

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання практичних робіт
із навчальної дисципліни

«ВСТУП ДО ФАХУ»
(Частина 2)

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Вступ до фаху» (Частина 2) (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. А. І. Аніщенко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 39 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. А. І. Аніщенко

Рецензент

М. М. Нестеренко, кандидат технічних наук, доцент кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Рекомендовано кафедрою автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих технологій, протокол № 7 від 20.12.2024

Методичні рекомендації призначені для здобувачів спеціальності 133 – Галузеве машинобудування. Подано вимоги щодо оформлення завдань, засоби та послідовність їх виконання, список рекомендованих джерел, наведено приклади оформлення робіт.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практична вправа № 1 Подрібнення будівельних матеріалів	5
Практична вправа № 2 Щоківні дробарки.....	7
Практична вправа № 3 Конусні дробарки.....	11
Практична вправа № 4 Молоткові дробарки.....	14
Практична вправа № 5 Валкові дробарки.....	20
Практична вправа № 6 Бігуни.....	24
Практична вправа № 7 Кульові млини.....	29
Практична вправа № 8 Грохот.....	32
Практична вправа № 9 Циклони.....	34
Список рекомендованої літератури.....	37

ВСТУП

Мета практичних завдань – ознайомлення та розширення теоретичних знань, отриманих під час вивчення навчальної дисципліни «Вступ до фаху» на лекційних заняттях, придбання практичних навичок у сфері проєктування та розрахунків основних параметрів обладнання будівельної індустрії, розвиток творчих здібностей студентів під час розв’язання різних інженерних завдань.

В методичних рекомендаціях подано конструкції машин і принципи їх дії, вихідні параметри обладнання основних технологічних процесів: подрібнення, помелу, класифікації, дозування, змішування та випалу матеріалів; наведено методи розрахунку механічних передач. Під час опису конструкції та принципу дії агрегатів звертається увага на їхнє місце в технологічному процесі виробництва, на обґрунтованість вибору того чи іншого типу обладнання залежно від фізико-механічних характеристик матеріалу, що обробляється.

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 1

Подрібнення будівельних матеріалів

Мета вправи: розумітися на процесах подрібнення, помелу; ознайомитися з обладнанням для дроблення, подрібнення та їх призначенням, а також з показниками роботи дробильно-помельного обладнання.

Подрібненням називають процес поділу твердого тіла на частини менших розмірів, ніж вхідний матеріал. Цей процес широко застосовують у багатьох галузях промисловості. Так, на підприємствах металургійної промисловості щороку подрібнюють мільйони тон різних руд для одержання чорних і кольорових металів, у будівництві – граніти, діабазы, базальти, вапняки, мергелі, крейду. За розміром отриманого продукту подрібнення поділяють на типи: **грубе** (300 мм – 100 мм), **середнє** (100 мм – 25 мм), **дрібне** (25 мм – 1 мм).

Мета подрібнення – отримання кускового продукту необхідного розміру, а також підготовка до помелу.

Подрібнення можна здійснювати різними методами: стисненням, розколюванням, зломом, ударом, розтиранням. Дуже часто ці методи застосовуються в поєднанні: стиснення з розколюванням, удар з розтиранням тощо.

Помел поділяється на: **грубий** (1 000 мкм – 500 мкм), **середній** (500 мкм – 100 мкм), **тонкий** (100 мкм – 40 мкм) і **надтонкий** (< 40 мкм).

Мета помелу – збільшення дисперсності твердого матеріалу, надання йому певного гранулометричного складу і форми частинок, дезагрегування.

Межа між помелом і подрібненням умовна.

Обладнання для подрібнення – це дробарки, а для помелу – млини.

За принципом дії розрізняють дробарки:

- **щоківі**, в яких матеріал подрібнюється під дією тиску, розколювання та часткового розтирання у просторі між двома щокми під час їх періодичного зближення;

- **конусні**, в яких матеріал роздавлюється і частково розтирається між двома конічними поверхнями, одна з яких рухається ексцентрично відносно до другої;

- **валкові**, в яких матеріал роздавлюється між двома валками, які обертаються назустріч один одному;

- **ударної дії**, до яких, зі свого боку, належать молоткові і роторні. В них матеріал подрібнюється ударами молотків або частковим розтиранням.

За принципом дії розрізняють млини:

- **барабанні**, в яких матеріал подрібнюється ударом або стиранням у барабані, що обертається або вібрує шляхом торкання між собою, завантаженими у барабан подрібнюючими тілами і вистілом барабана (кульові, аерофоли, гідрофоли, інерційні та гіраційні вібромлини);

- **середньоходові**, в яких матеріал подрібнюється тиском та частковим

стиранням між якою-небудь основою та робочою поверхнею кулі, валка, ролика (кульові, валкові, кільцеві з конусною тарілкою);

- ударні, в яких матеріал подрібнюється ударом шарнірних та жорстко закріплених молотків (шахтні, аеробільні млини), готовий продукт виходить із зони дії молотків повітряним потоком;

- струминні, де матеріал подрібнюється тертям і ударами часток об стінки камери одна за одною під час руху у повітряному потоці великої швидкості.

Основними факторами, які визначають доцільність застосування того чи іншого методу дроблення, є фізико-механічні властивості порід і вимоги, що висуваються до них. Наприклад, під час дроблення твердих порід з метою одержання будівельного щебеню застосовують метод стиснення, а під час подрібнення тих самих твердих порід для одержання дробленого продукту в зернах малих розмірів – метод стиснення або метод удару в поєднанні з методом розтирання. Для крихких порід доцільно застосовувати метод розколювання, для в'язких порід типу глин, вапняків – метод розтирання.

Метод стиснення (рис. 1.1, а) застосовують, коли у процесі подрібнення поверхні, які здійснюють подрібнення, рухаються назустріч одна одній.

Метод розколювання (рис. 1.1, б) застосовують, коли робоча частина машини виготовлена у вигляді гострого клина. У цьому випадку під час натиснення на клин у матеріалі виникають напруження розтягу, а коли ці напруження перевищують граничні, матеріал дробиться.

Метод злому (рис. 1.1, в) – коли частини машини, які беруть участь в подрібненні, що мають рифлення, розміщені одна відносно одної так, щоб під час навантаження матеріалу в ньому виникали напруження згину.

Метод удару (рис. 1.1, г) – здійснюється частинами машини, що швидко обертаються і мають вигляд молотків або стрижнів.

Метод розтирання (рис. 1.1, д) – частини машини для подрібнення мають циліндричну форму і виготовлені як валки, під час обертання яких назустріч один одному шматки породи втягуються в простір між ними, поєднуються і розтираються.

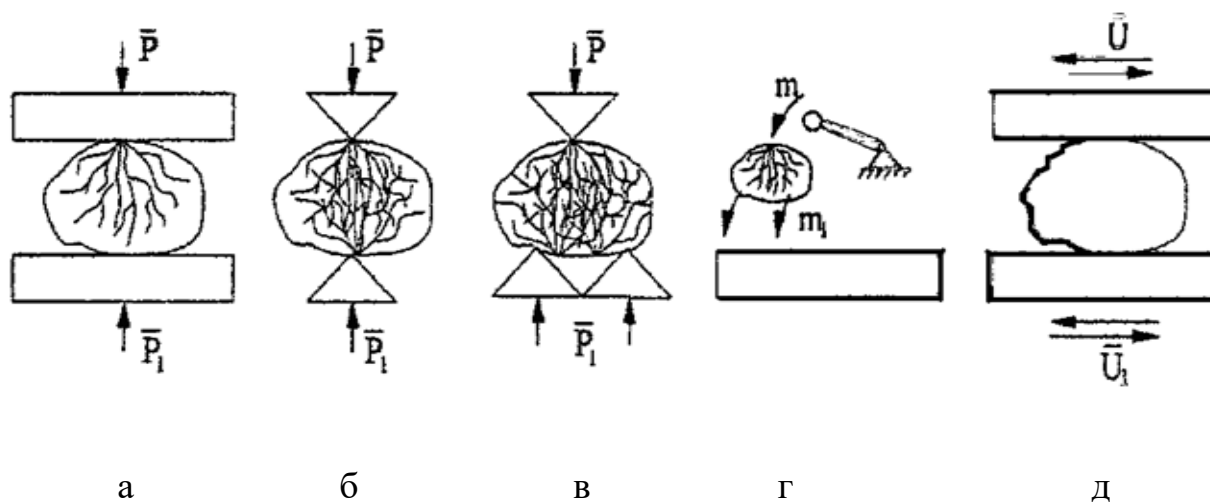


Рисунок 1.1 – Методи дроблення порід

Основними техніко-економічними показниками роботи дробильно-помельного обладнання є ступінь подрібнення та витрати питомої енергії на виготовлення одиниці об'єму (маси) готового продукту.

Ступінь дроблення – відношення розміру шматків первинного матеріалу до розміру шматків готового продукту.

Ступінь дроблення є важливим якісним показником як самого процесу, так і кожної машини для дроблення окремо. Існують і різні оцінки ступеня дроблення. Наприклад, його можна подати як відношення максимального розміру шматка первинного матеріалу до максимального розміру шматка готового продукту, тобто:

$$i = \frac{D_{\max}}{d_{\max}},$$

де i – ступінь дроблення; $D_{\max}$ – максимальний розмір шматка первинного матеріалу, мм; $d_{\max}$ – максимальний розмір шматка готового продукту, мм.

Для орієнтовної оцінки машини, можливий ступінь її подрібнення можна визначити за формулою:

$$i = \frac{0,85B}{b},$$

де B – ширина завантажувального отвору, мм; b – ширина розвантажувального отвору, мм.

Контрольні запитання

1. Що таке подрібнення?
2. Назвіть обладнання для подрібнення і для помелу.
3. Методи подрібнення.
4. Що таке ступінь подрібнення?

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 2

Щоківі дробарки

Мета вправи: вивчити призначення, устрій та принцип дії щоківих дробарок, навчитися розраховувати головні параметри та працездатність щоківих дробарок.

Необхідно знати, що в промисловості будівельних матеріалів щоківі дробарки використовують для крупного та середнього подрібнення гірських порід середньої та великої міцності.

Для крупного (400 мм – 1 300 мм) подрібнення використовують дробарки з шириною завантажувального отвору більше за 500 мм, для середнього – до 400 мм.

Промисловість виготовляє щоківі дробарки з простим та складним коливаннями рухомої щоки (рис. 2.1, а, б).

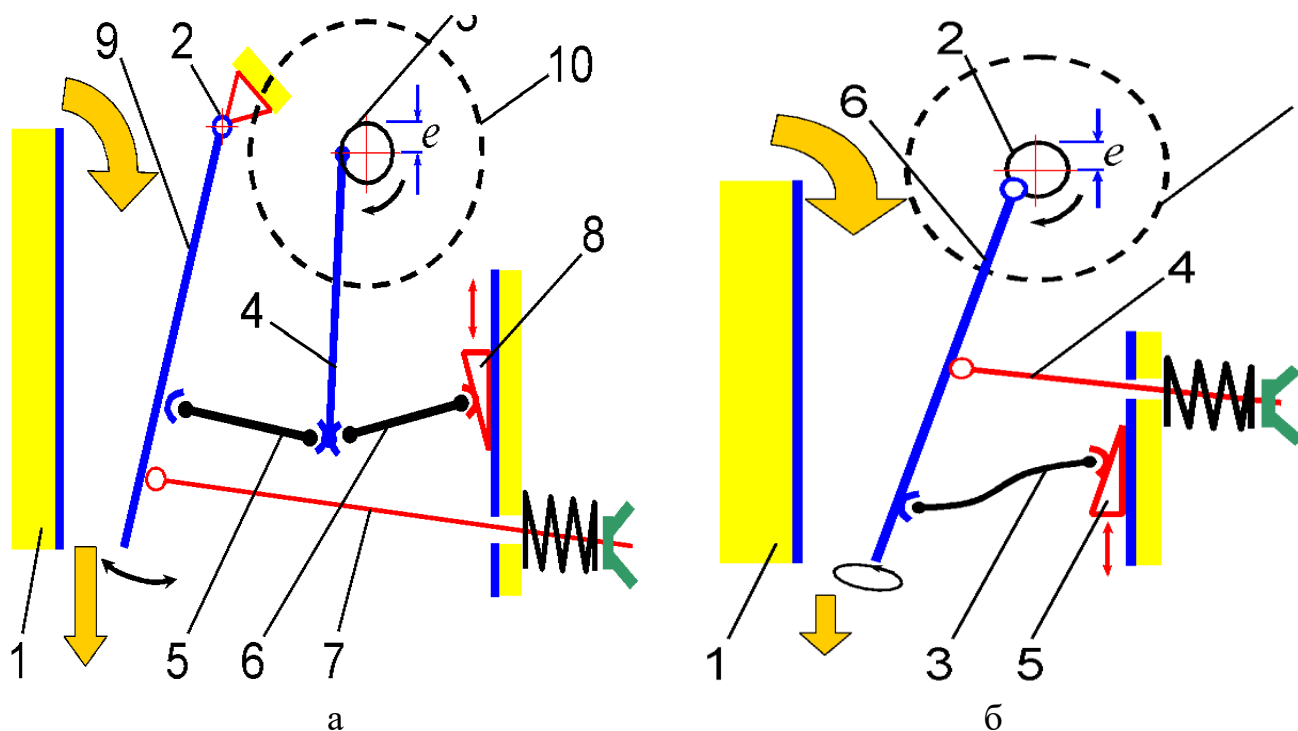


Рисунок 2.1 – Принципова схема щоккових дробарок:

- а – з простим рухом щоки: кожна точка рухомої щоки рухається по дузі;
 1 – нерухома щока; 2 – вісь рухомої щоки; 3 – ексцентриковий вал; 4 – шатун;
 5 – передня розпірна плита; 6 – задня розпірна плита; 7 – замикаючий пристрій;
 8 – клиновий пристрій; 9 – рухома щока; 10 – шків-маховик; б – зі складним
 рухом щоки: кожна точка рухомої щоки рухається по еліпсу; 1 – нерухома
 щока; 2 – ексцентриковий вал; 3 – розпірна плита; 4 – замикаючий пристрій;
 5 – клиновий пристрій; 6 – рухома щока; 7 – шків-маховик

У промисловості будівельних матеріалів на первинній стадії дроблення кускових нерудних будівельних матеріалів з межею міцності до 300 МПа широко використовуються щоккові дробарки з **простим рухом** щоки (рис. 2.2, а).

