

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) _____ ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого _____
Кафедра _____ мехатроніки та пакувальної техніки _____

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри МПТ
_____ Соколенко А.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 2021 р.

« ___ » _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності _____ 131 Прикладна механіка _____
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми _____ "Прикладна механіка" _____

на тему: _____ Розробка конструкції та аналіз параметрів шокової дробарки _____
для подрібнення використаної упаковки _____

Виконав: здобувач _____ 2 _____ курсу, групи ПУ-2-2М _____

_____ Вакуліч Михайло Петрович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Васильківський Костянтин Вікторович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого

Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Прикладна механіка

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МПТ

А.І.Соколенко

“ 5 ” 11 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Вакуліч Михайло Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка конструкції та аналіз параметрів щокової дробарки для подрібнення використаної упаковки

керівник роботи Васильківський Костянтин Вікторович, к.т.н., доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 5 ” 11 2020 року № 925-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 2.02.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Вид дослідження – аналітичні. 2. Клас обладнання – для подрібнення великогабаритної упаковки. 3. Припущення – загальноприйняті для динаміки машин

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Реферат 2. Вступ 3. Огляд літературних джерел та постановка задач досліджень 4. Розділи аналітичних досліджень. 5. Опис пропозиції, конструкція, принцип роботи. 6. Розрахунок машини і її окремих механізмів. 7. Монтаж, експлуатація та ремонт. 8. Охорона праці. 9. Висновки. 10. Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

А-1 – 1. Загальний вид щокової дробарки. 2. Ексцентриковий вал. 3. Щока рухома

Презентація доповіді

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 05.11.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Реферат	15.11.2020	
2	Вступ	20.11.2020	
3	Огляд літературних джерел та постановка задач досліджень	10.12.2020	
4	Розділи аналітичних досліджень	05.01.2021	
5	Опис конструкції. Розрахунок машини	10.01.2021	
6	Монтаж, експлуатація та ремонт	15.01.2021	
7	Охорона праці при наукових дослідженнях	20.01.2021	
8	Список використаних джерел	25.01.2021	
9	Підготовка презентації	28.01.2021	
10	Підготовка доповіді	02.02.2021	

Здобувач _____
(підпис)

Вакуліч М.П. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Васильківський К.В. _____
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Сторінки
Реферат	4
Вступ	7
Розділ 1. Огляд процесів подрібнення і існуючих конструкцій обладнання для подрібнення	9
1.1. Процеси подрібнення. Фізико-механічні властивості матеріалів.	9
1.2. Класифікація машин для подрібнення матеріалів	11
1.3. Теорія подрібнення.	14
1.4. Дробарки, що руйнують матеріал стисненням.	16
Висновки.	39
Розділ 2. Основні кінематичні і динамічні параметрів роботи щоккових дробарок.	40
2.1. Розрахунок навантажень, діючих на елементи дробарок.	40
2.2. Робочі органи дробарок.	44
Висновки.	58
Розділ 3. Опис пропозиції. Конструкція і принцип роботи	59
Розділ 4. Розрахунок машини і окремих її механізмів	62
4.1. Технологічний розрахунок щоккової дробарки.	62
4.2. Визначення обертової частоти ексцентрикового вала	63
4.3. Визначення ширини щоки.	63
4.4. Розрахунок потужності двигуна.	65
Розділ 5. Монтаж, експлуатація та ремонт.	67
Розділ 6. Охорона праці.	70
Висновки.	83
Список використаної літератури	84

Реферат

Тема випускової кваліфікаційної роботи "Розробка конструкції та аналіз параметрів шокової дробарки для подрібнення використаної упаковки"

Метою роботи є дослідження впливу геометричних, кінематичних та силових параметрів з можливістю оптимізації конструкції шокових дробарок, які можуть бути використаними для подрібнення великогабаритної тари.

Виконаний огляд конструкцій шокових дробарок як вітчизняного, так і закордонного виробництва, визначено переваги і недоліки кожної конструкції.

Розроблено конструкцію та виконано розрахунки параметрів шокової дробарки з можливістю подрібнення великогабаритної тари.

Графічна частина кваліфікаційної роботи включає листи:

загальний вид шокової дробарки;

ексцентриковий вал з шатуном;

рухома щока.

Пояснювальна записка має розділи монтажу, налагоджування та експлуатації шокової дробарки, а також заходи із охорони праці при роботі із обладнанням.

Ключові слова: переробка великогабаритної тари, шокова дробарка, робочий орган, подрібнення, експлуатація.

