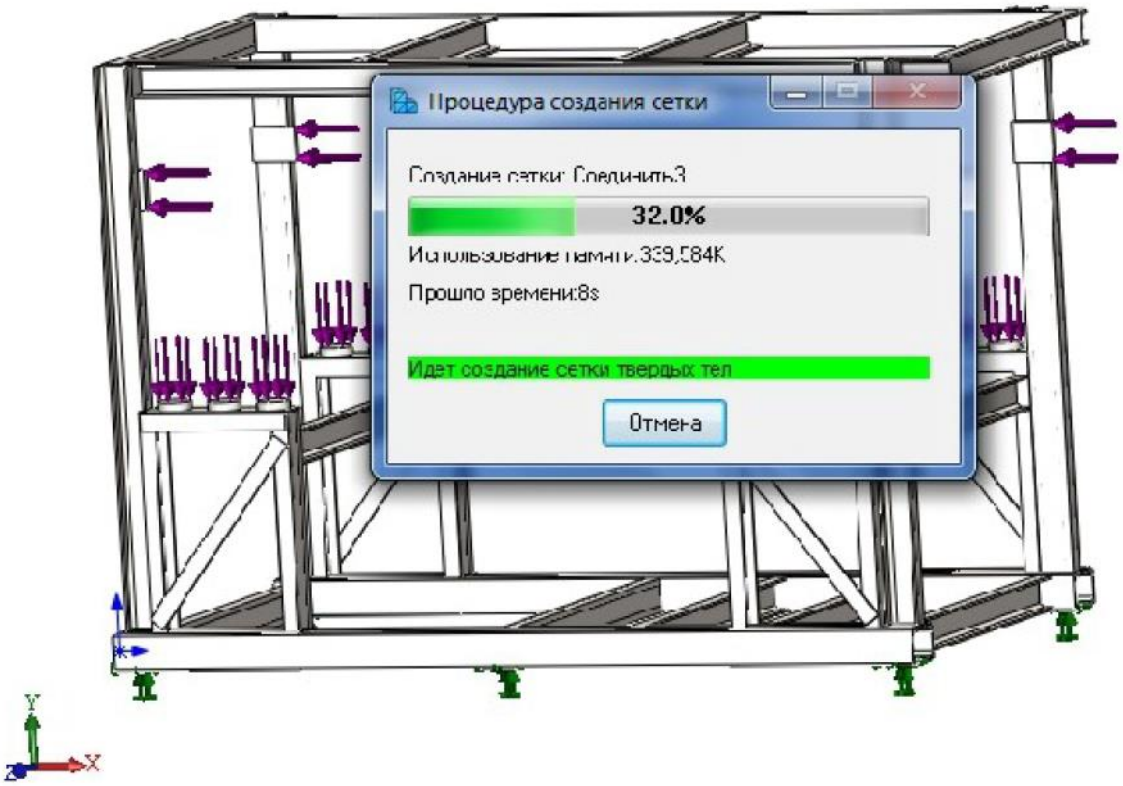


Рис. 3.10. Розрахунок конструкції.

5) В результаті отримуємо епюри напружень (рис. 3.11) та переміщень (рис. 3.12):

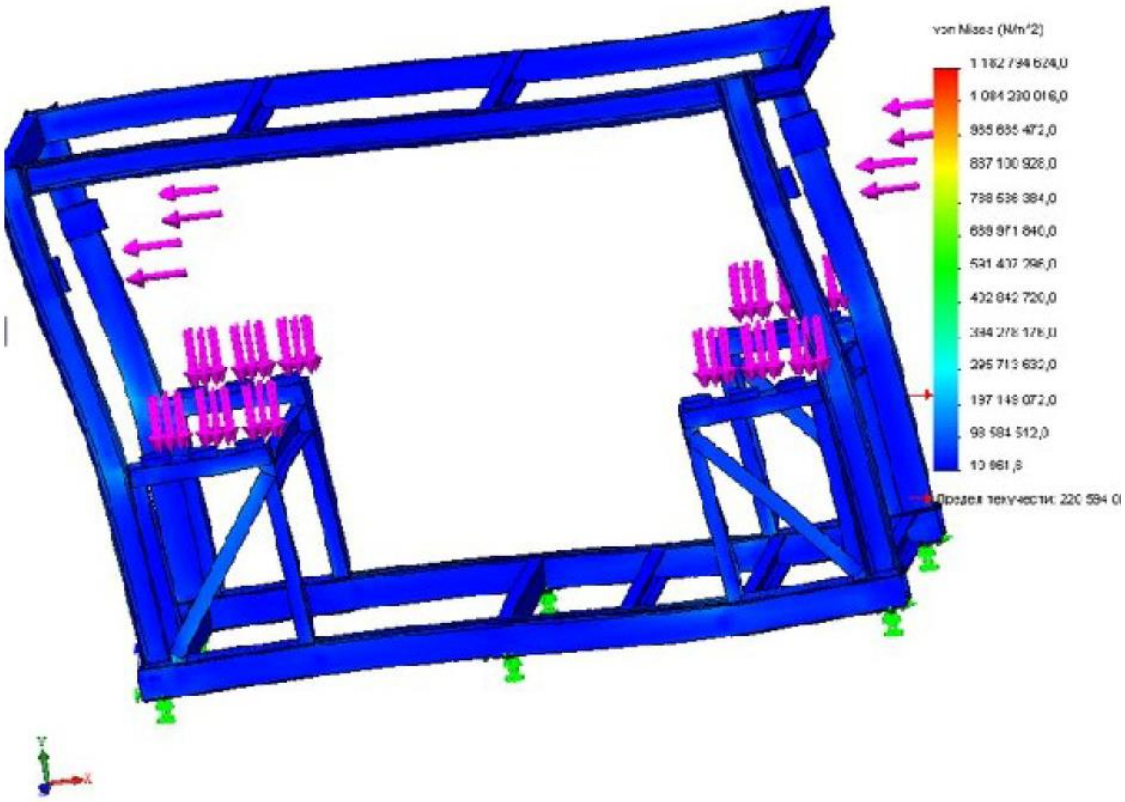


Рис. 3.11. Епюра напруги.

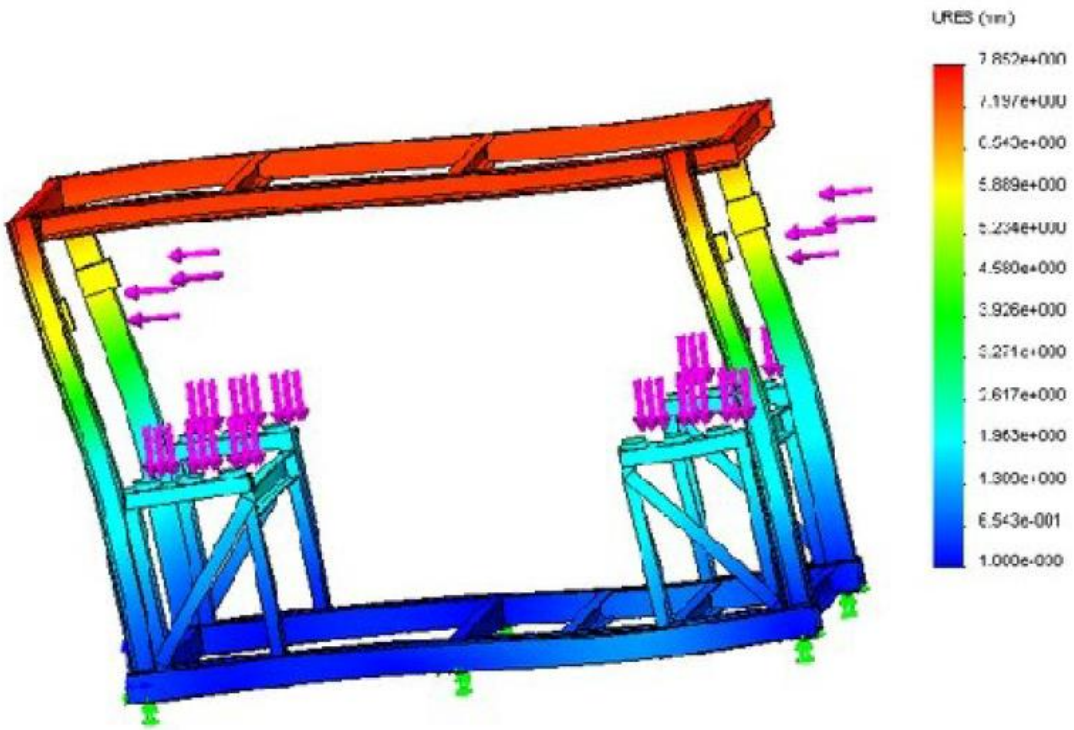


Рис. 3.12. Епюра переміщень.