Подрібнення матеріалів (рис. 2.1, а) відбувається між рухомою (9) та нерухомою (1) щоками шляхом періодичного натиску на матеріал. Рухома щока підвішена на вісі, яка легко повертається у вальницях ковзання, нерухома щока закріплена у станині на передній стінці. Ексцентриковий вал (3), шатун (4) та розпірні плити (5), (6) передають щоці обертально-поступальний рух, завдяки чому рухома щока наближається та віддаляється від нерухомої.

Траєкторія руху точок рухомої щоки у дробарках **зі складним рухом** щоки (рис. 2.2, б) становить замкнену криву. У верхній частині камери подрібнення криві еліпси наближаються до кола, у нижній – витягнуті еліпси. Матеріал подрібнюється в момент зближення щок і переміщається вниз під дією власної ваги. В таких дробарках матеріал у процесі подрібнення підлягає не тільки стисканню, але й стиранню.

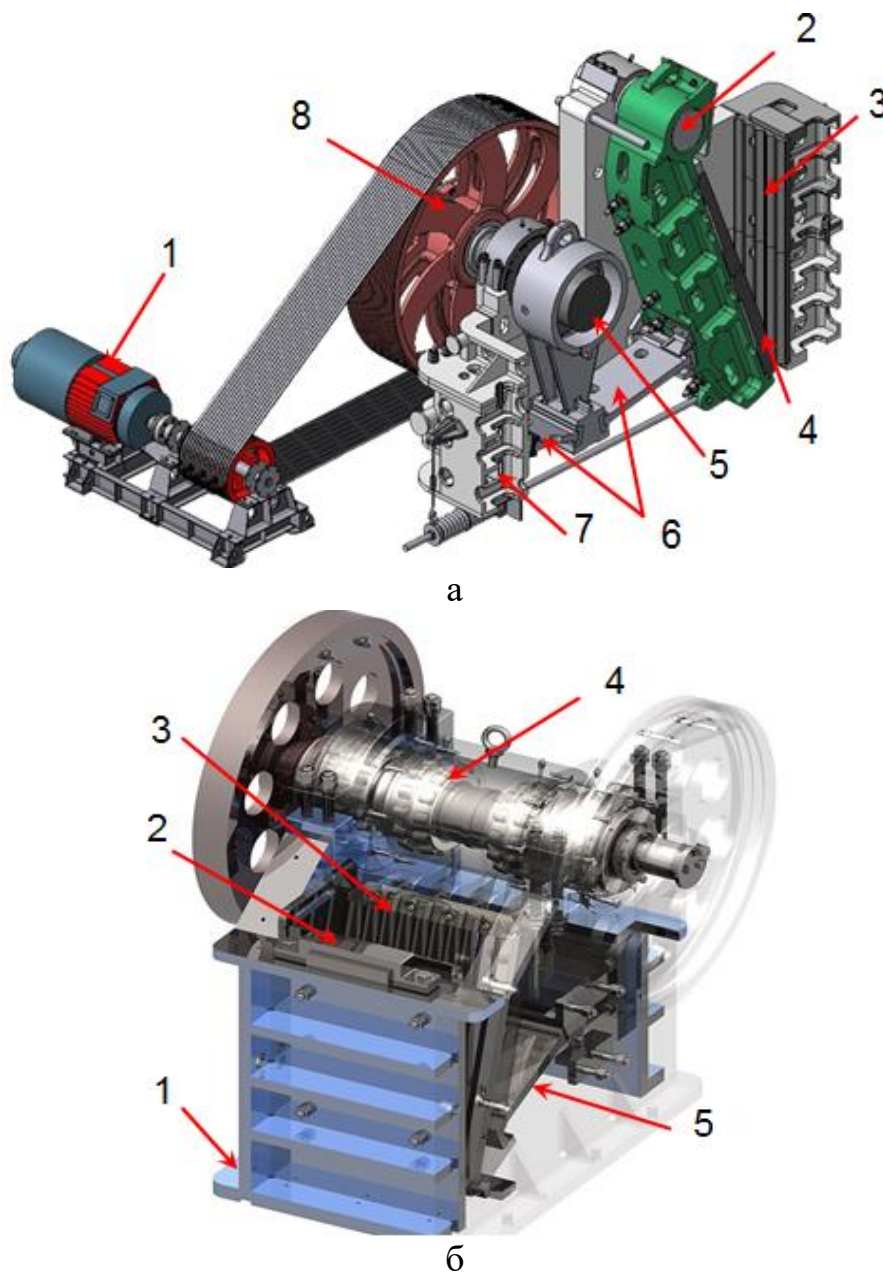


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд дробарок

а – з простим рухом щоки: 1 – привод; 2 – вісь; 3 – щока нерухома; 4 – щока рухома; 5 – вал ексцентриковий; 6 – плита розпірна; 7 – станина; 8 – шків-маховик; б – зі складним рухом щоки: 1 – станина; 2 – щока нерухома; 3 – щока рухома; 4 – вал ексцентриковий; 5 – плита розпірна

Щоківі дробарки характеризуються шириною й довжиною завантажувального отвору.

Ширина вихідної щілини визначає ступінь подрібнення й продуктивність дробарки. Ширина завантажувального й розвантажувального отворів дробарки регулюється.

Щоква дробарка зі складним рухом щоки складається (рис. 2.1, б) з нерухомої щоки (1) і рухомої щоки (6), на яких розташовані змінні подрібнюючі плити (футеровка). У дробарках зі складним рухом робочого органу (рис. 2.1, б) рухома щока верхнім кінцем безпосередньо підвішена на ексцентриковому

валу (2), а в нижній частині за допомогою розпірної плити (3) з'єднана шарнірно із клиновим регулювальним пристроєм (5), розташованим на задній частині станини. Під час обертання ексцентрикового вала (2) рухома щока (6) робить складний рух: кочення по дузі кола щодо осі ексцентрикового вала (3) і зворотно-поступальний рух вздовж нерухомої щоки (1). Водночас будь-яка точка, що належить рухомій щоці, описує замкнену траєкторію: у нижній частині – це витягнутий еліпс, а у верхній форма траєкторії нагадує коло. У цій дробарці застосована одна розпірна плита (3), яка впирається одним кінцем у вкладені регулювального пристрою (5), а другим – у вкладень, який встановлений у прорізі на задній стінці рухомої щоки. Обертання ексцентрикового вала (2) передається від електродвигуна через клинопасову передачу.

Простір, що обмежений рухомою і нерухомою щоками й частиною поздовжніх стінок станини, називається камерою дроблення. Поздовжні стінки камери футеруються (облицьовуються) високовуглецевими або марганцевистими сталевими плитами. Профіль футерування рухомої і нерухомої щік може бути різним (ребристим, хвилястим тощо), бічні плити – гладенькі.

В щоккових дробарках матеріал дробиться тільки протягом однієї половини оберту ексцентрикового вала. Для вирівнювання роботи щоккової дробарки слугують маховики, які накопичують енергію під час відходу щоки й віддають її під час дроблення.

Порівняно з дробаркою із простим рухом щоки за рахунок скорочення кінематичних ланок конструкція дробарки зі складним рухом щоки значно спрощується, металоємність знижується. У цих дробарках руйнування матеріалу відбувається за рахунок тиску і тертя, що обумовлюється траєкторією руху рухливої щоки. Під час складного руху щоки відбувається підвищене зношування плит для дроблення і утворення великої кількості дріб'язку, що потрапляє у відходи.

Подрібнювальні плити – це змінні швидкозношувані деталі. Конструкція плит та зносостійкість матеріалів, з якого вони виготовлені, дуже впливають на продуктивність.

Для підвищення ефективності роботи щоккових дробарок зі складним рухом щоки застосовують рифлені подрібнювальні плити. Під час попереднього дроблення форма рифлення трапецеїдальна, під час остаточного – трикутна. Матеріал під час дроблення потрапляє між виступом однієї плити й западиною іншої і руйнується за рахунок зламу.

Розпірні плити виготовляють із чавуну. У багатьох конструкціях задня плита виконує також роль запобіжного пристрою. У цьому випадку вона розраховується за зменшеним запасом міцності для стискання. Іноді ця плита виготовляється із двох частин, що з'єднані між собою заклепками або болтами. В конструкціях великих дробарок розпірні плити є тільки кінематичними ланками, а в якості запобіжних пристроїв застосовуються фрикційні муфти, які також необхідні для плавного запуску дробарки впродовж 50–60 с. У випадку потрапляння неподрібнюваного шматка в камеру подрібнення у невеликих дробарок відбувається злам задньої розпірної плити або зріз її шпильок, а у

великих дробарок відбувається пробуксовка фрикційних муфт, спрацьовування електричного захисту й зупинка дробарки.

Ексцентрикний приводний вал спирається на два роликові дворядні сферичні вальниці, які розташовані на верхніх торцевих поверхнях поздовжніх стінок рами. На кінцях ексцентрикового вала розташований маховик і шків клинопасової передачі, що виконує функції маховика. Під час холостого ходу рухомої щоки енергія від двигуна дробарки акумулюється маховиками, а під час робочого ходу – передається щоці й витрачається на стиснення матеріалу.

Шків-маховик слугує шківом для клинопасової передачі, яка забезпечує передачу обертання від двигуна до ексцентрикового вала і водночас зменшує кількість обертів.

Контрольні запитання

1. Конструкція та принцип дії дробарки.
2. Сфера використання дробарок.
3. Закони подрібнення.
4. В чому відмінні особливості конструкції щоківних дробарок з простим та складним коливанням щоки?
5. Який спосіб руйнування матеріалу використовується в щоківних дробарках? Чи можливо подрібнення в щоківних дробарках глинистих матеріалів, крейди?
6. Чим зумовлене використання клинопасової передачі у приводі щоківних дробарок? Чи можливо використання в приводі редуктора?
7. У чому полягає функціональне призначення маховика?

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 3

Конусні дробарки

Мета вправи: ознайомитися із призначенням, конструкцією та принципом дії конусної дробарки; навчитися розраховувати головні параметри та працездатність конусних дробарок.

У промисловості будівельних матеріалів для дроблення кускових матеріалів широко використовуються дробарки конусні середнього дроблення на другій або на третій стадіях – дрібного дроблення. Найбільш поширені конусні дробарки (КД) в гірничорудній промисловості. КД застосовують для крупного, середнього та дрібного подрібнення гірських порід з межею міцності на стискання $\sigma < 250$ МПа під час виробництва заповнювачів бетону. Вони найчастіше встановлюються після щоківних дробарок.

Матеріал у конусних дробарках подрібнюється тиском, розколюванням, вигином і тертям між зовнішнім нерухомим і внутрішнім рухомим конусами.

Подрібнення матеріалу відбувається безупинно, а зона дроблення послідовно переміщується вздовж кола конусів. Матеріал безупинно розвантажується під дією сили ваги по всій довжині кола.

За технологічним призначенням КД класифікують: конусні дробарки для крупного дроблення (ККД); конусні дробарки для середнього дроблення (КСД); конусні дробарки для дрібного дроблення (КМД).

Типорозмір ККД характеризується шириною завантажувального отвору B і розвантажувального b . Розміри B і b вимірюються вздовж радіуса між крайніми точками футерування відприводно у верхній і нижній частинах конусів у разі їхнього максимальному віддалення. Залежно від значення параметра b у ККД завантажуються шматки матеріалу розміром 1,2 м – 0,4 м.

Конструкція конусних дробарок

В конусних дробарках (рис. 3.1, 3.2, 3.3) роздавлювання шматків матеріалу відбувається між зовнішнім конусом (1) і внутрішнім (2) шляхом натискання внутрішнього конуса на матеріал. Конус водночас або робить хитання щодо нерухомої точки (рис. 3.1, б), або переміщується по круговій траєкторії, роблячи поступальні рухи (рис. 3.1, а). Під час зазначених рухів внутрішнього конуса утворюючі конусів або зближаються, або віддаляються один від одного.

Під час зближення конусів матеріал подрібнюється, а під час віддалення – опускається донизу. Конусна дробарка середнього подрібнення подана на рисунку 3.1, б, а дробарка дрібного подрібнення – на рисунку 3.1, в.

Робота конусної дробарки подібна до роботи щоклової дробарки. За першу половину хитання внутрішнього конуса, коли він наближається до внутрішньої поверхні зовнішнього конуса, матеріал буде подрібнюватись. За другу половину хитання, тобто під час відходу внутрішнього конуса, подрібнений матеріал буде випадати, у той час як матеріал, що розташований на іншому боці, буде подрібнюватися. Подрібнений матеріал під дією сили ваги рухається вниз, до вихідного отвору. Дроблення в конусній дробарці відбувається безупинно під час послідовного переміщення зони дроблення по колу.

Контрольні питання

1. За якими ознаками класифікуються конусні дробарки? Для яких з перерахованих матеріалів можна використовувати конусні дробарки: вапняк, граніт, щебінь, крейда, клінкер?
2. У чому полягає перевага конусних дробарок у порівнянні із щокловими дробарками?
3. За рахунок яких видів силового впливу відбувається руйнування матеріалів у конусних дробарках?
4. Які технічні рішення використовуються в конусних дробарках, щоб запобігти припиненню роботи у випадку потрапляння матеріалів, що не подрібнюються, у робочий простір?