Реферат

Тема выпускающей квалификационной работы "Разработка конструкции и анализ параметров щечной дробилки для измельчения использованной упаковки"

Целью работы является исследование влияния геометрических, кинематических и силовых параметров с возможностью оптимизации конструкции щековых дробилок, которые могут быть использованы для измельчения крупногабаритной тары.

Выполненный обзор конструкций щековых дробилок как отечественного, так и зарубежного производства, определены преимущества и недостатки каждой конструкции.

Разработана конструкция и выполнены расчеты параметров щековой дробилки с возможностью измельчения крупногабаритной тары.

Графическая часть квалификационной работы включает письма:

общий вид щечной дробилки;

эксцентриковый вал с шатуном;

подвижная щека.

Пояснительная записка имеет разделы монтажа, наладки и эксплуатации щековой дробилки, а также меры по охране труда при работе с оборудованием.

Ключевые слова: переработка крупногабаритной тары, щековая дробилка, рабочий орган, измельчения, эксплуатация.

Abstract

The topic of the graduating qualification work "Development of the design and analysis of the parameters of a jaw crusher for crushing used packaging"

The aim of the work is to study the influence of geometric, kinematic and force parameters with the possibility of optimizing the design of jaw crushers, which can be used for crushing large containers.

A review of the designs of jaw crushers, both domestic and foreign, identified the advantages and disadvantages of each design.

The design and calculations of the parameters of a jaw crusher with the possibility of crushing large containers have been developed.

The graphic part of the qualification work includes letters:

general view of a jaw crusher;

eccentric shaft with connecting rod;

movable cheek.

The explanatory note has sections for the installation, adjustment and operation of the jaw crusher, as well as labor protection measures when working with the equipment.

Key words: processing of large-sized containers, jaw crusher, working body, crushing, operation.

Вступ

Зміни, що відбуваються у світовій економіці, впливають майже на кожен аспект бізнесу, промисловості і суспільства. Тенденції, що намічаються у світовій промисловості, змінять і характер суспільства, у якому ми живемо. Усе це істотно позначиться на роз витку пакувальної галузі.

Сучасна й раціональна упаковка — ключ до економічного прогресу. Від її правильного вибору залежить якість збереження продукції, інформація про той чи інший товар, зручність до ставки пакованих виробів, їхня реалізація тощо.

Упаковка для харчової і промислової продукції в Україні останнім часом розвивається швидкими темпами, доганяючи світовий рівень, за якого вона конче потрібна і виробництву, і торгівлі, і споживачу.

Традиційні пакувальні матеріали вдосконалюються, створюються більш сучасні та високоякісні, застосовуються наукові та технологічні досягнення з покращення їхніх властивостей, що дає можливість зменшити вагу упаковки, створити тару багаторазового використання.

Разом з тим упаковка має і свою зворотну сторону. Після використання продукції упаковка стає непотребом, який не завжди та не в усіх країнах утилізується, перетворюючись у вторинну сировину.

В Україні ця проблема є найбільш гострою, бо тільки близько половини населення охоплено послугами з вивезення твердих побутових відходів (ТПВ). З 2267 полігонів для захоронення ТПВ тільки 290 відповідають санітарній нормі. Щорічно в житловому фонді міст та селищ міського типу накопичується близько 11 млн т ТПВ, з яких до 20 % припадає на упаковку.

Визначена проблема є комплексною і потребує створення як організаційних умов на загальнодержавному рівні (створення сучасної системи поводження з відходами упаковки, адаптованої до норм та правил Європейської Директиви 94/62/ЄС «Про упаковку та відходи упаковки»), так і вирішення певних технічних проблем із збору, сортування та переробки відходів упаковки. Напрямок цих дій диктується необхідністю використання відходів упаковки як вторинної сировини. Не можна всі ТПВ спалювати або розміщувати на звалищах.

Треба пам'ятати, що разом із цим ми викидаємо корисну сировину, втрачаємо матеріальні та енергетичні ресурси.

Полімерна і комбінована тара, як правило, не перероблюються і зосереджуються на звалищах, що суттєво погіршує стан навколишнього середовища.

Полімерні відходи становлять $\approx 5 - 10\%$ від усієї маси твердих побутових відходів.

Спалювання полімерних відходів також не найкращий спосіб їх переробки, так як атмосфера забруднюється не менше від ґрунту.

Одним з виходів є корисне використання відходів, а саме їх вторинна переробка. Вторинна переробка полімерних відходів – це складний технологічний та не дешевий процес, який вимагає високого рівня спеціалістів та відповідне обладнання.

Першість серед технологічних процесів переробки займає метод екструзії, який полягає в зміні реологічних властивостей термопластів за рахунок підвищення температури матеріалу як джерелами нагрівання, так і за рахунок тертя полімеру між внутрішньою поверхнею корпусу черв'ячного екструдера та витками черв'яка. На виході отримуємо високої якості гранулят, який можна використовувати для виготовлення різноманітних виробів широкого вжитку.