Метод кінцевих елементів заснований на поданні реальної конструкції її дискретною моделлю та заміні диференціальних рівнянь, що описують напружено-деформований стан суцільних тіл, системою рівнянь алгебри. Водночас цей метод допускає ясну геометричну, фізичну та конструктивну інтерпретацію.

4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Призначення та аналіз роботи деталі у вузлі

Деталь вал застосовується у вібраційному грохоті в якості приводного валу. Він служить для передачі крутного моменту від головного редуктора до робочого органу.

Вал працює у важких умовах, так як на нього весь час діють великі навантаження, а саме при запуску і зупинці грохоту, вал сприймає значні крутні моменти, також він працює в умовах постійного контакту фрикційних матеріалів, які негативно впливають на його роботу.

З даного аналізу можливо зробити висновок, що основними робочими поверхнями валу являються його шийка під підшипники та шийка, яка безпосередньо приймає участь в передачі крутячого моменту. Цим поверхням необхідно приділити особливу увагу, так як вони взаємодіють в приводі з іншими деталями і повинні мати високу точність та шорсткість поверхні. Ці поверхні являються основними для даної деталі. Невисокі вимоги пред'явлені до інших поверхонь, так як вони є не досить відповідальними і не впливають на якість роботи грохоту.

Матеріалом для виготовлення валу являється сталь 45-2-б ГОСТ 1050-88, яка підлягає термічній обробці для отримання необхідної поверхні 170...190 НВ.

4.2 Технологічний процес виготовлення вала

В основу розробки технологічного процесу виготовлення деталі покладено два принципи: технологічний і економічний. Відповідно до технологічного принципу, спроектований технологічний процес має повністю відповідати вимогам робочого креслення і технічних умов на виготовлення даного виробу. Відповідно до економічного принципу виготовлення виробу повинно вестися з мінімальними витратами праці і витратами виробництва. Технологічний процес виготовлення виробів повинен виконуватися з найбільш повним використанням технічних можливостей засобів виробництва при найменших витратах часу і

собівартості виробів.

Згідно з ГОСТ 3.1404-88 карта технологічного процесу призначена для описування технологічного процесу виготовлення або ремонту виробу (складових частин виробу) в технологічній послідовності всіх операцій одного виду формоутворення, обробки, складання чи ремонту із зазначенням переходів, технологічних режимів і даних про засоби технологічного оснащення, матеріальні та трудові затрати. За конструкцією вал є нежорсткий, відношення L/D>15. Для оброблення таких деталей застосовується допоміжну опору – нерухомий люнет.

4.3 Вибір матеріалу та заготовки

Згідно з конструктивними особливостями вала , застосовуємо сталь 45 (ГОСТ 1050 88) гарячекатану круглу нормальної точності за ГОСТ 2590-88. Орієнтуючись на конструктивні розміри вала (рисунок 4.1.) , вибираємо таку заготовку (рисунок 4.2.)

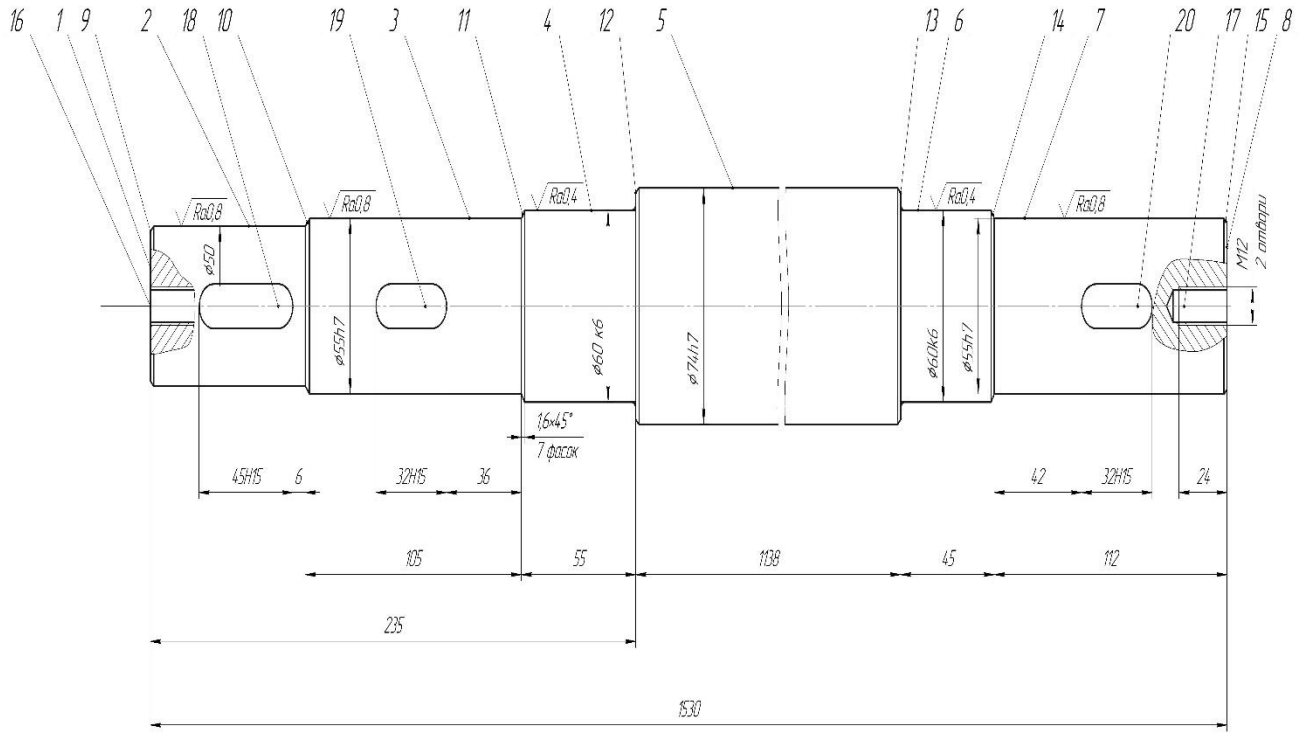


Рисунок 4.1 – Вал

4.4 Призначення припусків на обробку

Припуск на обробку поверхні деталей може бути визначений по відповідних довідкових таблицях, або на основі розрахунково-аналітичного методу.

Таблиці дозволяють призначати припуски незалежно від технологічного процесу обробки деталі й умов його здійснення і тому в загальному випадку є завищеними, містять в собі резерви зниження витрати матеріалу і трудомісткості роботи.

Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків на обробку (РАМВП), розроблений професором В.М. Кованом базується на аналізі показників, що впливають на припуски попередніх і виконуваного переходів технологічного процесу обробки поверхні. Значення припуску визначається методом диференційованого розрахунку за елементами, що складають припуск. РАМВП передбачає розрахунок припусків за усіма послідовно виконаними технологічними переходами обробки даної поверхні деталі (проміжні припуски) , їхнє підсумування для визначення загального припуску на обробку поверхні і розрахунок проміжних розмірів, що визначають становище поверхні, і розміри заготовки. Розрахунковим розміром є мінімальний припуск на обробку, достатній для усунення на виконуваному переході похибок обробки і дефектів поверхневого прошарку, отриманих на попередньому переході, і компенсації похибок, що виникають на виконуваному переході.

Застосування РАМВП скорочує в середньому відхід металу в стружку в порівнянні з табличними значеннями, створює єдину систему визначення припусків на обробку і розміри деталі за технологічними переходами і заготівель, сприяє підвищенню культури виробництва. Але використаємо, більш доступний, дослідно-статистичний метод розрахунку перехідних припусків, що не потребує великих затрат часу та широкого використовується в машинобудівному та ремонтному виробництві. Недоліком даного метода є деяке завищення величини припусків на обробку.

При цьому методі використовуються вже розроблені таблиці перехідних

припусків та допусків. Складемо таблицю результатів по припускам (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Припуски на обробку

№ п/п	Найменування	Припуск, мм
	Чорнова обробка	
	Чистова обробка	
	Шліфування	

Таблиця 4.2 – Проміжних та загального припуску і допусків

Маршрут обробки та розміри, що визначаються	Розмір, мм	Допуск, мм	Припуск, мм
Розмір вала за кресленням			
Припуск на шліфування			
Розмір після чистового обточування			
Припуск на чистове обточування			
Розмір після чорнового обточування			
Припуск на чорнове обточування			
Загальний припуск			
Розмір заготовки			

Приймаємо заготовку Ø85х1530 (рисунок 4.2)

Рисунок 4.2–Заготовка вала

4.5 Підбір верстатів та обладнання

Для виконання даних операцій приймемо верстат 16К20. Для якого виписуємо паспортні дані:

– Число обертів шпинделя, об/хв. - до 1800;

– Потужність електродвигуна, кВт -11;

– Ріжучий інструмент: різці прохідні Т5К10, державка 25х25 кут у плані ψ =

– Пристосування – центра; патрон.

Визначення режимів різання виконуємо у відповідності з "Нормативами режимів різання для технічного формування робіт на металоріжучих верстатах».

4.5.1 Визначення глибини різання

По величині загального припуску на обробку приймаємо глибину різання до 5мм.

4.5.2 Визначення величини подачі

Згідно нормативів по карті №1 "Подачи для чернового точения" визначаємо подачу для обробки сталі різцем Т5К10 при обточці деталей до 600мм (по діаметру), глибиною різання до 5 мм рекомендована подача S =1.0-1.2 мм/об.

4.5.3 Визначення швидкості різання

По карті "скорость резания" для обробки сталі з межею міцності σ -600 МПа та глибиною різання до 5мм- швидкість різання ν=51 м/хв.

4.5.4 Визначення сили подачі

По таблиці нормативів "сила подачі", знаходимо, що при v =51 м/хв та глибиною до 5мм з різцем Е5К10 φ=45° сила подачі PX=2.65 кН.

4.5.5 Визначення числа обертів шпинделя

По встановленій швидкості різання визначаємо число обертів шпинделя стакана, об/хв

·1000/π·D,

де ν- швидкість різання, v = 51 м/хв

- діаметр вала, що точиться, D = 250 мм

Тоді

Згідно з паспортними даними станка призначаємо число обертів шпинделя :

= 160 об/хв.

4.5.6 Перевірка вибраного режиму різання по потужності

Перевіряємо підібраний режим різання по карті "мощность, нужная на резание" визначаємо, що потужність, яка використовується N = 5,8 кВт , тобто менша за максимальну для станка, тобто вибраний режим різання по потужності прийнятний.

4.5.7 Визначення основного часу

Величину основного часу на чорнові операції, хв. визначаємо за формулою

$$t_{\cdot} = \frac{L \cdot i}{}$$

де L=L_1+L_2 – шлях проходу різця,

L

– повна довжина проходу врізання,

– повна довжина на перебіг,

для різця з φ=45° L_2= 8 мм;

i – кількість проходів різця.

$$t_0 = \frac{2240 \cdot 8}{1\,160} = 76{,}5$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{В.С.}$=5 хв.

$$t_ш = t_0 + t_{В.С.} = 76{,}5 + 5 = 81{,}5$$

4.6 Визначення величини основного часу для окремих операцій

4.6.1 Норма часу на відрізування дисковою пилкою

$$t_0 = \frac{L}{} + \frac{L}{}$$

де $S_{ХВ}$ – хвилинна подача, $S_{ХВ}$ =91,7 мм/хв.;

$S_{ХВ.ЗВ.Х}$ – хвилинна подача зворотного ходу, приймаємо $S_{ХВ.ЗВ.Х}$= 5000 мм/хв.;

L – довжина проходу; L=85мм.

$$t_0 = \frac{85}{91{,}7} + \frac{85}{5000} = 0{,}94$$
$$t_ш = t_0 + t_{В.С.} = 0{,}94 + 5 = 5{,}94$$

4.6.2 Час на підрізання торців, хв.:

$$t_0 = \frac{\pi \cdot D^2}{}$$

де D – діаметр обточуваної поверхні, мм;

S – подача (S = 0,05 мм/об);

V – швидкість різання (v = 70 м/хв).

$$t_0 = \frac{3{,}14 \cdot 85^2}{4000 \cdot 70 \cdot 0{,}05} = 1{,}62$$

4.6.3 Час на центрувальну операцію, хв.:

$$\boldsymbol{t_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot L}{}}$$

де L – довжина проходу, мм;

D – діаметр отвору, D = 5 мм;

S – подача;

v – швидкість різання.

Тоді:

$$t_0 = \frac{3{,}14 \cdot 5 \cdot 10}{\quad} = 0{,}0052$$

$$\boldsymbol{t_ø = t_0 + t_{B.C.} = 0{,}0052 + 5 = 5{,}0052}$$

Оскільки ця операція виконується двічі то час на її виконання збільшується вдвічі t=10,01 хв.

6.5. Час на токарні операції, хв.:

Розрахунок ведемо по формулі (4.9), лише міняємо швидкість різання та подачу: для чорнового точіння - *v*=105 м/хв; *S* = 0,4 мм/об ; для чистового точіння *v*=120 м/хв; *S* = 0,15mm/об;

Для точіння проточок-*v* = 105 м/хв; *S* = 0,4 мм/об ; такі ж значення і для точіння фасок.

Точіння поверхні 5. *D* = 74 мм, *L* = 1530 мм. Чистове точіння :

$$t_0 = \frac{3{,}14 \cdot 74 \cdot 1530}{\quad} = 11{,}85$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{B.C.}$=5 хвилин.

Загальний час, хв.

$$t_ш = t_0 + t_{B.C.} = 11{,}85 + 5 = 16{,}85$$

Точіння поверхні 2,3,4,6,7. *D* =60 мм, *L* = 112+45+235=392 мм. Чистове точіння :

$$t_0 = \frac{3{,}14 \cdot 60 \cdot 392}{\quad} = 2{,}46$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{B.C.}$=5 хвилин.

Загальний час, хв.

$$t_ш = t_0 + t_{B.C.} = 2{,}46 + 5 = 7{,}46$$

Точіння поверхні 2,3,7. *D* =55 мм, *L* =112+180=292 мм. Чистове точіння :

$$t_0 = \frac{3{,}14 \cdot 55 \cdot 292}{\quad} = 1{,}68$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{B.C.}$=5 хвилин.