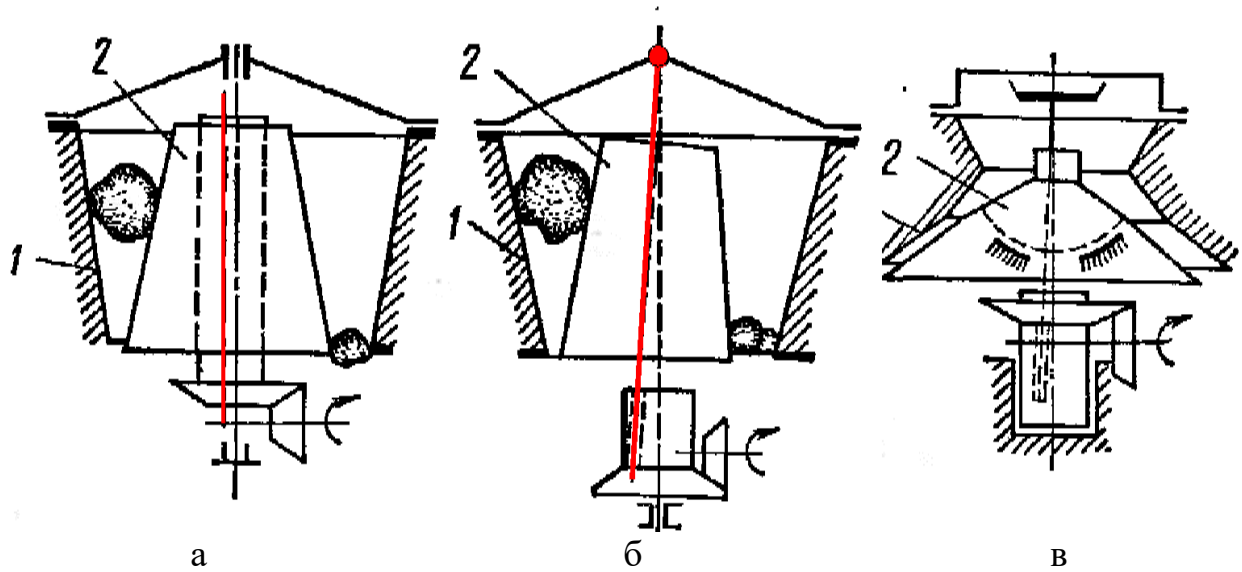


Рисунок 3.1 – Схеми конусних дробарок:
 а – рух конуса по колу; б, в – рух конуса граційний (дзига); а, б – крупного дроблення; в – середнього або дрібного дроблення

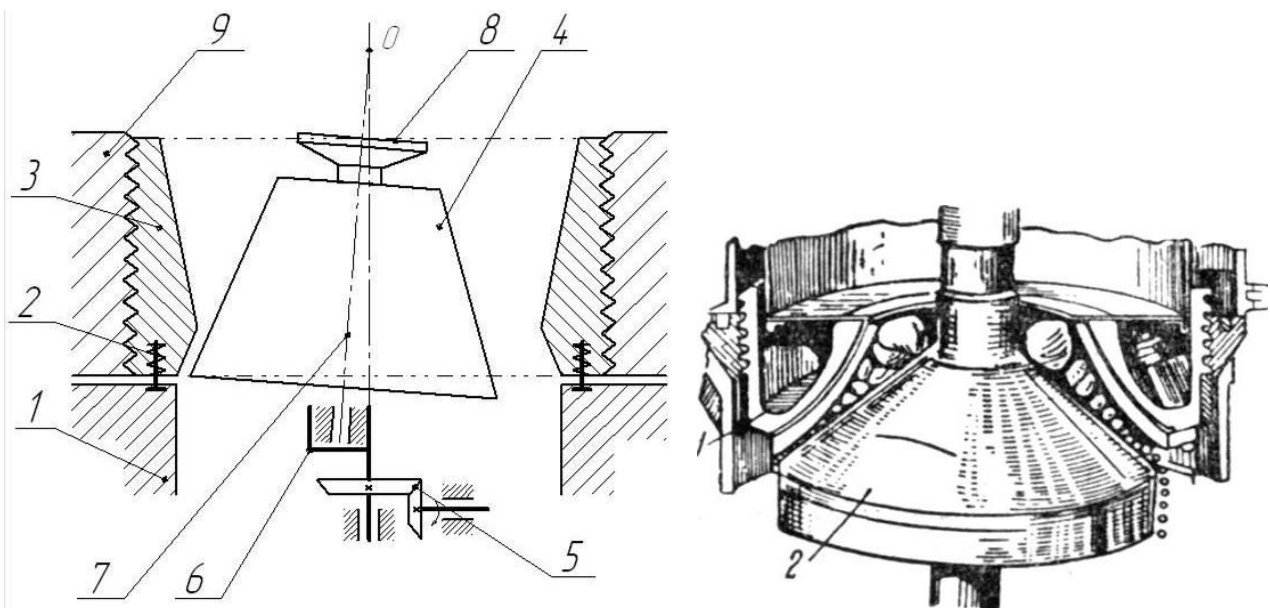


Рисунок 3.2 – Схема та принцип роботи конусної дробарки середнього дроблення:
 1 – корпус; 2 – запобіжний пристрій; 3 – нерухомий конус; 4 – рухомий конус;
 5 – привод; 6 – ексцентрикова втулка; 7 – вал рухомого конуса; 8 – таріль;
 9 – корпус

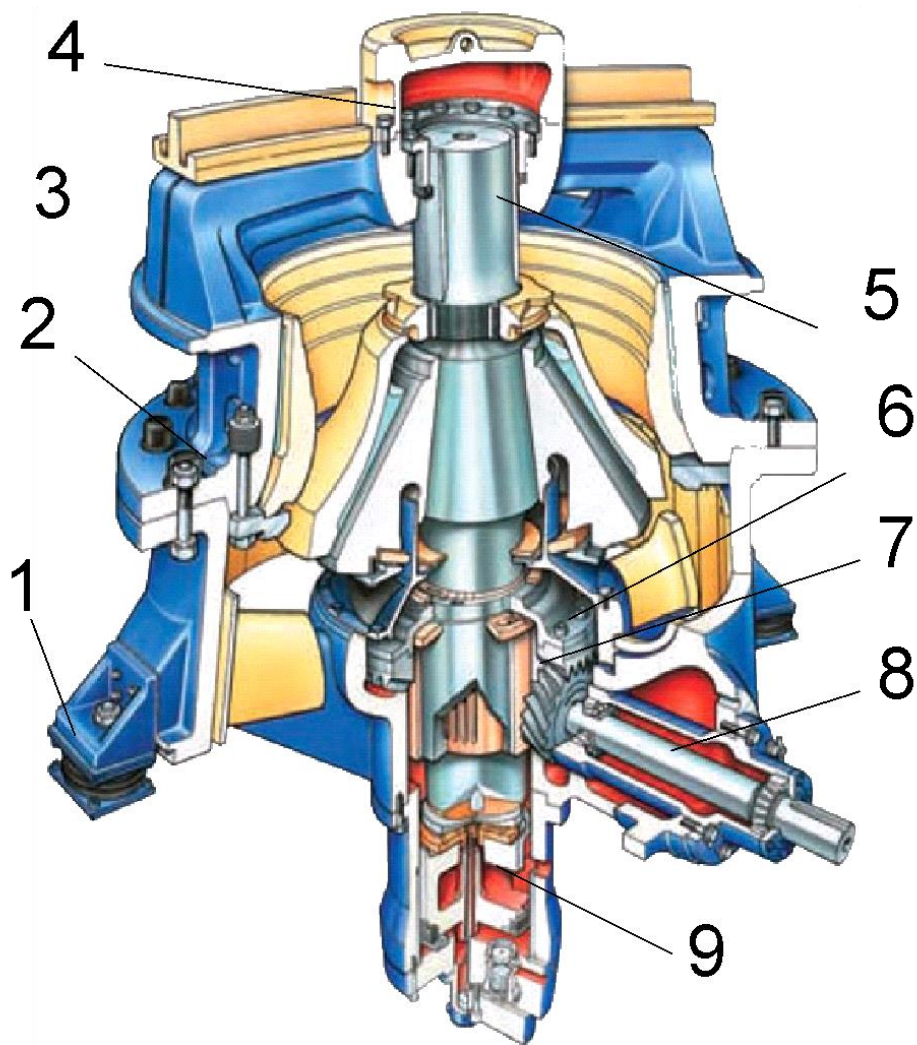


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд конусної дробарки середнього дроблення:
 1 – станина; 2 – конус нерухомий; 3 – конус рухомий; 4 – траверса; 5 – вал вертикальний; 6 – колесо конічне; 7 – втулка ексцентрикова; 8 – вал приводний; 9 – стакан

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 4

Молоткові дробарки

Мета вправи: вивчення конструкції, принципу дії та методики розрахунку головних параметрів молоткової дробарки; отримати навички розрахунку головних параметрів молоткових дробарок.

Класифікація, призначення, конструкція, принцип дії

В залежності від конструктивного виконання головного працюючого органу дробарки ударної дії (ДУД) поділяються на роторні та молоткові.

Роторні дробарки мають масивний ротор із жорстко закріпленими билами (рис. 4.1). Під час удару по шматку матеріалу бере участь вся вага ротора. Роторні дробарки використовуються під час крупного та середнього подрібнення гірських порід з лімітом міцності на стискання 200 МПа. Молоткові дробарки мають ротор, що набраний з окремих дисків, між якими шарнірно підвішені молотки масою 5–120 кг (рис. 4.2, 4.3). Кількість рядів молотків досягає 12. Молоткові дробарки використовують для середнього та дрібного подрібнення матеріалів середньої міцності. Розмір готового продукту регулюється зміною частоти обертання ротора, кількістю і формою молотків, проміжком між колосниками, відстанню між молотками (у нижньому положенні) і колом колосникових решіток.

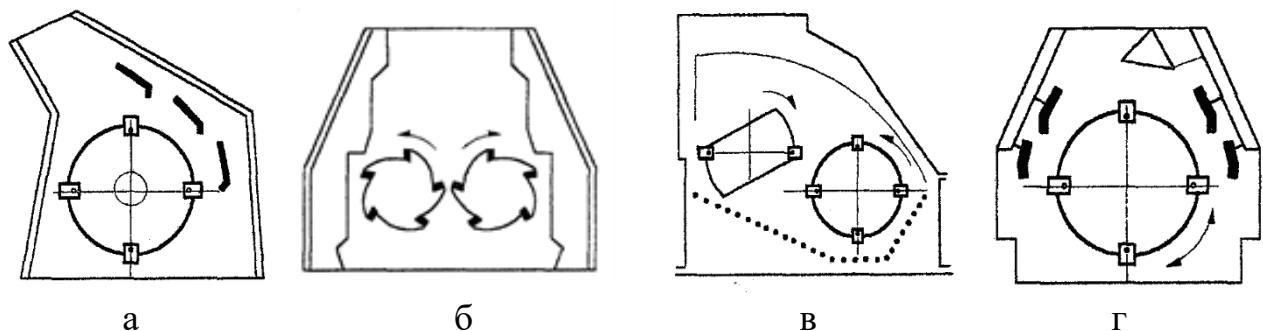


Рисунок 4.1 – Кінематичні схеми роторних дробарок

За **кількістю роторів** ДУД бувають: одно- та двороторні (рис. 4.4). За розташуванням роторів: з роторами, розташованими на одному рівні; з роторами, розташованими на різних рівнях.

За **напрямком обертання роторів** поділяються на: нереверсивні (обертання в одному напрямку); реверсивні (обертання в різних напрямках); з роторами, що обертаються в одному та різних напрямках.

За **наявністю колосникової решітки** – без колосникової решітки (перевага – роторні), з колосниковою решіткою в завантажувальній частині, з колосниками в завантажувальній та розвантажувальній частинах.

За **кількістю подрібнюючих плит** – одностадійний (з однією плитою); дво- та тристадійні.

За **використанням ротора** – з литим ротором; з порожнім ротором.

Дробарки розрізняються за конструкцією бил і молотків.

Дробарки характеризуються діаметром та довжиною ротора, які входять до їх умовних позначень. Наприклад, ДРК – 2 000 × 1 600 дробарка роторна крупного подрібнення з діаметром 2 000 мм та довжиною ротора 1 600 мм; М 2 000 × 2 000 – молоткова дробарка з діаметром та довжиною ротора 2 000 мм. Лінійна швидкість ротора роторних дробарок 50 м/с, молоткових – 80 м/с.

З молоткових дробарок різних типів найбільш розповсюджені однороторні нереверсивні дробарки.