Не менш важливим стає завдання переробки великогабаритних виробів з полімерних матеріалів, в тому числі – упаковки (піддони, бочки тощо) який передує стадії екструзії.

Тому метою даного дипломного проекту є:

Аналіз та створення обладнання переробки великогабаритних полімерних виробів за рахунок комплектації лінії переробки полімерів шоковою дробаркою, для подрібнення великогабаритної тари.

Розділ 1. Огляд процесів подрібнення і існуючих конструкцій обладнання для подрібнення

1.1. Процеси подрібнення. Фізико-механічні властивості матеріалів

Процеси подрібнення матеріалів широко застосовуються у переробній промисловості. Темпи розвитку галузей промисловості вимагають удосконалення конструкцій обладнання для подрібнення, підвищення його надійності та працездатності. Крім того, гостро стоїть проблема зниження собівартості продукції, підвищення її якості та збільшення рентабельності виробництва. Дана проблема може бути розв'язана шляхом широкого впровадження нової техніки і підвищення ефективності використання діючого обладнання.

Подрібненням називають процес руйнування шматків твердого матеріалу при критичних внутрішніх напруженнях, які створюються у результаті будь-якого навантаження та перевищують відповідну межу міцності. Напруження в матеріалі можуть створюватися механічним навантаженням, температурними діями, ультразвуковими коливаннями та інше. Найбільше застосування в сучасному виробництві мають механічні способи подрібнення.

Подрібнення ділять на дроблення та помел, а машини, які використовують для цих цілей, називаються дробарками та млинами. Залежно від розмірів частинок продукту розрізняють наступні види подрібнення: дроблення велике ($d_k = 100 \dots 350$ мм), середнє ($d_k = 40 \dots 100$ мм), помел грубий ($d_k = 5 \dots 40$ мм), середній ($d_k = 0.05 \dots 0.1$ мм), тонкий ($d_k = 0.001 \dots 0.05$ мм), надтонкий ($d_k < 0.001$ мм).

Основною характеристикою процесу подрібнення є ступінь подрібнення, який визначається співвідношенням середньозважених розмірів частинок матеріалу до та після подрібнення:

$$i = \frac{d_n}{d_k} \quad (1)$$

Ступінь подрібнення відображає технологію і визначає параметри подрібнень.

З метою забезпечення ефективності подрібнення матеріалу від початкової до кінцевої крупності здійснюється, як правило, у декілька прийомів, з послідовним переходом від великого дроблення до більш дрібного і до помелу з постадійним розподілом матеріалу за класами. Отже, процес подрібнення доцільно здійснювати послідовно на декількох подрібнювачах. Кожний окремий подрібнювач виконує частину загального процесу, так звану стадію подрібнення.

Число стадій подрібнення визначається необхідним ступенем подрібнення. Наприклад, якщо у початковому твердому матеріалі містяться шматки розміром до 1200 мм, а готовий продукт повинен містити частинки з максимальним розміром до 40 мм, то загальний ступінь подрібнення $i_0 = 1200/40 = 30$.

Ступінь подрібнення, що досягається на одній машині, для більшості видів дробильного обладнання не перевищує 3...7. Тому для забезпечення $i = 30$ необхідно застосувати декілька стадій дроблення, наприклад: $i_1 = 3, i_2 = 3, i_3 = 4$. Тоді $i_0 = i_1 \times i_2 \times i_3 = 3 \times 3 \times 4 = 36$, тобто потрібно мінімум три стадії подрібнення.

У той же час слід зазначити, що збільшення стадій дроблення призводить до підвищення капітальних витрат на будівництво заводів, подрібнення матеріалу та до дорожчання експлуатації заводу. Тому вибір схеми подрібнення потрібно здійснювати за умови забезпечення мінімального числа стадій дроблення. Проте у ряді випадків тільки застосування багатостадійних схем (чотири- і п'ятистадійних) забезпечує отримання готового продукту необхідного об'єму і високої якості.

Енерговитрати, навантаження на елементи подрібнень і якість продукту залежать від міцності, крихкості, твердості, пружності, абразивності та густини твердих матеріалів.

Міцність – властивість твердого матеріалу чинити опір руйнуванню при виникненні внутрішніх напружень, що з'являються у результаті будь якого навантаження. За звичай міцність твердих матеріалів оцінюється межею міцності

при стисненні σ_c . За величиною подрібнювані матеріали σ_c ділять на м'які ($\sigma_c < 80$ МПа), середньої міцності ($\sigma_c = 80 \dots 150$ МПа), міцні ($\sigma_c = 150 \dots 250$ МПа), та дуже міцні ($\sigma_c > 250$ МПа).