Загальний час, хв.

$$t_ш = t_0 + t_{B.C.} = 1{,}68 + 5 = 6{,}68$$

Точіння поверхні 2. D =50 мм, L =75 мм. Чистове точіння :

$$t_0 = \frac{3{,}14 \cdot 50 \cdot 75}{} = 0{,}39$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{В.С.}$=5 хвилин.

Загальний час, хв.

$$t_ш = t_0 + t_{B.C.} = 0{,}39 + 5 = 5{,}39$$

Загальний час на токарну обробку, хв.

$$t_ш = \sum t_0 = 16{,}85 + 7{,}46 + 6{,}68 + 5{,}39 = 36{,}38$$

4.6.6 Час на нарізання шпонкових пазів

Основний технологічний час на нарізання одного шпонкового паза t_{01}, хв, буде рівний [6]

t

де, L_i – довжина шпонкового паза;

Sхв – подача шпонкової фрези, приймається Sхв=170мм/хв [6]

Нарізання шпонкового паза 19,20:

t

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{В.С.}$=5 хвилин.

$$t_{01} = t_0 + t_{B.C.} = 0{,}188 + 5 = 5{,}188$$

Загальний час на проточку паза множимо на два паза, хв.

$$t_{01,02} = t_{01} \cdot 2 = 5{,}188 \cdot 2 = 10{,}376$$

Нарізання шпонкового паза 18:

t

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{В.С.}$=5 хвилин.

$$t_{01} = t_0 + t_{B.C.} = 0{,}28 + 5 = 5{,}28$$

$S_{хв} = 49/170 = 0{,}28$

Тоді основний технологічний час на нарізання шпонкових пазів буде рівний

$t_{шп0} = t_{01,02} + t_{03} = 10{,}376 + 5.28 = 15.65$.

5. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ГРОХОТА

5.1 Техніка безпеки під час роботи з грохотами

Якщо монтаж грохота не проводиться відразу після отримання, необхідно організувати його правильне зберігання. Розпакування ящиків проводити в сухому приміщенні після їх доставки до місця монтажу. При цьому необхідно бути обережними, щоб не пошкодити упаковані деталі.

Перед монтажем необхідно провести огляд всіх складальних одиниць та деталей грохоту та усунути пошкодження, які могли виникнути під час транспортування.

Особливу увагу слід приділити надійності болтових з'єднань. Вали вібраторів повинні вільно прокручуватися, без заїдання при похитуванні дебалансів вручну.

Встановлення грохоту необхідно зробити таким чином, щоб забезпечити з усіх боків вільний простір шириною не менше 1 м, необхідний для його обслуговування та ремонту.

Забороняється встановлювати на частинах, що рухаються, грохоту завантажувальні або розвантажувальні лотки, кожуха, додаткові деталі або складальні одиниці та інше, оскільки це може призвести до зміни режиму роботи грохоту (зменшення амплітуди коливань) або поломок.

До монтажу грохоту допускаються особи, які здали випробування в обсязі техмінімуму і пройшли інструктаж з техніки безпеки. Стропування грохоту та його переміщення під час монтажу повинні здійснювати особи, які мають офіційний дозвіл на виконання цих робіт. Стропування короба грохоту здійснюють згідно з рис. 5.1.

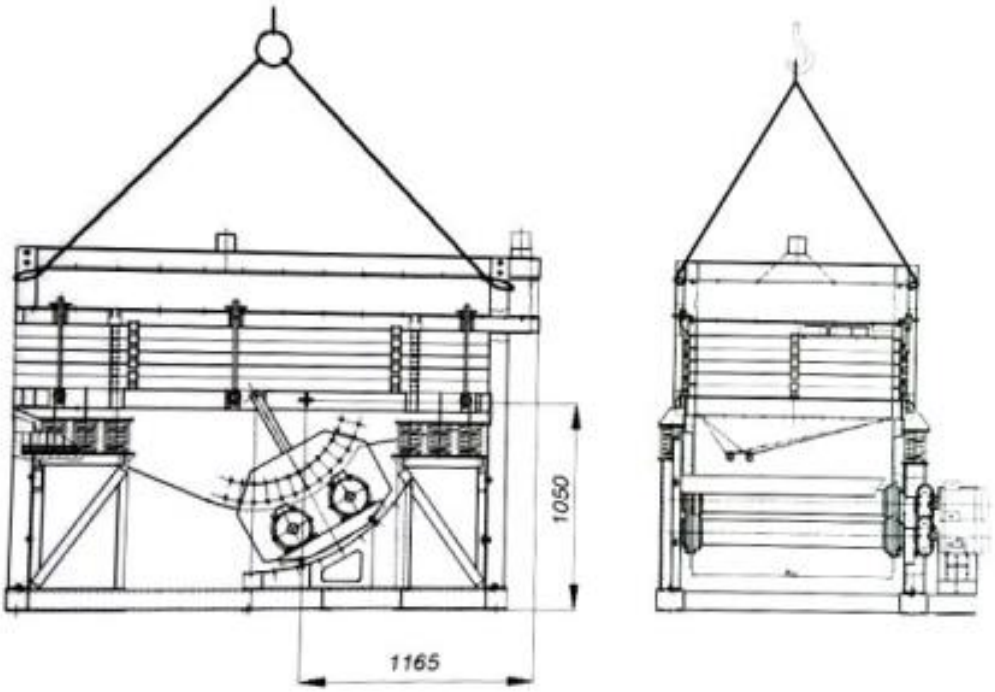


Рис. 5.1. Схема стропування грохоту.

Монтаж електричного обладнання виробляють особи, які пройшли інструктаж і мають допуск на роботи, пов'язані з наявністю напруги до 1000 В. кабелів, грохіт, лійки для надрешітного та підрешітного продуктів), повинні бути надійно заземлені відповідно до «Правил пристрою електроустановок». Забороняється при виконанні монтажних робіт проводити підйом грохоту з незакріпленим корпусом, кріпити стропи для підйому та транспортування за деталі корпусу, забороняється тягнути грохіт до місця монтажу по землі без використання котків або інших пристроїв, виконувати роботи на грохоті, піднятому на стропах на тривалий час.

Експлуатація грохоту не допускається при зачепленні рухомих частин за нерухомі, несправності поверхні, що просіває, або приводу, сильних вертикальних вібрацій рухомих частин, ослабленні болтів і гайок, відсутності мастила у вібраторах, знятих огорожах. Перед пуском грохоту необхідно перевірити наявність мастила у вібраторі, надійність кріплення дек шпильками, наявність огороджень частин, що обертаються.

Вібрації – це коливання різних хвильових процесів, що відбуваються за

певних фізичних навантажень. Працюючи за умов вібрацій продуктивність праці знижується, зростає кількість травм. На деяких робочих місцях вібрації перевищують значення, що нормуються, а в деяких випадках вони близькі до граничних.

Зазвичай у спектрі вібрації переважають низькочастотні вібрації, які негативно діють на організм. Деякі види вібрації негативно впливають на нервову та серцево-судинну системи, вестибулярний апарат. Найбільш шкідливий вплив на організм людини надає вібрація, частота якої збігається із частотою власних коливань окремих органів організму.

Зменшувати вібрацію та шум грохоту в джерелі їх утворення можна наступними заходами: винятком у конструкції ударної взаємодії деталей, винятком резонансного явища, застосуванням мінімальних допусків у зчленуваннях деталей, використання полімерних сит.

Коливання машин із частотою до 15 – 18 Гц сприймаються організмом людини ізольовано одне одного й відчуваються як поштовхи чи струс. Ці відчуття спричиняють нервове збудження. Інтенсивність поштовхів та струсів можна зменшити встановленням амортизаторів. Коливання з більшою частотою (понад 18 Гц) і невеликою амплітудою сприймаються разом і відчуваються як вібрація. Внаслідок тривалої вібрації виникає вібраційна хвороба.