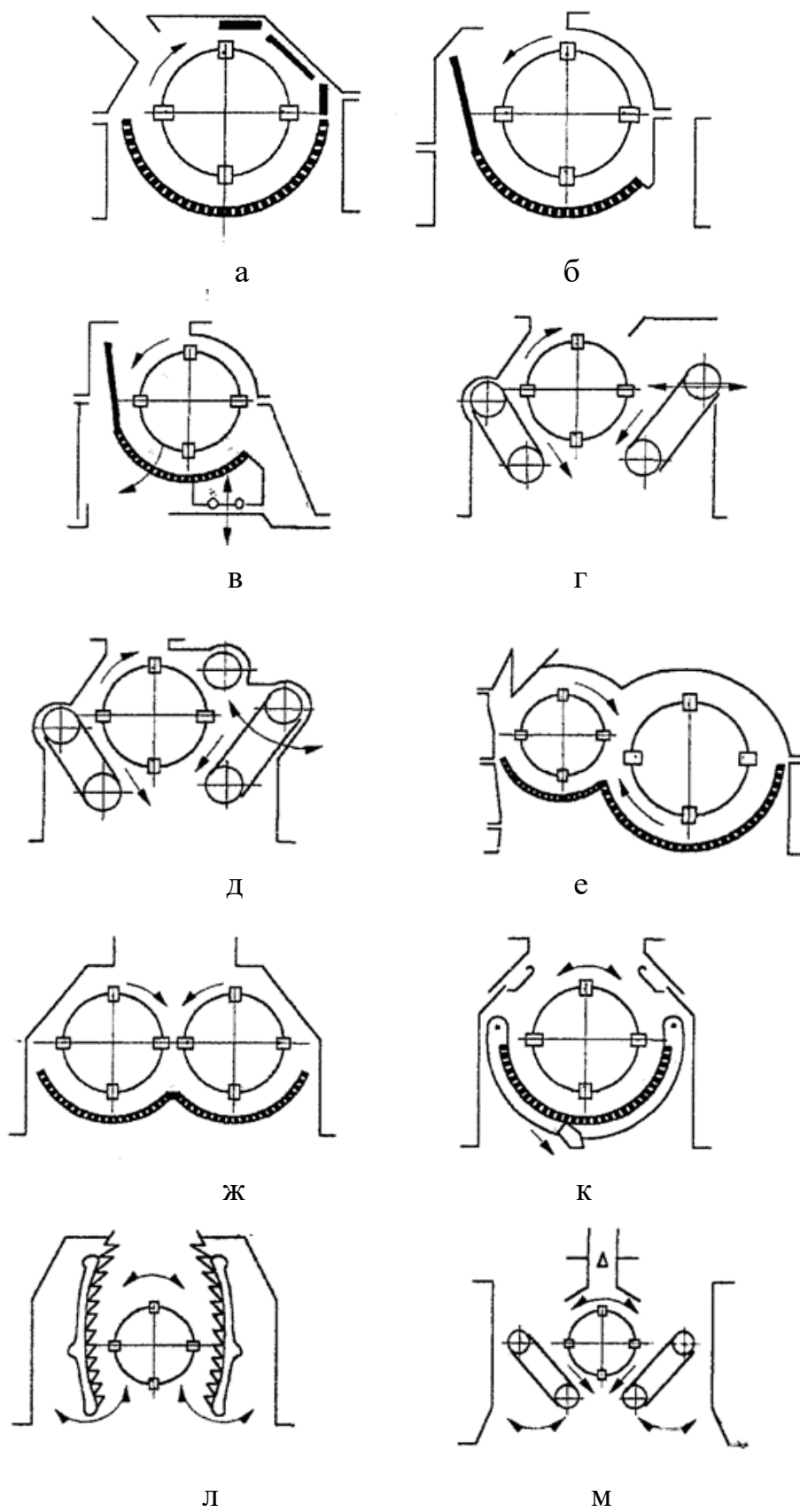


Рисунок 4.2 – Кінематичні схеми молоткових дробарок

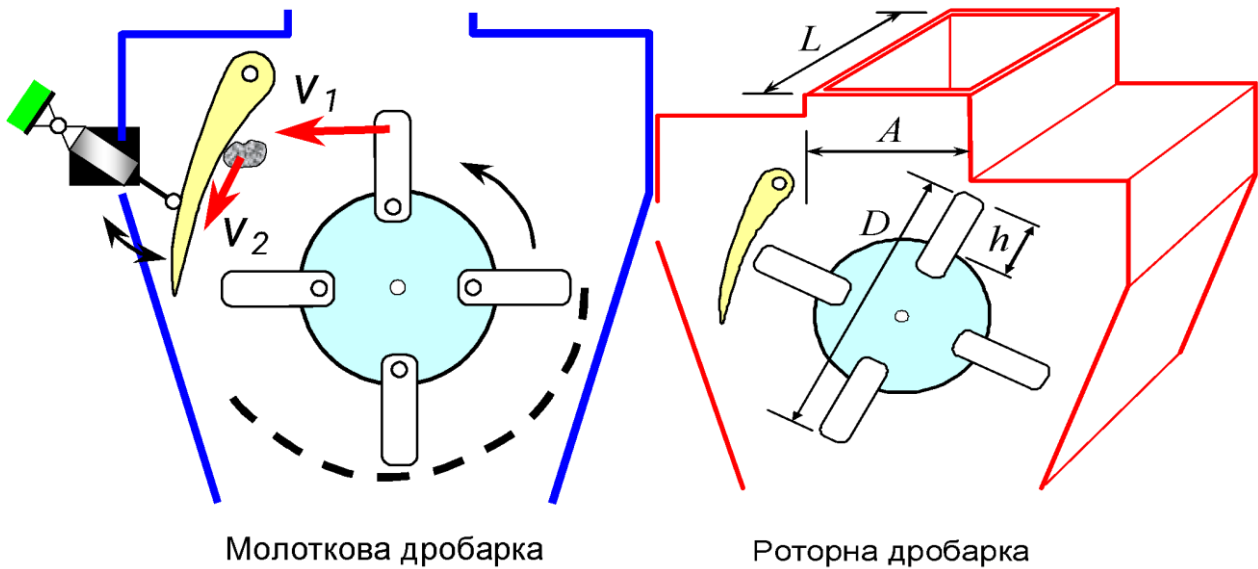


Рисунок 4.3 – Принцип роботи молоткових та роторних дробарок

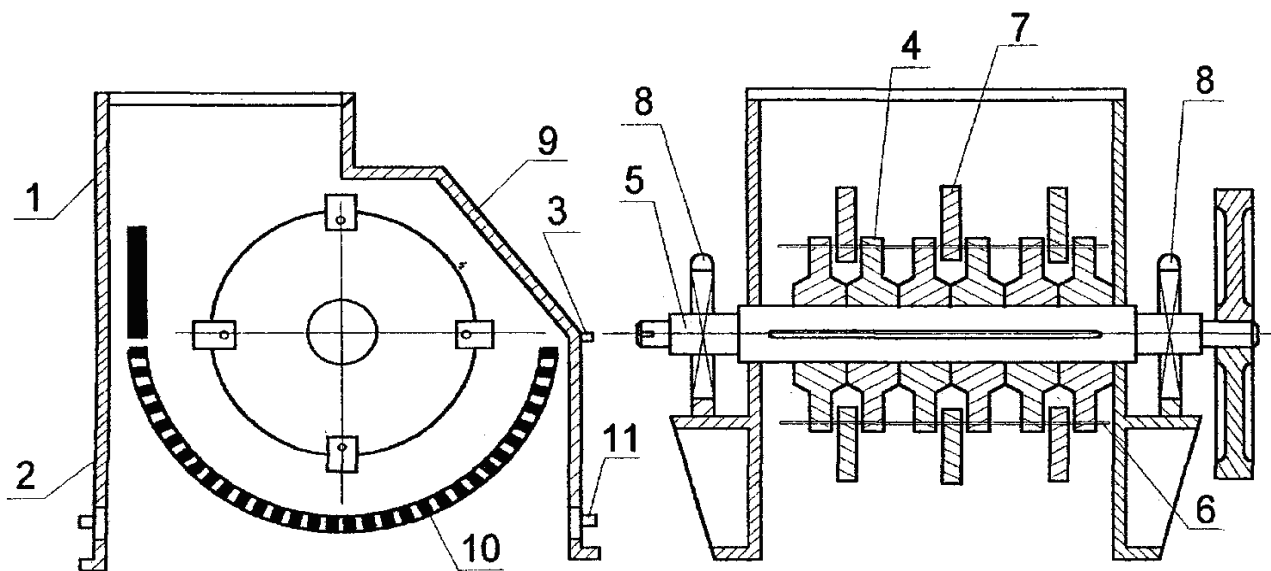


Рисунок 4.4 – Конструктивна схема молоткової дробарки:
1, 2 – верхня та нижня частини станини; 3, 11 – болти; 4 – ротор; 5 – вал;
6 – стрижні; 7 – молоток; 8 – вальниці; 9 – відбійні плити; 10 – колосникова
решітка

Принцип дії дробарки ударної дії

Матеріал подається у дробарку зверху на ротор, що швидко обертається. Під дією ударів бил (молотків) шматок руйнується, його частини широким спектром (кут розлітання до 30°) відкидаються на футеровку, відбійні плити, колосники, тим самим утворюється робоча камера дробарки. Під час удару об

футеровку і плити шматок відлітає назад та одночасно додатково подрібнюється, після чого знову потрапляє під дію бил. Це повторюється, доки матеріал не вийде через нижню частину робочої камери дробарки. Ступінь подрібнення матеріалу в ДУД доходить до 200.

Останнім часом ДУД використовується не тільки для подрібнення твердих, але й для подрібнення вологих матеріалів (глина, крейда) з вологістю $W = 18 \%$, водночас в робочу камеру дробарки подається підігрітий до температури $t = 450 \text{ }^{\circ}\text{C}$ газ, в результаті чого відбувається подрібнення матеріалу з його сушкою.

Найбільш розповсюджені однороторні ДУД (рис. 4.2, 4.3, а, б, в). Продуктивність та ступінь подрібнення регулюються частотою обертання ротора, кількістю рядів бил, висотою бил, кількістю подрібнюючих плит.

Двороторні дробарки з роторами, що розташовані на одному рівні та обертаються в різні боки (рис. 4.2, ж) мають вдвічі більшу продуктивність, ніж однороторні. Двороторні дробарки з роторами, які розташовані на різних рівнях та обертаються в одному напрямку, мають дуже велику інтенсивність подрібнення порівняно з випадком зустрічного обертання роторів.

Реверсивні дробарки (рис. 4.2 г, к, л, м) мають можливість зміни напрямку обертання ротора, внаслідок чого збільшується міжремонтний період дробарки. Били та молотки виготовляють з високомарганцевої сталі.

Однороторна нереверсивна молоткова дробарка (рис. 4.4) складається з литої або зварної станини включно із верхньою (1) та нижньою (2) частиною, що з'єднані між собою болтами (3). Ротор дробарок набирається з окремих дисків (4), які за допомогою шпонки фіксують відносно вала (5). Диски між собою з'єднуються стрижнями (6), на яких між дисками (4) підвішуються молотки (7). Вал ротора влаштовується у дворядних роликових вальницях(8), корпус яких скріплюється з нижньою частиною станини.

Верхня частина станини всередині футерується змінними гладкими відбійними плитами (9). В нижній частині станини влаштовується колосникова решітка (10), яка охоплює на $135\text{--}180^{\circ}$ ротор. Решітка набирається з окремих колосникових балок, що утворюють клиновидну щілину, яка розширюється під час руху матеріалу (кут розкриття щілини $10\text{--}200^{\circ}$).

Колосники виготовляють з легованої сталі 60CL, 45X, 110Г13Л із загартуванням до міцності 350 НВ – 400 НВ.

У процесі попадання до робочої камери матеріалів, що не подрібнюються, молоток під час удару відхиляється, що запобігає аварії.

Колосникові решітки шарнірно підвішені на осі, яка закріплена в корпусі дробарки. Щілини між колосниками, що розширюються встановлюють з боку розвантаження під кутом $10\text{--}20^{\circ}$ і нахиленими до радіуса ротора під кутом $40\text{--}50^{\circ}$ убік руху матеріалу. Це забезпечує переробку в дробарках матеріалів підвищеної вологості без забивання щілин колосникових решіток. Кількість рядів молотків на роторі визначається розмірами і його призначенням. Вал ротора спирається на дві вальниці, які винесені з корпусу дробарки і встановлені на спеціальні кронштейни.

Вихідний матеріал завантажується в дробарку зверху, під дією сили ваги вільно сповзає вздовж по лотку та опиняється на швидкообертальному роторі. Під дією сили удару шматок руйнується, і його частини відкидаються на робочу поверхню і колосники, що утворюють камеру дроблення. Під час удару по поверхні матеріал додатково подрібнюється й знову падає в зону дії молотків. Це повторюється багаторазово доти, поки шматки, досягнувши певного розміру, не вийдуть через щілини в колосникових решітках.

Крім того, шматок матеріалу під дією ексцентричного удару іноді починає обертатися навколо свого центру ваги зі швидкістю, близькою до швидкості робочого органу дробарки, і руйнується від дії відцентрових сил, тому що в шматку матеріалу виникає напруга, що перевищує межу міцності під час стиску.

У такий спосіб у молоткових дробарках шматки матеріалу подрібнюються від удару молотка, що швидко рухається; від зіткнення шматків матеріалу один з одним; від удару по нерухомій поверхні з футеровкою камери подрібнення та під дією відцентрових сил.

Дробарки для дроблення матеріалів, схильних до налипання, обладнані спеціальними пристроями у вигляді очисних полотен і обертових валків (рис. 8.5). Вихідний матеріал подається на транспортер і надходить до ротора, де руйнується і викидається на другий очисний транспортер. З останнього готовий продукт вільно падає, а налиплі частинки відокремлюються скребком. Аналогічну функцію виконують валки. Конструкції дробарок виготовлені так, щоб виключити контакт матеріалу, що подрібнюється, з нерухомими її частинами.

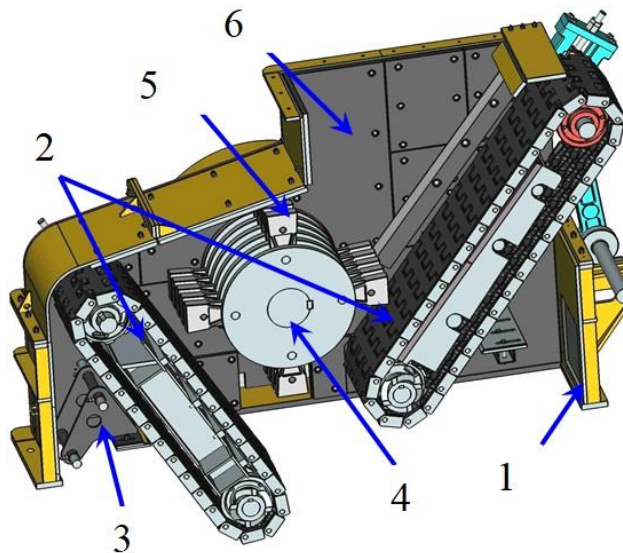


Рисунок 4.5 – Загальний вигляд молоткової дробарки для вологих матеріалів:
1 – корпус; 2 – очисний транспортер; 3 – скребок; 4 – ротор; 5 – молотки;
6 – поверхня з футеруванням

Контрольні питання

1. Призначення та сфера застосування молоткових дробарок.
2. Які типи молоткових дробарок існують, їх відмінності.

3. Який спосіб руйнування матеріалу використовується в молоткових дробарках?
4. Які основні параметри молоткових дробарок?
5. Охарактеризуйте привод молоткової дробарки.
6. Від яких параметрів залежать потужність і продуктивність?
7. Які переваги молоткових дробарок порівняно з щокowymi та конусними дробарками?
8. Які недоліки мають молоткові та роторні дробарки?
9. Яким чином регулюється ступінь подрібнення в молотковій дробарці?

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 5

Валкові дробарки

Мета вправи: визначення конструкції основних вузлів валкової дробарки; розрахунок параметрів валкової дробарки з гладкими валками.

Опис конструкції валкових дробарок

Валкові дробарки використовують в промисловості будівельних матеріалів для тонкого, середнього, дрібного та крупного подрібнення матеріалів малої та середньої міцності, вилучення кам'яних домішок з глини тощо. У валкових дробарках руйнування матеріалу відбувається або між валками, що обертаються назустріч один одному, або між валком, що обертається і камерою подрібнення під дією стискальних навантажень. Подрібнення матеріалу відбувається шляхом стискання та часткового розтирання або згином між двома валками, що обертаються. Поверхня валків в залежності від властивостей матеріалу, який подрібнюється, буває гладкою, рифленою або зубчастою. Найбільш розповсюджені дробарки з гладкими валками, які використовуються для середнього та крупного подрібнення крихких і м'яких порід.