При інших видах деформацій міцність твердих матеріалів істотно нижча. Наприклад, межа міцності вапняку, граніту складає при розтягуванні 2...5%, при вигині 8...10 % і при зсуві 10...15% межі міцності при стисненні.

Крихкість – властивість твердого матеріалу руйнуватися без помітних пластичних деформацій. Вона визначається на спеціальному копрі числом ударів мірного вантажу. За числом ударів, які витримують зразки, тверді матеріали ділять на дуже крихкі (до 2), крихкі (2...5), в'язкі (5...10), дуже в'язкі (більше 10).

Абразивність – здатність матеріалу, що переробляється, зношувати робочі органи машини. Її оцінюють у грамах зношування еталонних билів, віднесених до однієї тони подрібненого матеріалу.

1.2. Класифікація машин для подрібнення матеріалів

Залежно від призначення та принципу дії в машинах для подрібнення можуть використовуватися різні види навантажень: роздавлювання (стиснення шматка), злам (вигин), розколювання (еквівалентне розтягуванню), стирання та удар (рис. 1.1).

Як правило, перераховані види силових навантажень у процесі подрібнення діють одночасно, наприклад, роздавлювання і стирання, удар і стирання та ін. Необхідність у різних видах навантажень, а також у різних за принципом дії конструкціях та розмірах машин зумовлена різноманітністю властивостей та розмірів подрібнюваних матеріалів і різними вимогами до крупності початкового матеріалу та готового продукту. Проте при роботі подрібнювачів залежно від їх конструкцій переважає той або інший спосіб подрібнення.

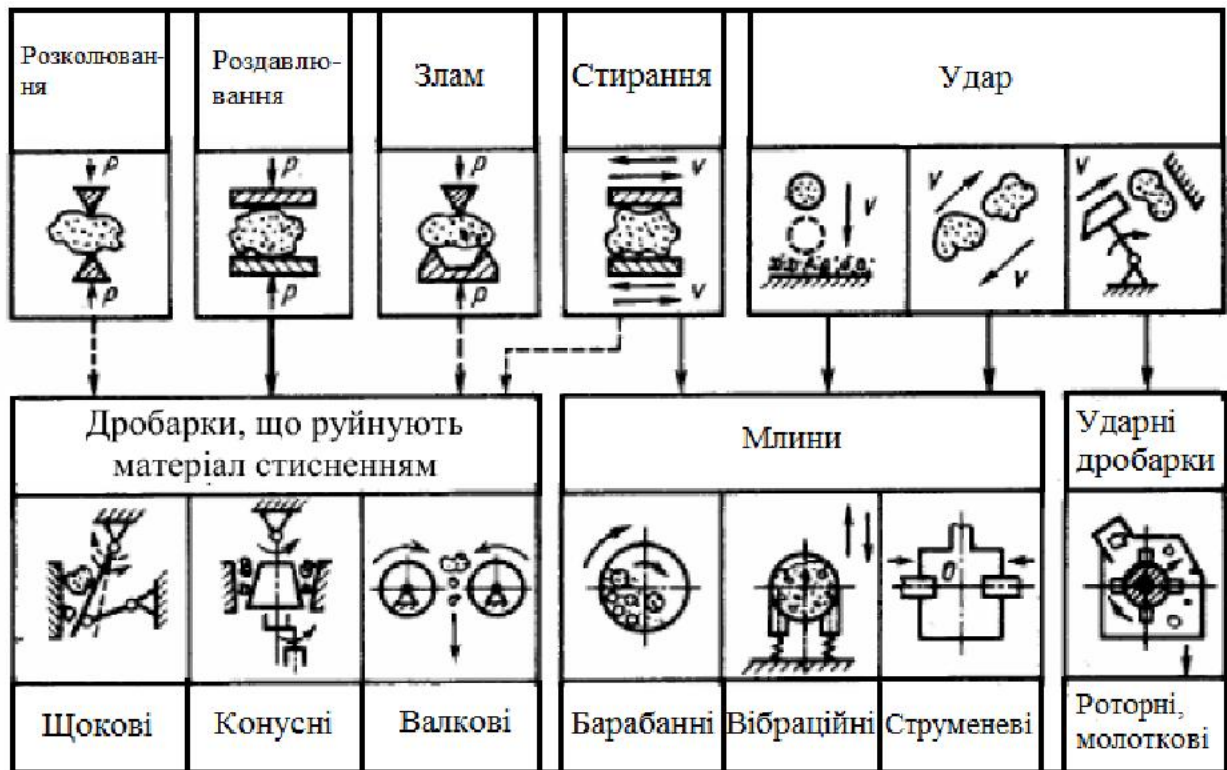


Рис.1.1. Способи механічного руйнування матеріалів, які реалізуються в дробарках та млинах