Виробнича вібрація, яка характеризується значною амплітудою та тривалістю дії, викликає у працюючих безсоння, дратівливість, головний біль, шум у вухах, погіршення пам'яті, схуднення, порушення координації рухів.

Для захисту від вібрації застосовують такі методи: - зниження віброактивності машин; відбудова від резонансних частот; вібродемпфування; віброізоляція; віброгасіння; індивідуальні засоби захисту.

Зниження віброактивності машин здійснюється зміною технологічного процесу. Відбудова від резонансних частот полягає у зміні режимів роботи машини і, відповідно, частоти вібросили, що обурює. При вібродемпфуванні зниження вібрації здійснюється шляхом посилення конструкції процесів тертя, що

розсіюють коливальну енергію. Віброгасіння здійснюють шляхом встановлення додаткових мас. Віброізоляція полягає в зменшенні передачі коливань від джерела до об'єкта, що захищається за допомогою додаткових пристроїв, що поміщаються між ними.

Профілактичні заходи щодо захисту від вібрацій полягають у зменшенні їх у джерелі освіти та на шляху розповсюдження, а також у застосуванні індивідуальних засобів захисту, проведенні санітарних та організаційних заходів.

Якщо вібрація машини перевищує допустиме значення, час контакту працюючого з цією машиною обмежують.

Для підвищення захисних властивостей організму, працездатності та трудової активності необхідно використовувати спеціальні комплекси виробничої гімнастики, вітамінну профілактику, спеціальне харчування.

Під час експлуатації грохоту забороняється проводити регулювання, мастило або ремонт грохоту на ходу, включати двигун без заземлення та при несправних електричних пускових пристроях, включати грохіт без огороджень частин, що обертаються.

Перед тим, як розпочати роботу, необхідно встановити необхідну амплітуду коливання короба та потрібний кут нахилу віброзбудника для досягнення необхідної продуктивності при потрібній ефективності грохочення. Збільшення кута нахилу знижує продуктивність, але збільшує ефективність грохочення. Збільшення амплітуди збільшує обидва ці параметри, але зменшує термін служби деталей вібратора, збільшує напруги в несучих конструкціях грохоту.

Запуск та зупинку грохоту проводити тільки вхолосту після повного очищення сит від матеріалу.

Завантаження грохоту проводити рівномірно за часом. Товщину шару матеріалу на ситах регулювати пристроями живлення і встановлювати в залежності від необхідної ефективності грохочення і продуктивності. Мастило грохоту здійснювати згідно зі схемою змащування (рис. 5.1) та таблицею 5.1. Перша заміна мастила у корпусі вібратора має бути проведена після 100 годин

роботи грохоту з метою видалення забруднення. Наступні заміни мастила проводити після 200 годин безперервної роботи грохоту.

Перед заміною мастила грохіт повинен пропрацювати безперервно не менше 1 години. Кожен корпус підшипника має бути очищений від бруду та пилу. Після цього зняти кришки підшипників, видалити старе мастило, промити підшипники гасом, витерти чистим ганчірком, заповнити чистим мастилом на 1/3-0,5 об'єму підшипникової порожнини, зібрати вібратор.

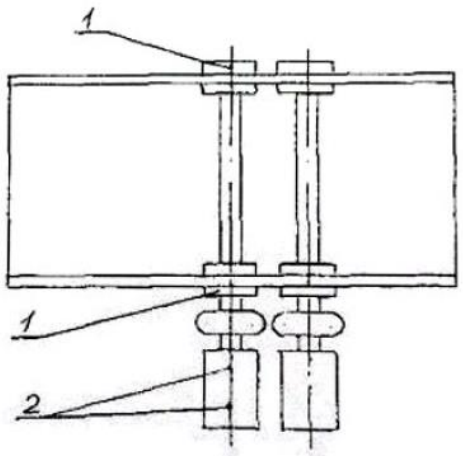


Рис. 5.2. Схема мастила підшипників:
1 – підшипники вібратора; 2 – підшипники двигуна.

Таблиця 5.1. Карта змащування.

Найм. складальних одиниць	Найм. точок мастила	Кількість точок змащування	Спосіб змащування	Періодичність змащування	Витрата мастила, $см^3$	Тип мастила
Вібратор	Підшипник	2	Набивка	Один раз за 200 годин роботи	100	Літол-24 ГОСТ 21150-87
Двигун	Підшипник	2	Набивка	Один раз на місяць	20	Циатим-201 ГОСТ 6267-74

Періодично контролювати температуру нагрівання олії (протягом перших двох годин роботи грохоту вона може підвищуватися, після чого не повинна перевищувати температури навколишнього середовища більш ніж на 45ºС). Не

менше одного разу на добу контролювати на слух рівномірність шуму під час роботи грохоту, стежити за станом болтових з'єднань. Механічні коливання машин призводять до коливань повітряного середовища, що є причиною шумів. Сильний та тривалий шум негативно впливає на стан здоров'я.

Знизити рівень шуму до норм, що допускаються, можна конструктивними і технологічними рішеннями, які дозволяють послабити шум у джерелі його виникнення.

Одним із варіантів зниження рівня шуму є звукоізоляція механізмів або машини загалом за допомогою кожухів. Застосування кожухів знижує шум до 3 дБ.

Шум можна трохи знизити, якщо грохіт розмістити на території підприємства з підвітряного боку по відношенню до інших будівель.

Заходи боротьби з шумом:

- Заміна шумних процесів безшумними або менш шумними;
- Поліпшення якості виготовлення та монтажу обладнання;
- Укриття джерел шуму;
- Виведення працюючих людей зі сфери шуму;
- Застосування індивідуальних захисних засобів.

Звукова шкала:

- До 20 дБ - рівень шепоту;
- До 40 дБ - рівень розмовної мови;
- До 85 дБ - рівень виробничого шуму;

– до 130 дБ – рівень нестерпного шуму;

– до 180 дБ – рівень «втоми металу».

За характером спектра шуми поділяють на: тональні – характерні більшості установок з частинами, що обертаються, при високих швидкостях; широкосмугові - шуми з безперервним спектром шириною більше однієї октави, де перепад звукового тиску із сусідніми октавами становить не більше 10 дБ.

Промисловий шум від працюючого обладнання поділяють на

низькочастотний (300 – 400 Гц), середньочастотний (400 – 1000 Гц), високочастотний (понад 1000 Гц). Звук частотою менше 16 Гц (інфразвук) та понад 20000 Гц (ультразвук) органи слуху людини не сприймають.

Гірське виробництво характеризується шумами, значення яких вище за допустимий рівень (85 дБ). Наприклад, рівень звукового тиску (дБА) під час роботи відсаджувальних машин становить 93, класифікаційних грохотів – 109, стрічкових конвеєрів – 87, вентиляторів – 113 дБ. Зважаючи на те, що верхня межа діапазону сприйняття шуму людини близько 130 дБ, виробничий шум становить виробничу шкідливість. Здійснюючи шкідливий вплив на весь організм і в першу чергу на центральну нервову та серцево-судинну системи, шум може призвести і до погіршення слуху, а в окремих випадках до глухоти; послаблює увагу, уповільнює швидкість психічних реакцій, знижуючи продуктивність і ускладнюючи сприйняття попереджувальних сигналів, що може призвести до травматизму. Шкідливий вплив шуму залежить від тривалості впливу, інтенсивності, частотної характеристики, причому, чим вище частота, тим небезпечніший вплив шуму.

5.2 Несправності та методи їх усунення

Характерні несправності та методи їх усунення наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Характерні несправності та методи їх усунення.