Валкові дробарки класифікуються:

1. За призначенням і формою робочої поверхні:
 - а) для тонкого, дрібного і середнього подрібнення матеріалів – з гладкою поверхнею валків (рис. 5.1);
 - б) для крупного подрібнення глиняних матеріалів – із зубчастими валками (рис. 5.2);
 - в) для середнього та дрібного подрібнення матеріалів з позбавленням від каміння з одним гладким та другим рифленим валками, і з валками, які мають гвинтову поверхню (рис. 5.3);
 - г) для середнього, крупного, дрібного і тонкого подрібнення матеріалу та формування брикетів – з дірчастими валками.

2. За методом встановлення вальниць у валках:
 - а) з однією парою рухомих і нерухомих валків (рис. 5.1, 5.3, 5.4);
 - б) з нерухомо встановленими валками;
 - в) з рухомою встановленими вальницями в двох валах.
3. За кількістю валків у дробарках:
 - а) з однією парою;
 - б) з двома парами ;
 - в) з трьома та більше парами валків.

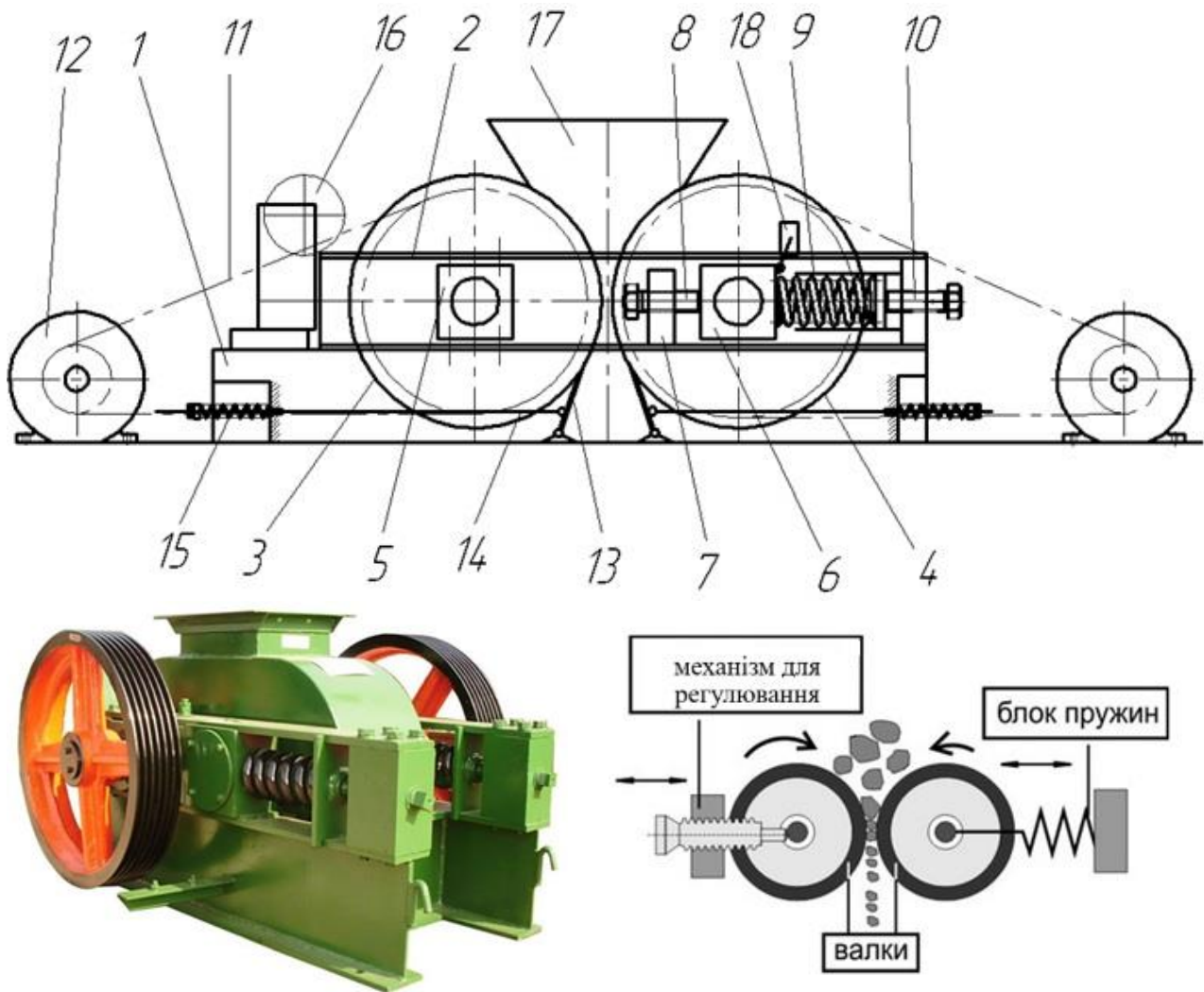


Рисунок 5.1 – Схема валкої дробарки з гладкими валками:

- 1 – рама; 2 – напрямні; 3 – нерухомий валок; 4 – рухомий валок; 5, 6 – корпуси вальниць валків; 7 – опора; 8 – болт регулювання проміжку між валками; 9 – пружина притискання валка; 10 – болт попереднього стиснення пружини (регулювання зусилля притискання); 11 – клинопасова передача; 12 – двигун; 13 – скребок очищення валка; 14 – тяга скребка; 15 – пружина притискання скребка до вальця; 16 – пристрій для відновлення циліндричної форми валків (шліфувальний або проточний станок); 17 – завантажувальний лоток; 18 – кінцевий вимикач

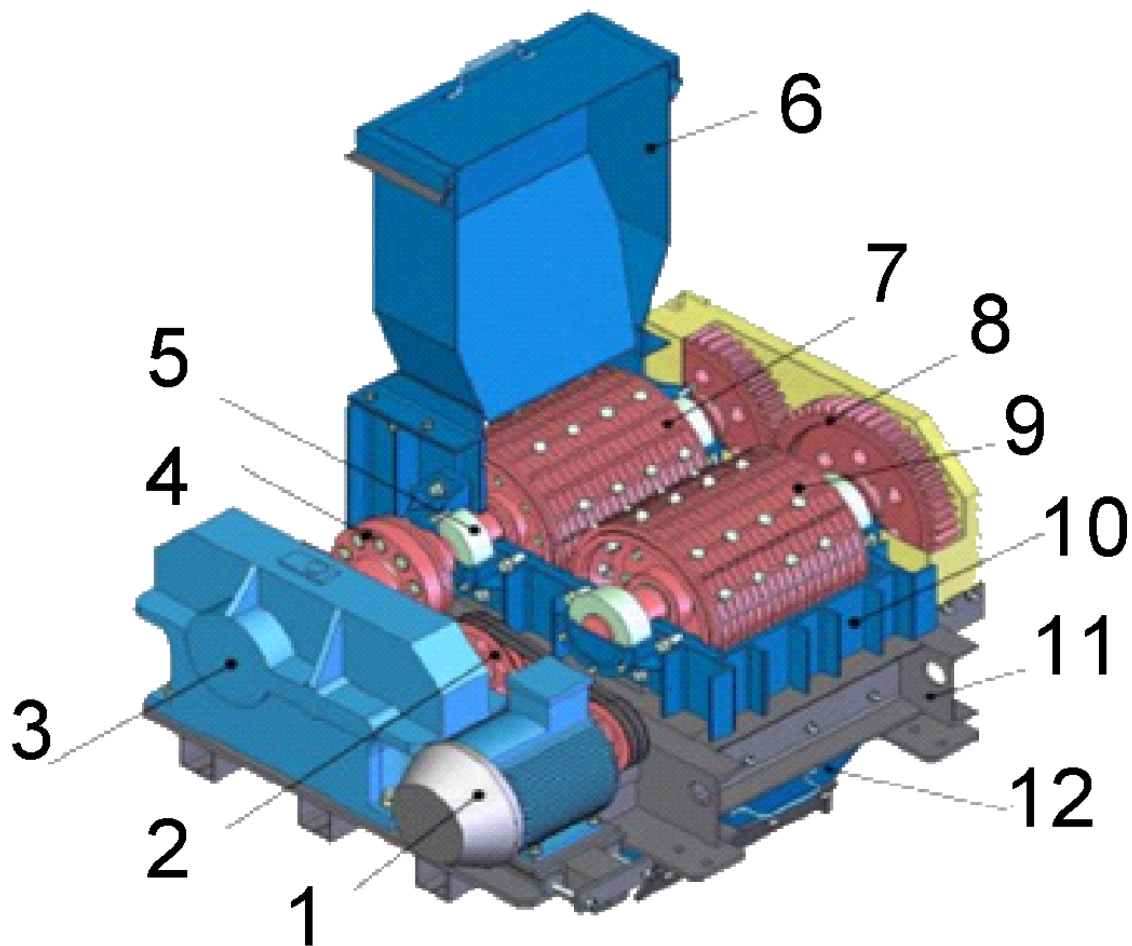


Рисунок 5.2 – Схема валкової дробарки із зубчастими валками для крупного подрібнення глиняних матеріалів:

1 – електродвигун; 2 – передача пасова; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – опора вальнична; 6 – бункер; 7 – валок ведучий; 8 – пара зубчаста; 9 – валець ведений; 10 – станина; 11 – рама опорна; 12 – розвантажувальний пристрій

4. За конструкцією привода:

а) із редукторним приводом з карданными валами (рис. 5.4);

б) із шестеренчастим приводом (рис. 5.1);

в) із пасовою передачею (рис. 5.3);

г) із редукторним приводом і пасовою передачею тощо.

У шестеренчастому приводі, у зв'язку з переміщенням валків, шестерні виконують з подовженими зубцями, що знижує надійність його роботи. Тому в сучасних конструкціях кожен валок має привод через карданный вали (рис. 5.4), або індивідуальний привод кожного валка (рис. 5.1).

Переваги валкових дробарок – простота конструкції і надійність роботи, невеликі витрати енергії.

До недоліків роботи належать низька продуктивність, невелика інтенсивність подрібнення ($i = 4-6$), обмежений розмір шматків матеріалів, які

завантажуються, неоднорідність зернового складу готового продукту з великою кількістю плоских та довгих зерен.

Крім цього, у процесі роботи валкових дробарок відбувається безперервна вібрація рухомого валка під дією деформації пружини від тиску матеріалу, що надходить на подрібнення.

Валкові дробарки потребують безперервного і рівномірного живлення матеріалу по всій довжині валка, тому вони мають свої власні живильники.

Принцип дії вальцевої дробарки з гладкими валками

Валкові дробарки широко застосовуються в промисловості будівельних матеріалів, особливо у процесі подрібнення в'язких і вологих матеріалів.

Робочим органом валкової дробарки є два циліндри (валки), що обертаються назустріч один одному й розсунуті на відстань, обумовлену максимальним розміром вихідного продукту. Матеріал внаслідок тертя зтягується між валками і водночас поступово подрібнюється.

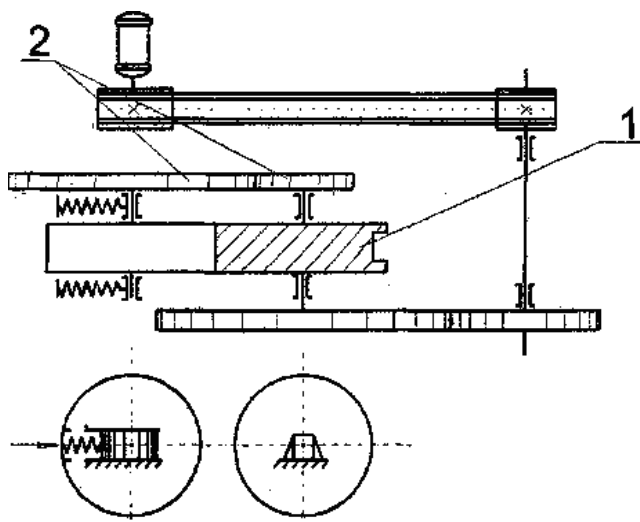


Рисунок 5.3 – Схема валкової дробарки з валком (1), який має гвинтову канавку, з приводом через шестерню (2) з подовженими зубцями

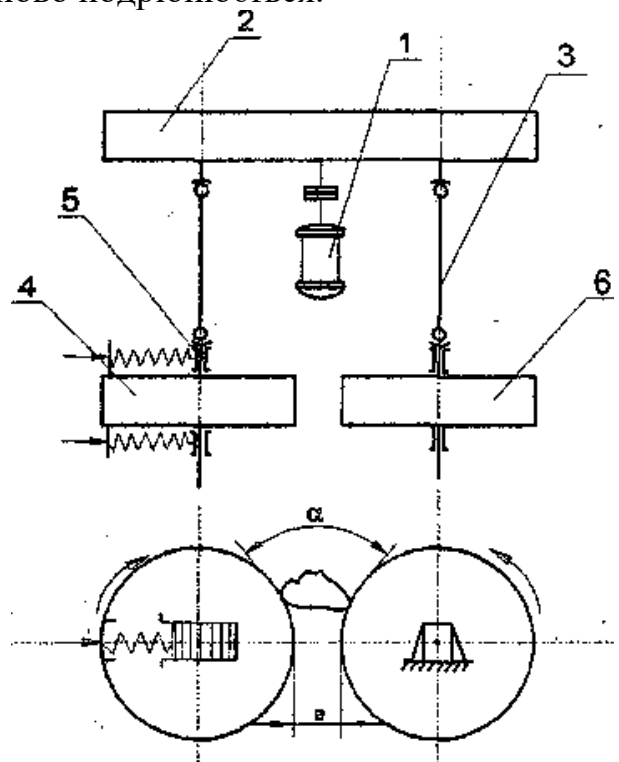


Рисунок 5.4 – Схема валкової дробарки із гладкими валками, приводом через карданні вали

Валкова дробарка із гладкими валками (рис. 5.4) має два паралельно розташовані циліндричні валки (4) і (6), які обертаються навколо горизонтальних осей назустріч один одному. Валок (4) насаджений на вал і обертається із рухомо закріпленими вальницями (5). Дробарки з одним рухомим валком

найпоширеніші. Майже у всіх існуючих конструкціях валкових дробарок один з валків встановлений в рухомих вальницях, що рухаються за напрямними. Вальниці втримуються на місці пружинами, які стиснені за допомогою спеціальних болтів. Під час потрапляння сторонніх предметів пружини перебувають під навантаженням, яке збільшується під час цього процесу. Пружини стискаються і деформуються, проміжок між валками збільшується, і сторонній предмет випадає із дробарки. Далі, під дією пружин, вальниці з валком повертаються у вихідне положення. Обертаються валки від електричного двигуна через редуктор і карданні вали (3).