Є практичні рекомендації щодо використання відповідних видів навантажень залежно від типу матеріалу, який подрібнюється. Так, дроблення міцних та крихких матеріалів доцільно здійснювати роздавлюванням і зломом, а міцних та в'язких – роздавлюванням і стиранням. Велике дроблення м'яких та крихких матеріалів переважно виконувати розколюванням, середнє та дрібне – ударом. У промисловості дроблення матеріалів проводять, як правило, сухим способом. Рідше застосовують мокре дроблення, коли в завантажувальні пристрої машин розбризкують воду для зменшення пилоутворення.

Помел твердих матеріалів здійснюють ударом та стиранням.

Також як і дроблення, помел може бути сухим та мокрим. Порівняно із сухим, мокрий помел екологічно більш досконалий і більш продуктивний. Проте мокрий помел може застосовуватися тільки тоді, коли припускає контакт подрібнюваного матеріалу з водою.

За способом дії на подрібнюваний матеріал розрізняють дробарки, що руйнують матеріал стисненням (щокові, конусні та валкові дробарки) та ударом (роторні та молоткові дробарки).

У щокочових дробарках подрібнення матеріалу відбувається в основному роздавлюванням у камері між щокочами при періодичному їхньому зближенні. При відході рухомої щокочи від нерухомої подрібнений матеріал випадає з дробарки. Одночасно при стисненні шматків має місце їх відносне переміщення, внаслідок чого шматки стираються. При рифлених робочих поверхнях щік подрібнення шматків матеріалу може супроводжуватися також розколюванням та зломом.

У конусних дробарках руйнування матеріалу відбувається роздавлюванням, зломом та стиранням при обкачуванні рухомого конуса всередині нерухомого. При цьому відбувається періодичне зближення і відхід від робочих поверхонь конусів, за принципом, як у щокочових дробарках.

У валкових дробарках матеріал подрібнюється в просторі, що звужується, між валками, які обертаються, назустріч одна одній шляхом роздавлювання. При використанні рифлених та зубчатих валків матеріал подрібнюється також розколюванням і зломом.

У роторних та молоткових дробарках ударної дії подрібнення матеріалу відбувається за рахунок удару по шматках обертальних билів або молотків, а також зіткнення відкинутих шматків з відбивними елементами машин.

У кульових барабанних млинах матеріал подрібнюється в барабані, що обертається, шляхом удару молотильних тіл, які падають з певної висоти. Крім того, при відносному русі молотильних тіл та частинок матеріалу відбувається стирання останніх.

У вібраційних млинах подрібнення матеріалу здійснюється в барабані, заповненому молотильними тілами, ударом та стиранням при високочастотних коливаннях корпусу.

У струминних млинах подрібнення матеріалу відбувається стиранням при зіткненні частинок між собою та зі стінами робочої камери при хаотичному русі частинок у газовому потоці високої турбулентності.

Машини для подрібнення ділять на дробарки та млини.

За конструктивними ознаками розрізняють дробарки: щоківі, валкові, конусні, ударної дії (роторні та молоткові).

Пальцеві подрібнення та бігуни мають проміжне положення між дробарками та млинами, оскільки їх можна застосовувати як для дрібного дроблення, так і для великого помелу.

Млини ділять на барабанні (тихохідні), роликові, маятникові, кільцеві та інші (середньохідні), молоткові, вертикальні, шахтні (ударні), вібраційні та струминні.

1.3. Теорія подрібнення

Основне питання теорій подрібнення полягає у встановленні зв'язку між витратами енергії та розмірами кінцевих і початкових шматків матеріалу, їх формою, взаємним розташуванням, фізико-механічними властивостями та інше. У зв'язку з великою кількістю впливаючих чинників існуючі теорії подрібнення, що характеризують енерговитрати у загальному вигляді з урахуванням лише найважливіших параметрів процесу та матеріалу.

Згідно з гіпотезою П. Ріттінгера робота при подрібненні матеріалу пропорційна площі новоутвореної поверхні ΔF :

$$A = K_1 \Delta F \quad (2)$$

де K_1 – коефіцієнт пропорційності.