№	Найменування несправності, зовнішній прояв та додаткові ознаки	Ймовірна причина	Метод усунення
1	Температура мастила перевищує температуру навколишнього середовища більш ніж на 45 ºС.	Занадто багато або занадто мало мастила у корпусі вібратора. Брудне мастило. Застосовано невідповідну марку мастила. Вийшли з ладу підшипники.	Встановити нормальний об'єм мастила. Замінити брудне масло і заповнити чистим. Замінити мастило. Замінити підшипники, що вийшли з ладу.
2	Під час роботи стукають вібратори.	Не затягнуті гайки кріплення деталей вібраторів. Вийшли з ладу підшипники.	Затягнути гайки. Замінити підшипники, що вийшли з ладу.
3	Сито під час роботи стукає.	Ослабло кріплення сита. Сито сильно зносилося.	Натягнути кріплення. Замінити зношене сито.
4	Двигуни під час пуску повільно набирають обертів або зупиняються.	Заїдання ротора внаслідок зношування підшипників. Обрив однієї із фаз. Заїдання валу вібратора внаслідок виходу з ладу підшипників.	Замінити підшипники. Усунути урвище. Замінити підшипники вібраторів.
5	Поперечні коливання грохоту.	Нерівномірне завантаження короба за шириною. Маса дебалансів різна.	Забезпечити рівномірне завантаження грохоту по ширині. Врівноважити маси дебалансів.
6.	Недостатня ефективність грохочення.	Підвищений знос сит. Осередки сит забиті матеріалом.	Замінити сито. Очистити сито, встановити підбивні тіла.

6. ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

6.1 Небезпечні і шкідливі фактори, що виникають при роботі устаткування

При роботі вібраційного грохота найбільш небезпечними являються шум, вібрація, і можливість ураження електричним струмом.

Шум визначається як хаотичне сполучення різних по частоті і силі звуків. Вібруючі частини грохота викликають коливання повітря дотичного до них. Ці коливання частинок повітря при проходженні звукової хвилі викликають почергове стискання і розрядження, і тиск в даній точці простору становиться більшим або меншим атмосферного. Різниця між цим коливним тиском і атмосферним називається звуковим тиском. Згідно санітарних норм встановлені допустимі рівні звукового тиску в діапазоні частоти 45…1300 Гц і восьми октавних смуг. Значення рівня L_0 інтенсивності звука, що нормуються, для постійних робочих місць і робочих зон виробничих приміщеннях на території підприємства наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Значення рівня інтенсивності звуку

f_{cm}, Гц							
L_0, дБ							

де f_{cm} – середнє геометричне значення активної смуги

В залежності від місць впливу розрізняють загальну вібрацію, що передається на опорні частини тіла людини, яка стоїть, і місцеву вібрацію, що передається на кісті рук (наприклад від важелів управління). Загальна вібрація нормується в межах частот 0,7…89 Гц, а місцева – 5,7…1400 Гц. Більш великі значення нормованих величин для місцевої вібрації пояснюється доброю віброізолюючою здатністю руки.

Розглядаючи вібраційний грохот, як джерело шуму і вібрації, визначаємо заходи по найбільшому зниженню їх рівня згідно норм, що створює більш сприятливі умови для роботи персоналу на ділянці сортування.

6.2 Заходи з техніки безпеки передбачені в проекті

6.2.1 Методи і засоби зниження вібрації

Розробляючи комплекс засобів по захисту персоналу від вібрації, перш за все слід оцінити можливість і доцільність зниження інтенсивності вібрації і шуму в джерелах їх збуджування.

Повне усунення вібрації в машинах неможливе. Більш того в багатьох машинах інтенсивна динамічна взаємодія виконавчих органів з об’єктами обробки являється основою успішного технологічного процесу. Однак в багатьох випадках мають місце шляхи зниження вібрації.

Віброізоляція – метод захисті від дії вібрації шляхом розміщення між джерелом вібрації і об’єктом, що захищається (в нашому випадку це фундамент) пристроїв, що деформуються – віброізоляторів. Основний елемент віброізолятора пружний елемент відповідної жорсткості.

При необхідності знаходять використання засоби індивідуального захисту, основані на використанні віброізоляції. До цих засобів відносяться килимки з високоеластичних матеріалів, м’які сидіння, спеціальне взуття на товстій підошві,

віброізолюючі рукавички тощо.

6.2.2 Методи і засоби зниження шуму

Не завжди засоби зниження вібрації являються достатніми для доведення шуму у виробничих приміщеннях до бажаного рівня. Універсальними методами зменшення інтенсивності шуму являються звукопоглинання і звукоізоляція.

В загальному випадку енергія звукових коливальних хвиль, розподіляється на чотири частини.

Перша з них – енергія відбитих хвиль, друга – енергія поглинута перешкодою, третя – енергія звука, що пройшов через перешкоду, четверта – енергія хвилі, що обігнула перешкоду, якщо її розміри менше довжини хвилі, або близькі до неї.

Радикальним засобом захисту персоналу являється звукоізоляція, причому найбільш дешевим засобом зниження шуму у виробничих приміщеннях являється улаштування звукоізолюючих кожухів, які повністю закривають найбільш шумливі агрегати. Суттєва перевага цього засобу – можливість зниження шуму на будь-яку необхідну величину в розрахункових точках, розташованих на робочих місцях обслуговуючого персоналу.

Кожухи мають оглядові вікна, а також прорізи для вводу комунікації, а також можуть виконуватись знімними або розбірними.

Кожухи можуть виконуватись із сталі, дюралюмінію, фанери і інших листових матеріалів. В середині кожуха рекомендують облицьовувати звукопоглинаючими матеріалами завтовшки 30…50 мм.

6.3 Інженерні розрахунки з техніки безпеки

6.3.1 Визначення параметрів і побудова частотної характеристики звукоізолюючого кожуха

В якості матеріалу звукоізолюючого кожуха приймаємо сталевий лист з

товщиною, м; *d = 0,003*.

В

и

$$f_{кр} = \frac{6{,}4 \cdot 10^4}{d \cdot C_{пр}}$$

де *d* – товщина листа, м; *d = 0,003;*

н $C_{пр}$ – швидкість повздовжньої звукової хвилі в сталевому листі, м/с. Приймаємо $C_{пр} = 5{,}2\ 10^3$.

а

ч

$$f_{кр} = \frac{6{,}5 \cdot 10^4}{0{,}003 \cdot 5{,}2 \cdot 10^3} = 4102{,}5$$

е На графіку рисунок 5.1 відкладаємо значення абсцис, що дорівнюють $0{,}25f_{кр}$; $f_{кр}$; $f_{кр}$; $2f_{кр}$.. Визначаємо значення ординати до цих точок і записуємо в таблицю

н

я

Таблиця 6.2 – Значення частотної характеристики звукоізоляційної

к здатності

р	$f, Гц$	$f_{кр}$	$f_{кр}$	$f_{кр}$	$f_{кр}$
и	R				

т

и Отримані таким чином точки з’єднуємо прямими лініями.

ч Із точки з значеннями ординати на частоти $0{,}25f_{кр}$ вліво проводимо пряму з

н нахилом 4 дБ на одну октаву, а з точки зі значеннями ординати по частоті $2f_{кр}$ –

о вправо із підйомом 8 дБ на 1 октаву. По цієї кривої визначаємо значення R для

ї середньогеометричних частот октавних смуг і будують частотну характеристику R в октавних смугах.