Валки для подрібнення закриті кожухами, які запобігають попаданню пилу в приміщення цеху; для техніки безпеки на виробництві пасові передачі також закриті кожухами.

Валкові дробарки з гладкими валками широко використовуються в промисловості будівельних матеріалів для подрібнення як міцних, так і пластичних матеріалів (глини).

Контрольні питання

1. Який принцип руйнування матеріалів є основою роботи валкових дробарок?
2. За якими ознаками класифікують валкові дробарки?
3. Назвіть необхідну умову для забезпечення захоплення шматка матеріалу у валковій дробарці. Що таке кут захоплення?
4. Пояснити, чим зумовлене використання більш складної кінематики привода валкових дробарок у порівнянні із шоковими?
5. Які технічні рішення використовуються у валкових дробарках для виключення несправності агрегатів у випадку влучення в простір між валками предметів або домішок, що не подрібнюються?

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 6

Бігуни

Мета вправи: вивчення приладу основних вузлів та принципу дії бігунів; розрахунок основних параметрів бігунів.

Призначення, конструкція та принцип дії бігунів

В промисловості будівельних матеріалів бігуни використовуються як для дрібного подрібнення (до 3 мм – 8 мм), так і для грубого помелу (до 0,2 мм – 0,5 мм) таких матеріалів, як волога та суха глина, кварц, шамот, доломіт тощо. Бігуни, які мають меншу ефективність процесу подрібнення (наприклад у порівнянні з валковими дробарками), використовують у тих випадках, коли

одночасно з подрібненням матеріалу необхідно забезпечити ущільнення безповітряних мас.

Подрібнення в бігунах здійснюється шляхом стискання та розтирання між циліндричними котками та плоскою поверхнею чаші. Бігуни мають два котки, які обкочуються по чаші. За конструктивним виготовленням розрізняють бігуни з рухомою та нерухомою чашею. У бігунах з рухомою чашею (рис. 6.1, б) котки обертаються навколо своєї горизонтальної нерухомо встановленої осі.

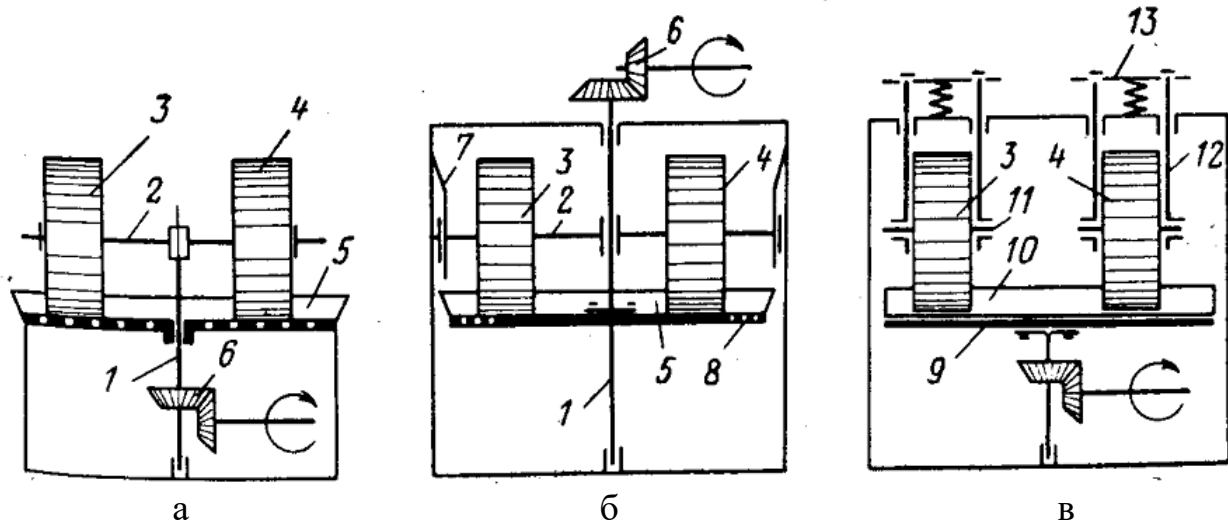


Рисунок 6.1 – Кінематичні схеми різноманітних конструкцій бігунів:

а – з нерухомою чашею і нижнім приводом для вологого подрібнення;

б – з обертовою чашею і верхнім приводом для сухого подрібнення;

в – з обертовою чашею і нижнім приводом чаші для сухого подрібнення;

1 – вертикальний вал; 2 – кривошипи осей; 3, 4 – котки; 5 – чаша; 6 – конічна пара, яка передає обертання від двигуна до вертикального вала; 7 – напрямні; 8 – кільцеве сито; 9 – дно чаші; 10 – борт чаші; 11 – осі котків; 12 – тяги; 13 – поперечина

У бігунах з нерухомою чашею (рис. 6.2, а) котки обкочуються по чаші, обертаючись навколо вертикального вала. Бігуни бувають з верхнім та нижнім приводом. За технологічним призначенням розрізняють бігуни для вологого подрібнення, якщо вологість матеріалу більша за 15–16 %. Для сухого та напівсухого подрібнення – якщо вологість матеріалу не перевищує 10–11 %. Змішувальні бігуни призначені для змішування різних матеріалів за одночасного їхнього подрібнення та ущільнення. Змішувальні бігуни застосовуються для суміші з вологістю не більше за 10–12 %.

За способом дії бігуни поділяються на машини безперервної та періодичної дії, а також «вологого» і «сухого» способу подрібнення. У бігунах періодичної дії матеріал, що підлягає подрібненню завантажується в кількості 1–1,5 т, і переробляється протягом 5–15 хв., після чого вивантажується. Далі цикл повторюється. Котки бігунів виготовляються з металу, іноді котки та чашу роблять кам'яними. Це може бути обумовлено технологічними вимогами, що

а

б

Бігуни вологого подрібнення (рис. 6.1 а; 6.2–6.4) з нерухомою чашею складаються з двох котків (3), (4), які встановлені на різній відстані від вертикального вала (1), щоб перекрити найбільшу площину дна чаші. Катки бігунів підвішені на кривошипях (2) і можуть підніматися зі збільшенням шару маси чи у разі попадання матеріалу, що не подрібнюється. Дно чаші (9) облицьовується плитками з отворами. Для того, щоб отвори не засмічувалися, їх роблять конічними і розширеними до низу.

Бігуни з обертовою чашею використовують для подрібнення сухих та напівсухих матеріалів (рис. 6.3, б). Вони складаються з двох котків 3, 4 (рис. 6.1, б), що закріплені на горизонтальній осі (1), яка у разі потрапляння матеріалу, що не подрібнюється або зі збільшенням шару має можливість підніматися за напрямними (7).

26

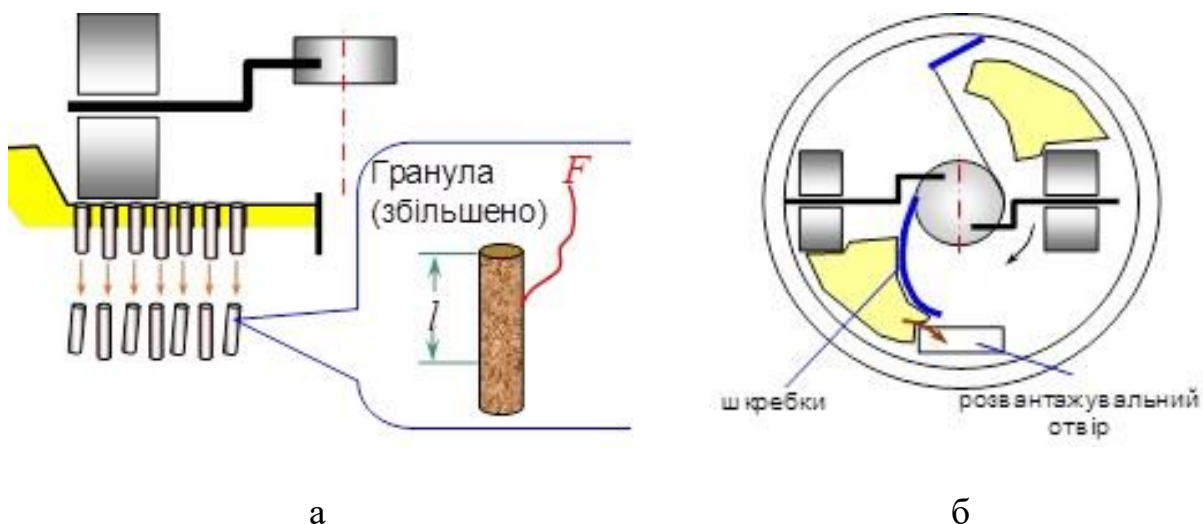


Рисунок 6.3 – Схеми бігунів для «вологого» і «сухого» способу подрібнення:
а – утворення гранул у «вологих» бігунах; б – розвантаження у «сухих» бігунах

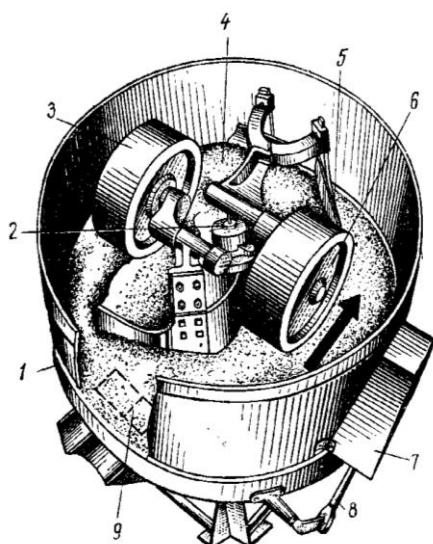


Рисунок 6.4 – Схема та загальний вигляд бігунів з нерухомою чашею:
1 – нерухома чаша; 2 – нерухома вісь; 3, 6 – гладкі валки, 4, 5 – плужки;
7 – пневматичний циліндр; 8 – тяга; 9 – розвантажувальне вікно

Котком (4), який є більш віддаленим від центру чаші, матеріал витискається крізь отвори в дірчастих плитах на тарілку, що обертається разом з валом, з якої видаляється нерухомо закріпленим скребком. Обидва котки розташовуються на однаковій відстані від центру й котяться по суцільній доріжці. Подрібнений матеріал скеровується скребками на кільцеве сито (8). Дрібні частинки матеріалу проходять через сито, потрапляють на нерухому кільцеву канавку та скребком, що обертається разом з чашею, через розвантажувальний лоток видаляються з бігунів. Великі частини нерухомо закріпленими скребками подаються назад під котки для додаткового подрібнення.

Сучасні бігуни (рис. 6.5) мають два котки (1), які несиметрично змонтовані на траверсі (2), що обертається приводним валом (11) від двигуна (10). Дно складається з двох доріжок – суцільної внутрішньої (3) та решітчастої зовнішньої (4). Глина або шихта завантажується у пристрій (6), який розміщений на траверсі (2), і потрапляє під внутрішній коток, який подрібнює її на суцільній доріжці (3). Далі системою скребків (5) вже подрібнений матеріал подається під зовнішній коток, який витискає його крізь отвори решіток (4) на таріль (7). Остання обертається від власного приводу у напрямку, протилежному обертанню котків, для додаткового усереднення шихти. Скребком (8) шихта розвантажується з тарелі (7) на конвеєр (12). У разі необхідності зволоження шихти передбачена можливість введення води у зону дії внутрішнього котка.

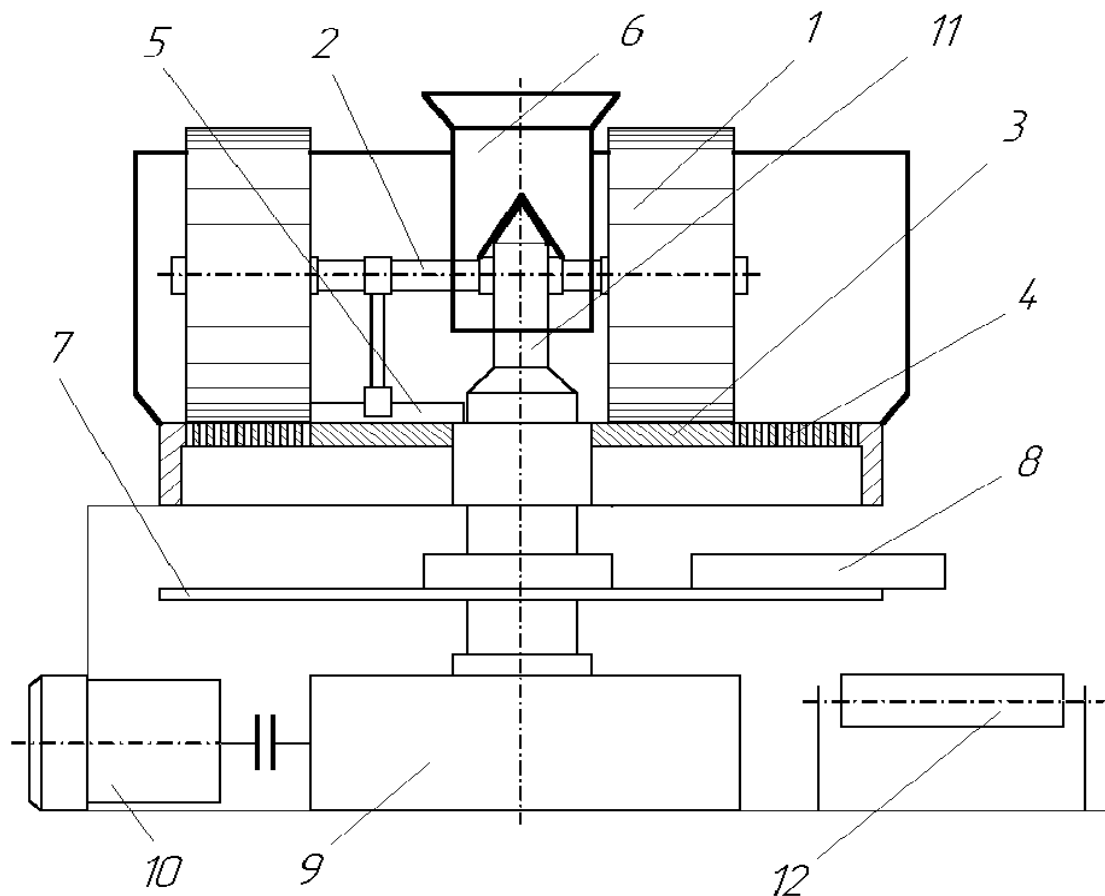


Рисунок 6.5 – Конструктивна схема бігунів з нерухомою чашею:

- 1 – котки; 2 – траверса; 3 – суцільна внутрішня доріжка; 4 – ґратчаста зовнішня доріжка; 5 – скребки доріжки; 6 – завантажувальний пристрій;
7 – таріль; 8 – скребок тарелі; 9 – редуктор; 10 – двигун; 11 – приводний вал;
12 – конвеєр вилучення шихти

Бігуни як сухого, так і вологого подрібнення мають скребковий пристрій, який рівномірно подає матеріал під котки, очищає чашу та котки від налипання матеріалу та скеровують подрібнений продукт на сита. Частота обертання чаші та вертикального вала обмежена відцентровими силами, що відкидають матеріал до стінок чаші.