Величину ΔF можна виразити через початкові d_H та кінцеві d_K розміри шматків подрібнюваного матеріалу. Якщо припустити, що шматки мають форму куба з розміром ребер до d_H та $d_K = d_H/i$ після подрібнення, то можна визначити

$$\Delta F = F_K - F_H = 6i^3(d_H/i)^2 - 6d_H^2(i - 1) \quad (3)$$

При подрібненні Q (m^3) матеріалу із середнім розміром шматків d_H загальне число подрібнюваних частинок дорівнює Q/d_H^3 , а робота подрібнення відповідно до формули

$$A = \frac{6K_1 Q (i - 1)}{d_H} \quad (4)$$

При масі подрібнюваного матеріалу Q_M (кг)

$$A = 6K_1 Q_M (i - 1) / (\rho d_H) = K_R Q_M (i - 1) / d_H \quad (5)$$

де ρ - щільність матеріалу;

K_R - коефіцієнт пропорційності між роботою, що затрачена, та новоутвореною поверхнею.

Теорія Ріттінгера не враховує зміни форми тіл при подрібненні. Унаслідок цього вона не придатна для опису процесів дроблення у випадках, коли готовий продукт має малу питому поверхню.

Кирпичов В.Л. (1874) і Ф. Кік (1885) установили, що енергія, необхідна для однакової зміни форми подібних і однорідних тіл, пропорційна їх об'ємам, тобто

$$A = k_2 d_H^3 \quad (6)$$

де k_2 - коефіцієнт пропорційності.

При подрібненні Q_M (кг) матеріалу із середнім розміром шматків d_H загальна кількість подрібнених шматків дорівнює $Q_M / (\rho d_H^3)$, відповідно, робота подрібнення

$$A = \frac{k_2 Q_M}{\rho} \quad (7)$$

де ρ – щільність шматка, кг/м^3 .

Розглянуті гіпотези подрібнення відображають тільки частину складних процесів, що відбуваються при подрібненні.

Теорія Кирпичова-Кіка оцінює енергію, яка витрачається на деформацію матеріалу, та не враховує витрати на утворення нових поверхонь. Її доцільно застосовувати при великому та середньому дробленні, коли вплив новоутворюваних поверхонь незначний. Теорія Ріттінгера не враховує витрати енергії на пружну деформацію шматків. Вона найбільш застосовна при дрібному дробленні та помелі матеріалів.

У реальному процесі подрібнення деформація шматків та утворення нових поверхонь відбувається одночасно. У зв'язку з цим багато вчених прагнули оцінити ці явища у комплексі.

Так, П.А. Ребіндер (1940) та Ф. Бонд (1951) запропонували визначати енерговитрати при дробленні з урахуванням роботи як деформації шматків, так і утворення нових поверхонь.

На основі дослідних випробовувань запропонована емпірична формула для розрахунку потужності електродвигуна дробарок:

$$N = \frac{0.13E_i K_M Q_M (\sqrt{i} - 1)}{\sqrt{d_n}}, \quad \text{кВт} \quad (8)$$

де E_i - енергетичний показник, який залежить від фізико-механічних властивостей подрібнюваного матеріалу;

K_M - коефіцієнт масштабного чинника (визначається залежно від d_n);

d_n - середньозважений розмір шматків початкового матеріалу, м;

Q_M - продуктивність, кг/с.

1.4. Дробарки, що руйнують матеріал стисненням

Конусні дробарки

Конусні дробарки використовують на всіх стадіях подрібнення при переробці найрізноманітніших матеріалів як за крупністю матеріалу, який подрібнюється, так і за різноманітністю фізико-механічних властивостей. У цих машинах матеріал руйнується в камері, утвореній зовнішнім нерухомим і внутрішнім рухомим усіченими конусами. За технологічним призначенням їх ділять на дробарки: великого подрібнення (КВП), забезпечуючи ступінь подрібнення $i = 5 \dots 8$; середнього (КСП) та дрібного (КДП) подрібнення (ступінь подрібнення i до $20 \dots 50$).

Головним параметром дробарок КВП є ширина приймального отвору – відстань між утворюючими бічними поверхнями конусів у зоні завантаження. Вітчизняна промисловість випускає дробарки типу КВП із шириною приймального отвору 500, 900, 1200 і 1500 мм. Основним параметром дробарок типів КСП та КДП є діаметр нижньої основи рухомого конуса, який може дорівнювати 600, 900, 1200, 1750 і 2200 мм.

За конструктивною ознакою – способом обпирання вала дробильного конуса-розрізняють дробарки з підвішеним валом, опорним товкачем та з консольним валом (рис. 1.2). Останню конструкцію використовують у машинах КСД та КДД.