ч Мінімальний розмір одношарової перешкоди $1_{кр}, м$ повинен бути бажано

а більше довжини хвилі на критичній частоті 1кр, або практично

с

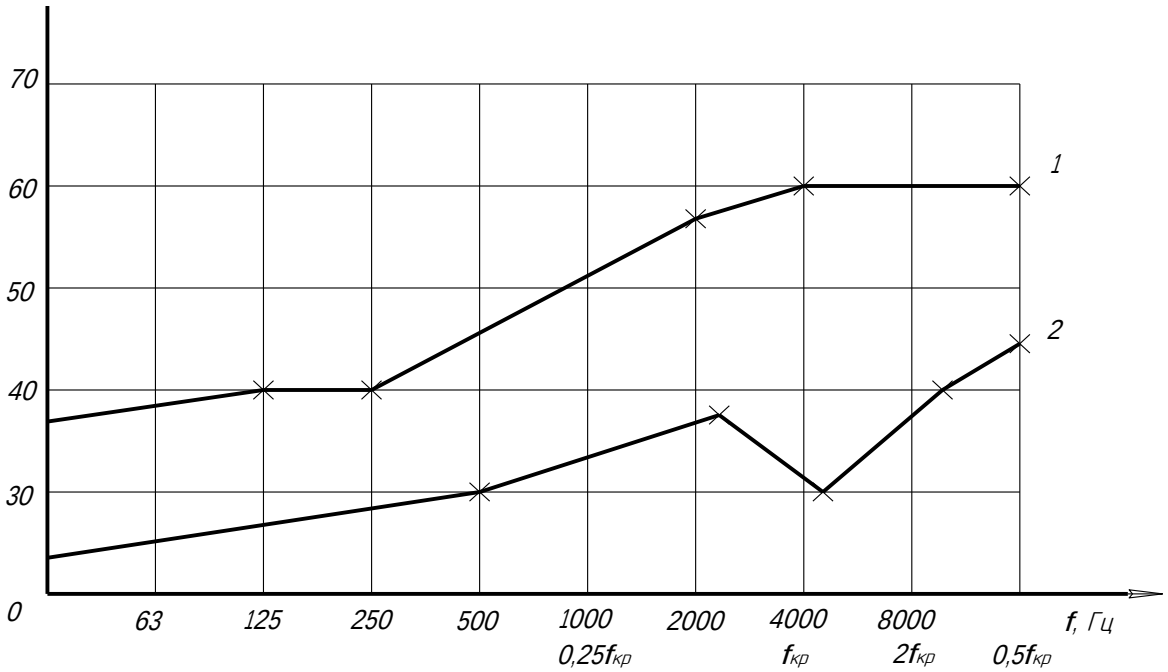
$$1_{кр} = \sqrt{\frac{1{,}8 \cdot C_{пр} \cdot a}{f_{кр}}}$$

$$1_{кр} = \sqrt{\frac{1{,}8 \cdot 5{,}2 \cdot 10^3 \cdot 0{,}003}{4102{,}5}} = 0{,}083$$

т

и

$f_{кр}, Гц$



1 – огородження в отавних смугах частот;

2 – сталевого звукоізоляційного кожуха.

Рисунок 6.1 – Графік побудування частотної характеристики звукоізоляційної здатності

$L_{\min} > 8 f_{кр}$;

Нижня границя розрахункового діапазону $f_м$, *Гц*, визначається з умови

$L_{\min} > 0{,}664 м$

$$f_м = \frac{340}{L_{\min}}$$

$$f_м = \frac{340}{0{,}664} = 512$$

$$f_м = \frac{4 \cdot C_{кр} \cdot a}{L_{\min}}$$

$$f_м = \frac{4 \cdot 5{,}2 \cdot 10^3 \cdot 0{,}003}{0{,}664} = 93{,}9$$

Із двох значень частоти приймаємо найбільше.

Найвища частота $f_в$, *Гц*, залежить від товщини перешкоди і визначається

$$f_в = 0{,}05 \frac{C_{пр}}{a}$$

$$f_в = 0{,}05 \frac{5{,}2 \cdot 10^3}{0{,}003} = 86666$$

Аналізуючи графік частотної характеристики (рисунок 5.1) можна зробити висновок, що кожух по своїм параметрам відповідає нормам.

6.3.2 Запобігання можливості ураження електричним струмом

Електродвигун вібраційного грохота має потужність 1,7 кВт.

У випадку пошкодження ізоляції струмоведучих частин на коробі і металоконструкції грохоту може виникнути значний електричний потенціал відносно землі, а також можливе ураження електричним струмом внаслідок пікової напруги.

З метою усунення цих явищ застосовуємо заземлення металевих частин грохоту.

.3.2.1 Розрахунок заземлюючого пристрою

Розрахунок заземлюючого пристрою зводиться до визначення вертикальних і горизонтальних електродів заземлювача в залежності від відповідно нормам опору заземлення, питомого опору землі в місці спорудження заземлюючого пристрою, прийнятих розмірів електродів і конфігурації заземлювача.

Розрахунку заземлення повинне бути передбачене попереднє вимірювання питомого опору землі ρ в місці його улаштування. Залежність ρ від пори року являється досить складною, однак відомо, що восени і весною, коли вологість землі збільшується ρ зменшується, а взимку і влітку в період промерзання і висихання землі – збільшується. Тому в розрахунках необхідне значення виміряного питомого опору $\rho_{вим}$ помножують на коефіцієнт сезонності f .

Таким чином, знаходиться розрахунковий питомий опір землі, *Ом·м;*

$$\rho_{роз} = \rho_{вим} \cdot f = 100 \cdot 1{,}2 = 120$$

де $\rho_{вим}$ – приблизне значення питомого опору для суглинку, *Ом·м;* $\rho_{сг} = 100$;

– коефіцієнт сукупності, для вертикального електроду, довжиною 5м *f=1,2.*

Розрахунок простого заземлювача

До простих відносяться заземлювачі виконані у вигляді одного-двох вертикальних електродів, з’єднаних смуговою або кільцевою сталлю, прямокутник з вертикальних і горизонтальних електродів, променевого

заземлювача тощо, які використовуються для пристроїв з напругою до 1000 В.

Мета розрахунку – визначення числа, розмірів і засобів розміщення горизонтальних і вертикальних електродів, виходячи з відомого питомого опору ґрунту, найбільшого допустимого значення опору заземлювача, передбачуваної форми і розмірів електродів.

3.2.3 Опір розтіканню вертикального електроду з колової або кутової сталі

Для колової сталі, $R_в$, *Ом*

$$R_в = \frac{\rho_{роз}}{2 \cdot \pi \cdot l}(\ln \cdot \frac{2 \cdot l}{d} + 0{,}5 \ln \frac{4 \cdot t + l_0}{4 \cdot t - l})$$

де l – довжина електрода, м. Згідно рекомендацій приймаємо $l = 5$;

– t – глибина закладання (відстань від поверхні землі до середини електродів), м. Приймаємо $t = 3{,}1$ [16].

3.2.4 Відстань між вертикальними електродами a, м

$$a = x \cdot l$$

де x – відношення відстаней між вертикальними електродами до їх довжини. Приймаємо $x = 1$.

$$a = 1 \cdot 5 = 5$$

3.2.5 Орієнтовна кількість вертикальних електродів

$$n_{op} = \frac{R_d}{R_з \cdot n_a}$$

де R_d – опір, що вимагається від заземлюючого пристрою, *Ом м;* $R_з = 10$ для пристроїв з напруженням до 1000 В.

$$n_{op} = \frac{27{,}2}{10 \cdot 1} = 2{,}72$$

n_a – коефіцієнт використання електродів гуртового заземлення, приймаємо $n_a = 1$.

3.2.6 Фактична кількість вертикальних електродів n, шт

$$R_в = \frac{120}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 5}(\ln \frac{2 \cdot 5}{0{,}012} + 0{,}5 \ln(\frac{4 \cdot 3{,}1 + 5}{4 \cdot 3{,}1 - 5})) = 27{,}2$$

де $n_в$ – коефіцієнт використання вертикальних електродів гуртового заземлення без урахування впливу смуги зв'язку. $n_в = 0,806$.

$$n = \frac{27,2}{10 \cdot 0,806} = 3,37$$

Приймаємо кількість вертикальних електродів, що дорівнює 4.