Контрольні питання

1. За якими ознаками класифікуються бігуни?
2. З якого матеріалу виготовляють котки? Який взаємозв'язок технологічних умов під час подрібнення матеріалів і конструкцій бігунів?
3. Які конструктивні рішення передбачені для виключення спрацювання бігунів під час потрапляння під котки предметів, що не подрібнюються?
4. Чим зумовлена установка котків бігунів на різній відстані від осі обертання?

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 7

Кульові млини

Мета вправи: вивчити конструкцію і принцип роботи трубного кульового млина (ТКМ) для помелу цементного клінкеру; побудувати схему млина, який працює у замкненому і відкритому циклах; зробити виміри параметрів, що необхідні для визначення технологічних параметрів, тобто визначити дійсну та розрахункову робочу частоту обертання барабану млина, масу подрібнюючих тіл, продуктивність млина та потужність електродвигуна приводу млина.

Класифікація, будова та принцип дії млина

Кульові млини (рис. 7.1) отримали велике розповсюдження у промисловості будівельних матеріалів (ПБМ) під час помелу цементу, вапна, гіпсу, силікатної суміші, вогнестійких матеріалів завдяки простоті конструкції, надійності експлуатації та високій продуктивності.

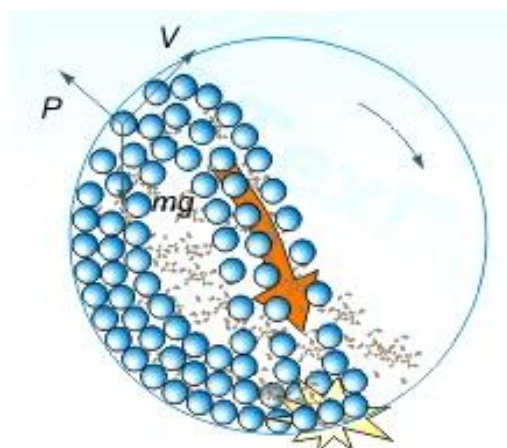
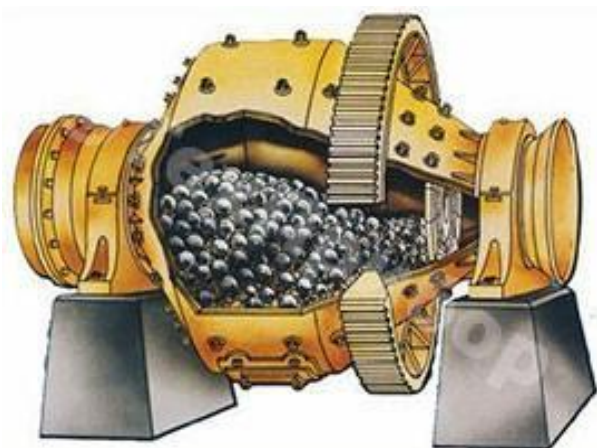
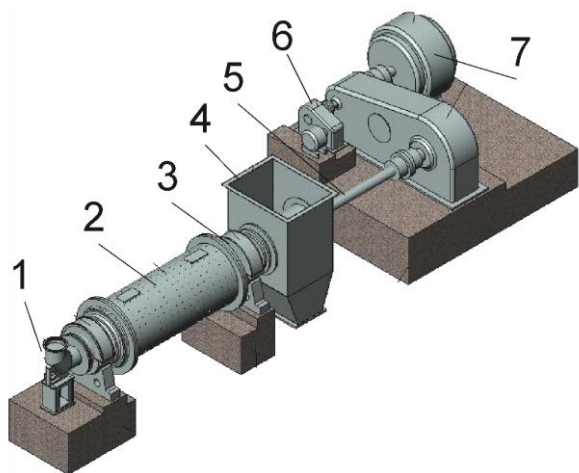
Якщо відношення довжини до діаметру $L/D < 2$, тоді млини зазвичай називають барабанними, якщо відношення – $L/D > 2$ – то трубними. Останні використовуються у процесі помелу клінкеру, при цьому ступінь подрібнення становить 200–1 000. Якість готового продукту характеризується тонкістю помелу та зерновим складом.

Кульові (барабанні) млини класифікуються:

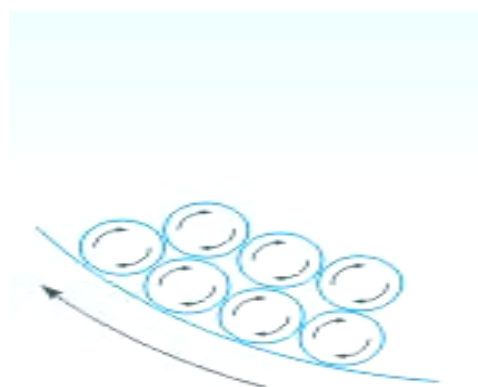
- за принципом дії: періодичної та безперервної дії;
- за схемою роботи: з відкритими та замкненим циклом;
- за способом помелу: сухі та вологі;
- за формою барабана: барабанні та циліндричні, конічні та трубні циліндричні;
- за способом розвантаження та завантаження: крізь люк, з периферійним розвантаженням та центральним завантаженням; з центральним завантаженням та розвантаженням;

- за формою подрібнюючих тіл: шарові, стрижневі, самоподрібнювання (без подрібнюючих тіл);
- за кількістю камер: одно- та багатокамерні;
- за типом повода: із периферійним поводом, із центральним поводом.

У ПБМ зазвичай використовуються млини безперервної дії, що працюють за відкритим або замкненим циклами.



а



б

Рисунок 7.1 – Устрій кульового млина та схема руху шарів у млині:

а – водоспадний млин; б – каскадний млин;

- 1 – воронка завантажувальна; 2 – корпус млина; 3 – вальниця цапфова;
 4 – камера розвантажувальна; 5 – вал проміжний; 6 – привод допоміжний;
 7 – привод основний

Млин складається з привода (електродвигун, редуктор або відкрита зубчаста пара), вальничних опор, порожнистих цапф з днищами, барабану, розвантажувального та завантажувального пристрою, аспіраційної системи (рис. 7.1).

Барабан млина на 32 % свого об'єму заповнений подрібнюючими тілами. В якості подрібнюючих тіл використовуються кулі або цільпеси (циліндри). Зазвичай кулі та цільпеси роблять з чавуну, але можливе використання

кам'яних куль та цільпесів (подрібнення глини та фарфору у процесі виробництва керамічної плитки). Барабан всередині захищений від зносу змінним вистілом – листами бронеплит, які закріплені зовні поверхні барабану за допомогою болтових з'єднань. Бронеплити відливають з відбіленого чавуну або іноді використовують резину.

Під час обертання барабану подрібнюючі тіла, які притискуються відцентровою силою до стінок, підіймаються на певну висоту. Під дією сили тяжіння, яка переборює вертикальну складову сили інерції, та спричинену нею силу тертя подрібнюючих тіл за вистілом, подрібнюючі тіла падають на шар матеріалу, подрібнюють його ударом і частково розтирають (водоспадний режим руху подрібнюючих тіл). Цільпеси в наступній камері млина продовжують розтирати матеріал за рахунок перекочування (каскадний режим руху мелючих тіл – рис. 7.1).

У млинах з відкритим циклом матеріал, що подрібнюється проходить крізь робочий простір один раз, у замкненому циклі – до 20 разів.

Млини, що працюють за замкненим циклом, більш продуктивні та економічні.

У барабанних млинах (рис. 7.2) потужність витрачається на підйом подрібнюючих тіл, на надання їм кінетичної енергії та на подолання інших опорів, які враховуються коефіцієнтом корисної дії.

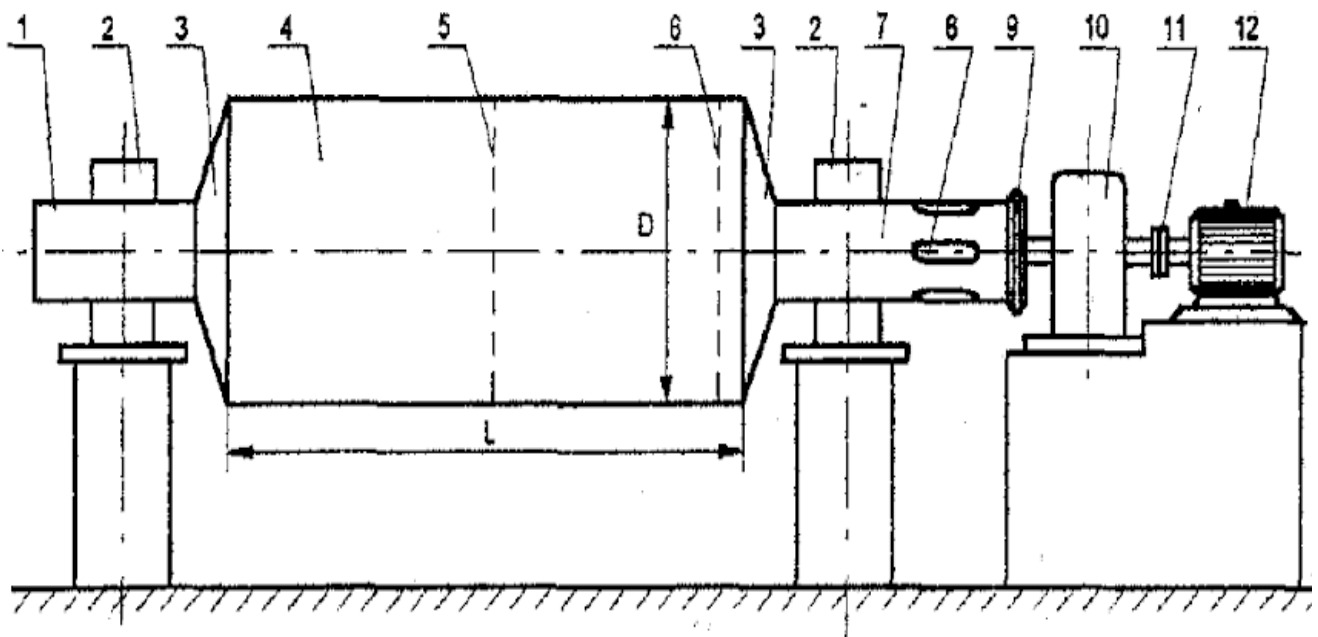


Рисунок 7.2 – Схема лабораторної установки:

- 1 – завантажувальна цапфа; 2 – вальниця; 3 – днище; 4 – барабан млина;
- 5 – міжкамерна решітка; 6 – вихідна решітка; 7 – розвантажувальна цапфа;
- 8 – розвантажувальне вікно; 9, 11 – муфти; 10 – редуктор; 12 – електродвигун

Контрольні запитання

1. Класифікація та принцип дії млинів.
2. Класифікація кульових млинів.
3. Що таке критична частота обертання барабана? Що таке робоча частота обертання барабана? Назвіть переваги та недоліки замкнутого та відкритого циклів роботи млина.
4. Що беруть за основу теорії помелу в трубних (кульових) млинах?

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 8

ГРОХОТ

Мета вправи: вивчити призначення, конструкцію та принцип дії грохоту; навчитися робити вимірювання та розрахунки параметрів лабораторного грохоту.

Опис конструкції та принцип дії грохоту

Грохот (рис. 8.1) призначен для розподілу сипких матеріалів (щебеню, гравійно-піщаної маса тощо) на класи, а також для вилучення з матеріалів суміші та домішок, які знижують їхню якість. Розподіл матеріалу за розміром відбувається на поверхні для просіювання (ситі, колосниках) вібраційного сита у процесі вібраційного переміщення поверхнею просіювання.



Рисунок 8.1 – Грохот промисловий

Вібраційні грохоти поділяються на гіраційні нахильні, інерційні нахильні та інерційні горизонтальні. Грохоти можуть мати привод від електродвигуна або електромагнітний вібробудувач може надавати їм коливального руху.

На рисунку 8.2 подано схему лабораторного грохоту, у якого у встановленому режимі роботи положення шківів не змінюється. Це відбувається, якщо ексцентриситет вала дорівнює амплітуді коливання короба у встановленому режимі. Грохот складається з короба (1) на пружній підвісці (2). Дебаланс (5) встановлений на шківі (6), який обертається завдяки електродвигуну (3) через пасову передачу (4).