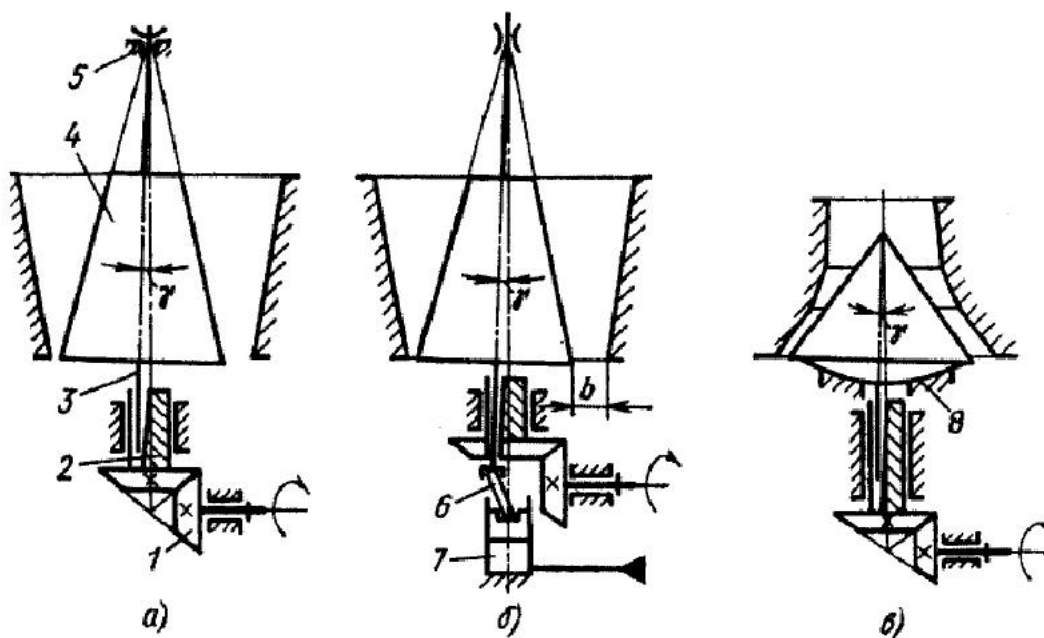


Рис. 1.2. Схеми конусних дробарок

У дробарках з підвішеним валом вал 3 дробильного конуса 4 у верхній точці, яка збігається з точкою перетину осей конусів, підвішений до опори 5, що сприймає осьове та радіальне навантаження. Нижній кінець вала розміщений в ексцентрику 2, опори якого також сприймають радіальне навантаження дробильного конуса. Обертання ексцентрика здійснюється через конічну зубчасту передачу 1.

У дробарці з опорним товкачем осьове навантаження дробильного конуса з п'яти вала передається на товкач 6 та далі на плунжер гідроциліндра 7, який урівноважується тиском рідини. За рахунок цього забезпечується можливість оперативного регулювання ширини b вихідної щілини.

У дробарках з консольним валом дробильний конус має більш полого форму. У цих машинах осьове навантаження сприймається сферичною п'ятою 8, а радіальне – опорою ексцентрика.

Продуктивність конусних дробарок (при зіставних параметрах) вища, ніж у шокових. Це пояснюється тим, що у шокових дробарках площа вихідного отвору при переміщенні щоки змінюється, а в конусних – вона постійна і змінюється лише положення рухомого конуса в камері подрібнення.

Перекочування дробильного конуса також сприяє кращому заповненню камери подрібнення та захопленню шматків.

Розглянемо конструкції дробарок на прикладі конусної дробарки дрібного подрібнення КДП (рис. 3). Дробарка складається зі станини 4 з опорним кільцем 6 та запобіжними пружинами 5, ексцентрика 1, встановленого в центральному стакані станини на чотиридисковому під'ятнику 2. Через конічні зубчасті колеса ексцентрик з'єднаний з приводним валом 16, розташованим у горизонтальному патрубку станини 4. З конічним отвором ексцентрика 1 сполучений конічний хвостовик вала 13 дробильного конуса який спирається на сферичний під'ятник опорної чаші 3.

Робоча камера дробарки утворюється зовнішньою поверхнею дробильного конуса футерованого бронєю 15 з високомарганцевистої сталі, і внутрішньою поверхнею нерухомої броні 14 регулюючого кільця сполучається упорною різью з опорним кільцем 6. Для забезпечення правильної роботи різі під навантаженням осьовий люфт у різі вибирається при підтяганні регулювального кільця колонками 12 з клинами. Клинни опираються на кожух 7, встановлений на опорному кільці 6.

У верхній частині дробарки є герметичний завантажувальний пристрій 9, встановлений на чотирьох стійках 11 та станині 4. Вихідний матеріал надходить до приймальної коробки 10 завантажувального пристрою та через патрубок висипається на розподільну плиту 8 дробильного конуса.