3.2.7 Довжина горизонтального електроду L_r, м, якщо вертикальні електроди розташовані в ряд

$$L_r = a(n-1)$$

$$L_r = 5(4-1) = 15$$

3.2.8 Опір розсіканню горизонтальних електродів з колової сталі R_r, Ом

$$R_r = \frac{\rho^*_{роз}}{2\pi \cdot L_r} \ln \frac{L_r^2}{в \cdot t_r}$$

де $\rho^*_{роз}$ – розрахунковий питомий опір землі;

$$\rho^*_{роз} = \rho_{вим} \cdot f^*$$

де f^* - коефіцієнт сезонності для горизонтального електроду довжиною 15 м.

$$\rho^*_{роз} = 100 \cdot 2,5 = 250$$

t_r – глибина закладання смуги (відстань від поверхні землі до середини електроду), м; $t_r = 0,8$ м; $в$ – ширина смуги, м;

$$в = 2d = 2 \cdot 0,008 = 0,016$$

де d – діаметр кола, м.

$$R_r = \frac{250}{2 \cdot 3,14 \cdot 15} \ln \frac{15^2}{0,016 \cdot 0,65} = 26,5$$

3.2.9 Розрахункове значення опору заземлювача R, Ом

$$R = \frac{R_в \cdot R_r}{R_в n_r + R_r n_в}$$

де $n_в$ – коефіцієнт використання горизонтального електроду, що з'єднує вертикальні електроди, для вертикальних електродів розташованих в ряд $n_r=0,77$

Так як $R = 6,77\ Ом < R_з = 10\ Ом$ то форма, розміри, конфігурація заземлювача вибрані правильно.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Назаренко І.І. Машини для виробництва будівельних матеріалів. – К.: Либідь, 1999. – 386 с.
2. Назаренко І.І., Туманська О.В. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів: Конструкції та особливості експлуатації. – К.: Вища школа, 2004. – 590 с.
3. Техника и технология обогащения руд. М.: Недра, 1975. – 200 с.
4. Андреев С.Е., Петров В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1980. – 420 с.
5. Надольний Г.Ю., Настоящий В.А., Чижик Є.Ф. Проектування робочих поверхонь механічного устаткування для дроблення, подрібнення та сортування мінеральних матеріалів. – К.: НМКВО, 1993. – 85 с.
6. Тарасенко А.А., Чижик Е.Ф., Взоров А.А. Настоящий В.А. Защитные футеровки и покрытия горно-обогатительного оборудования. – М.: Недра, 1985. – 204 с.
7. Потураев В.Н., Червоненко А.Г., Надутый В.П., др. Создание эластичных просеивающих поверхностей вибрационных грохотов, интенсифи¬цирующих процесс разделения материалов. - Тбилиси, 1981. – С. 52-54.
8. Надольний Г.Ю., Настоящий В.А., Власенко М.В. Механічне устаткування для видобуття та переробки дорожньо-будівельних матеріалів. – К.: НМК ВО, 1991. – 132 с.
9. Чернавский С.А., Цикович Г.М. Проектирование механических передач. – М.: Машиностроение, 1969. – 260 с.
10. Баковский Н.И. Основы теории вибрационной техники. – М.: Машиностроение, 1969. – 260 с.
11. Бирчер И.А., Шорр Б.Ф., Шнейдерович Р.М. Расчеты на прочность деталей машин. М.: Машиностроение, 1966. – 430 с.

12. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Изд. 3, переработанное. Том 2. //Машиностроение, 1972. – 568 с.
13. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. М.: Издательство стандартов, 1992. - 464 с.
14. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А. Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. - 846 с.: ил.
15. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
16. Решетов Д.Н. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1989.
17. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3-х т. – М.: Машиностроение 1979.

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Познач.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				Документація		
A1			ДП 00.000.00 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	ДП 01.000.00 СК	Грохот	1	
		2	ДП 02.000.00 СК	Рама	1	
		3	ДП 03.000.00 СК	Привод	1	
				Стандартні вироби		
		4		Болт М16х1,5-6gх75	10	
				ГОСТ 7796-70		
		5		Болт М16х1,5-6gх45	8	
				ГОСТ 7798-70		
		6		Гайка М16х1,5-6Н	18	
				ГОСТ 5915-70		
		9		Двигун 4А160М6У3	1	
				$P_{дв}$=1,7 кВт, n=1000 об/хв		
				ГОСТ 18709-73		
		8		Муфта пружна	3	
				ГОСТ 21424-93		
		7		Шайба пружинна 16	18	
				ГОСТ 6402-70		

Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ДП 00.000.00		
Розроб.		Герасимов			Грохіт	Стадія	Лист	Листів
Перев.		Клименко				Н	1	1
						КНУБА, каф.МОТП БМО-42		
Н. контр.								
Затв.		Назаренко						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітки
				Документація		
А1			ДП 01.002.00 СК	Складальне креслення	1	
				Деталі		
А3		1	ДП 01.002.01	Вал	1	
А3		2	ДП 01.002.02	Корпус підшипника	2	
		3	ДП 01.002.03	Півмуфта	1	
		4	ДП 01.002.04	Корпус	1	
		5	ДП 01.002.05	Кришка наскрізна	2	
		6	ДП 01.002.06	Кільце фіксуюче	1	
		7	ДП 01.002.07	Кільце ущільнююче	2	
		8	ДП 01.002.08	Кільце	2	
А3		9	ДП 01.002.09	Кришка	2	
		10	ДП 01.002.10	Прокладка	2	
		11	ДП 01.002.11	Прокладка	2	
А3		12	ДП 01.002.12	Дебаланс	2	
				Стандартні вироби		
				Болти ГОСТ-7798-70		
		13		М16-g6x70.58.019	8	
		14		М10-g6x70.58.019	8	
		15		М12-g6x70.58.019	2	
		16		Гвинт ГОСТ 0725-72	8	
				М5-g6x15.5.019		

					ДП 01.002.00 СК		
Зм	Лист	№докум.	Підп.	Дата			
Розроб.		Герасимов			Вібратор	Літ	Лист 1 / Листів 2
Перев.		Клименко					
Н. контр.						КНУБА, каф. МОТП	
Затв.		Назаренко					

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіль.к.	Примітки
		17		Гайка М16 х1.5-6Н. 5.019	8	
				ГОСТ 11871-80		
		20		Підшипник 2620	2	
				ГОСТ 8328-75		
		23		Шайба стопорна 16.02.019	2	
				ГОСТ 11371-78		
				Шайби пружинні ГОСТ13463-77		
		18		16.02.Ст5кп019	8	
		19		5.02.Ст5кп016	8	
				Шпонки ГОСТ 23360 78		
		21		14х9х32	2	
		22		14х9х45	1	
				Матеріали		
		25		Дріт 1,6-І	2	
				ГОСТ 3282-74 l=700мм		

					ДП 01.002.00 СК	Лист
						2
Зм	Лист	№докум.	Підпис	Дата		

Формат	Зона	Позначення	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				Документація		
А2			ДП 01.003.00	Складальне креслення	1	
				Деталі		
		1		Пруток	2	
		2		Швелер	1	
		3		Напрямна	2	
		4	ДП 01.003.03	Лист	2	
		5	ДП 01.003.02	Скоба	1	
		6	ДП 01.003.01	Планка	1	
				Стандартні вироби		
		7		Гайка М16 х1.5-6Н. 5.019	4	
				ГОСТ 11871-80		
		8		Шайба пружинна ГОСТ13463-77	2	
				16.02.Ст5кп019		

Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ДП 01.003.00		
Розроб.		Герасимов			Дека	Літ	Лист 1 / Листів 1
Перев.		Клименко					
Н. контр.						КНУБА, каф.МОТП	
Затв.		Назаренко					