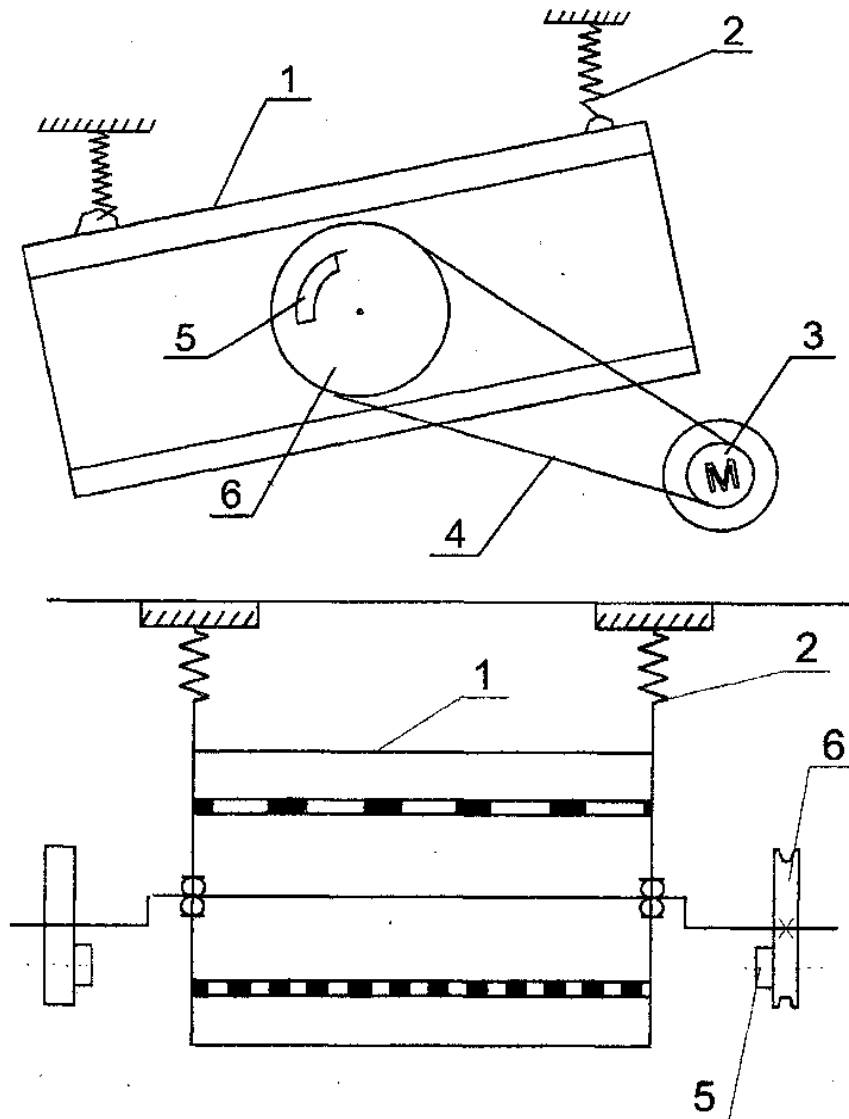


Рисунок 8.2 – Грохот лабораторний:

1 – короб; 2 – пружна підвіска; 3 – електродвигун; 4 – пасова передача;
5 – дебаланс; 6 – шків

Сумісність трьох факторів: амплітуди, частоти та форми траєкторії руху робочого органа сита обумовлює значення продуктивності, ефективності просіювання і здібності сита до самоочищення отворів від зерен, які застрягають.

Контрольні запитання

1. Призначення та принцип дії грохоту.
2. Класифікація грохотів.
3. Основні параметри грохотів (амплітуда, частота).

ПРАКТИЧНА ВПРАВА № 9

Циклони

Мета вправи: вивчити будову та принцип дії циклона для очищення запиленних газів та повітря; відобразити схему циклона; виконати вимірювання параметрів, які необхідні для визначення технологічних параметрів, тобто визначити коефіцієнт корисної дії циклона, гідравлічний опір циклона.

Конструкція, принцип дії, призначення, класифікація циклонів

Циклони використовуються для очищення газів та повітря із запиленістю 200–400 г/м³. Продуктивність циклонів для пилоповітряної суміші в залежності від їх розмірів становить 1500–15000 м³/рік.

Циклон являє собою циліндр (рис. 9.1) із конусом у нижній частині. Пилоповітряна суміш потрапляє у циклон через патрубок (зі швидкістю 15–25 м/с), так, щоб суміш надходила до циклона по дотичній до його кола. Кришка циклону, яка зігнута за гвинтовою лінією, має крок, що дорівнює висоті вхідного патрубку, і довжину, яка відповідає одному оберту гвинтової лінії. Повітря чи газу циклоні рухається зверху донизу по спіралі, обертаючись. За рахунок відцентрових сил частки пилу відкидаються на стінки циліндру і під дією сил ваги потрапляють у конічну частину, звідки і виводяться з циклона. Очищене повітря виходить через випускний патрубок.

Робота циклонів ґрунтується на використанні відцентрових сил, що виникають в процесі обертання газового потоку всередині циклона. Обертання досягається шляхом тангенціального введення газу в циклон. У результаті дії відцентрових сил частинки пилу, які переміщуються з потоком газу, потрапляють на стінки корпусу й випадають із потоку. Газ, звільнений від пилу, продовжуючи обертатися, доходить до конічної частини конуса і робить оберт на 180° і виходить із циклону через розташовану на осі вихлопну трубу (рис. 9.2).

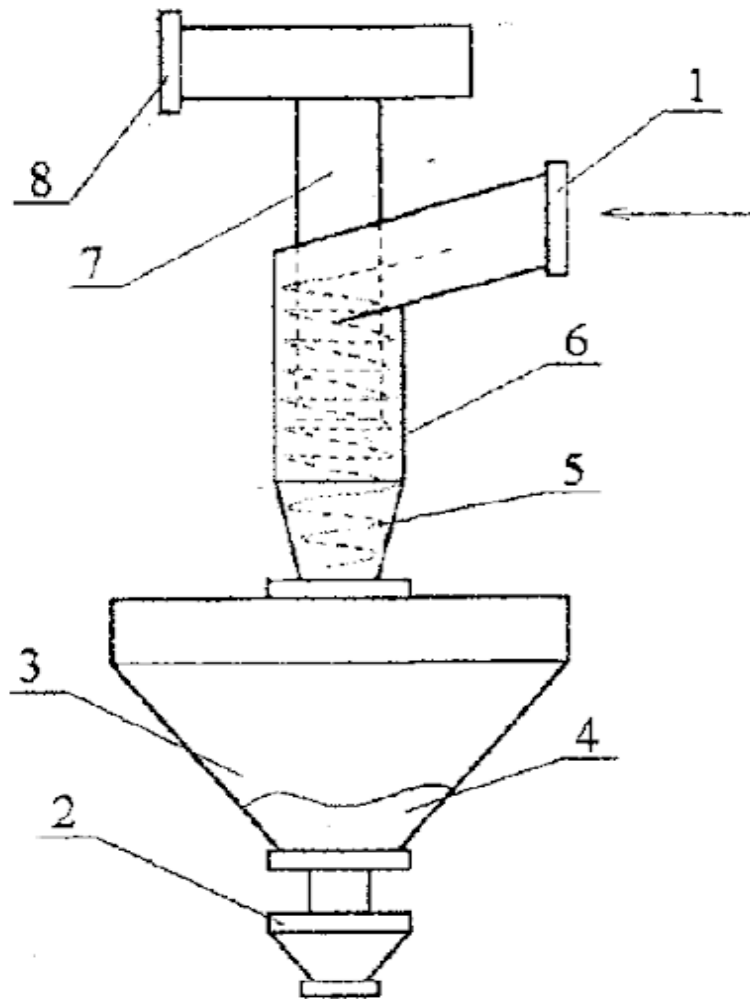


Рисунок 9.1 – Схема циклона:

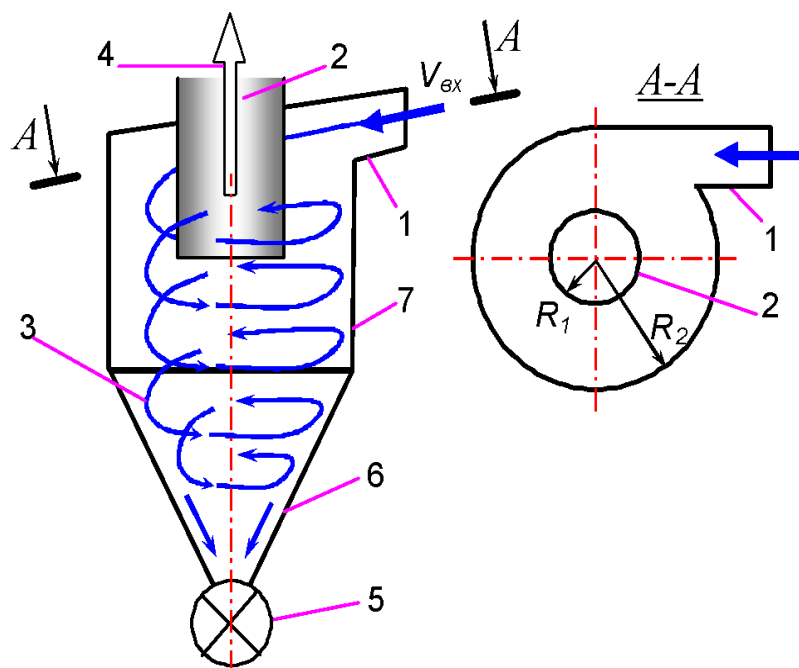
- 1 – вхідний патрубок; 2 – живильник; 3 – пилозбірник; 4 – осаджені частинки;
 5 – траєкторія руху частинок; 6 – корпус циклона; 7 – центральна труба;
 8 – вихідний патрубок

Частинки пилу, що досягли стінок корпусу, під дією відцентрових сил, що переміщуються в осьовому напрямку обертального потоку й сил ваги, рухаються в напрямку до вихідного отвору корпусу й виводяться із циклона. Через те, що вирішальним фактором, що обумовлює рух пилу, є аеродинамічні сили, а не сили ваги, циклони можна розташовувати похило й навіть горизонтально.

Через те що маса частинок пилу невелика, їхня швидкість дорівнює швидкості обертання газового потоку.

Контрольні запитання

1. Що таке ступінь очищення?
2. Призначення й принцип дії циклонів.
3. Які види циклонів існують? Назвіть їхні переваги і недоліки.
4. У чому полягає принцип роботи циклонів?



Відцентровий циклон

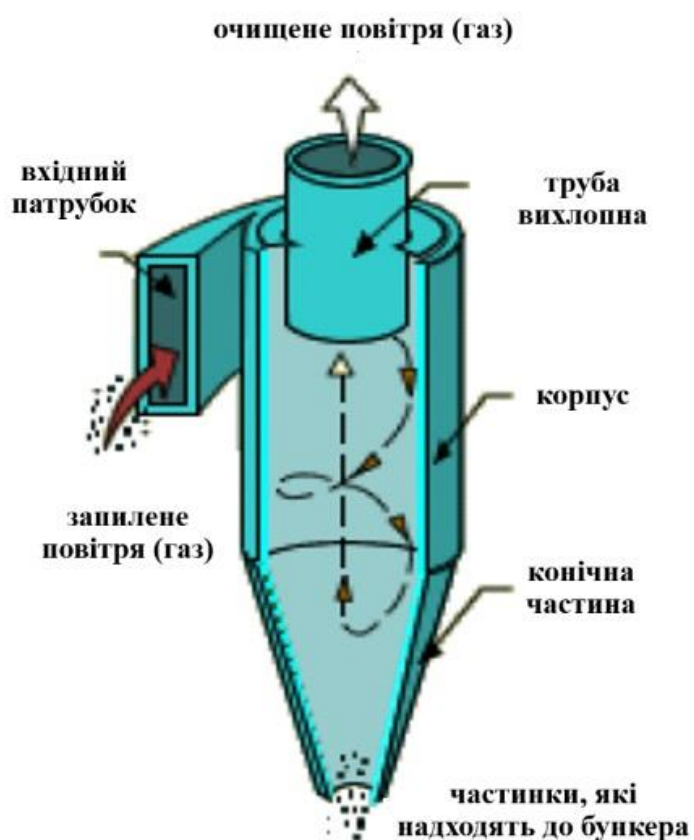


Рисунок 9.2 – Схема роботи циклона:

1 – вхідний патрубок; 2 – вихідний патрубок; 3 – збігаючий донизу потік;
 4 – висхідний рух потоку; 5 – пилозбірник; 6 – конусна частина циклона;
 7 – циліндрична частина циклона

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вольтерс О. Ю. Машини і механізми міського господарства : навч. посіб. / О. Ю. Вольтерс, Л. Є. Пелевін, М. О. Пристайло. – Київ : КНУБА, 2017. – 268 с.
2. Вступ до спеціальності : навч. посіб. / О. М. Артюх, О. В. Дударенко, В. В. Кузьмін [та ін]. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 312 с.
3. Гуденко. В. М. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. / В. М. Гуденко. – Київ : Аграрна освіта, 2010. – 481 с.
4. Хмара Л. А. Дробильно-сортувальні заводи і устаткування : навч. посіб. / Л. А. Хмара, О. С. Шипілов, О. Г. Онищенко. – Полтава : ПолтНТУ, 2009. – 209 с.
5. Механічні процеси і обладнання виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів. Підготовка сировинних матеріалів і устаткування для змішування та формування : навч. посіб. для підготовки студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» / уклад. : В. Ю. Щербина, В. І. Сівецький, О. В. Гондлях. – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 131 с.
6. Балера М. Д. Конструкції та основи розрахунку обладнання для сушки та випалу керамічних виробів / М. Д. Балера, А. І. Аніщенко. – Харків : ХДТУБА, 2011. – 68 с.
7. Смирнов В. О. Підготовчі процеси збагачення корисних копалин : навч. посіб. / В. О. Смирнов, В. С. Білецький. – Донецьк : Східний видавничий дім, Донецьке відділення НТШ, 2012. – 286 с.
8. Сівко В. І. Механічне устаткування підприємств будівельних виробів / В. І. Сівко. – Київ : ІСДО, 1994. – 359 с.
9. Назаренко І. І. Машини для виробництва будівельних матеріалів : підручник / І. І. Назаренко. – Київ : КНУБА, 1999. – 488 с.
10. Савченко О. Г. Обладнання комплексів для виробництва будівельних дрібноштучних виробів : навч. посіб. / О. Г. Савченко. – Харків : Тимченко, 2006. – 416 с.
11. Сівко В. І. Механічне устаткування підприємств будівельних виробів : підручник / В. І. Сівко. – Київ : ІСДО, 1994. – 359 с.
12. Сівко В. І. Обладнання підприємств промисловості будівельних матеріалів і виробів : підручник / В. І. Сівко, В. А. Поляченко. – Київ : ТОВ «АВЕГА», 2004. – 280 с.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації

до виконання практичних робіт
із навчальної дисципліни

**«ВСТУП ДО ФАХУ»
(Частина 2)**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування)*

Укладач **АНИЩЕНКО** Анна Ігорівна

Відповідальний за випуск *А. О. Шевченко*

Редактор *Б. О. Хільська*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2025, поз. 502М

Підп. до друку 08.05.2025. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 2,2.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.