При обертанні ексцентрика дробильному конусу передається граційний рух. Завдяки коливанню розподільної плити, забезпечується рівномірне по колу завантаження робочого простору. У результаті при зближенні конусів матеріал подрібнюється, а при їх розбіжності вивантажується.

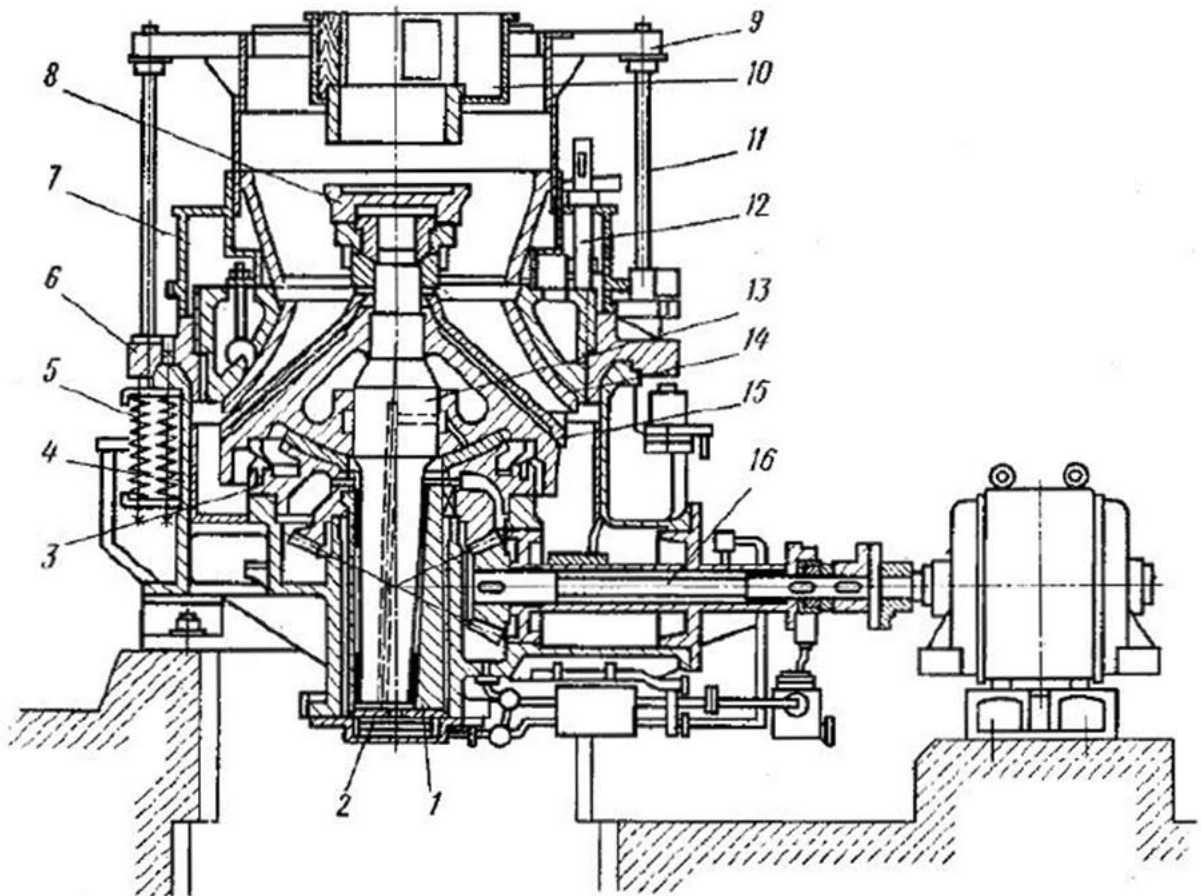


Рис. 1.3. Дробарка КДП з консольним валом

Характерною особливістю дробарок КСП та КДП є наявність у камері подрібнення паралельної зони, тобто ділянки, на якій зазор між твірними конусів постійний. Тим самим забезпечується отримання однорідного продукту, наближеного за розмірами до зазору.

Валкові дробарки

Для середнього та дрібного подрібнення матеріалів високої та середньої міцності, а також для подрібнення пластичних та крихких матеріалів застосовуються валкові дробарки. У цих машинах процес подрібнення здійснюється безперервно при зтягуванні шматків матеріалу до звужувального простору між паралельно розташованими валками, які обертаються назустріч одна одній.

Валкові дробарки бувають одно-, дво-, три- та чотиривалкові.

Залежно від виду поверхні валків розрізняють дробарки з гладкими, рифленими та зубчастими валками. Дробарки з гладкими та рифленими валками

зазвичай застосовують для подрібнення матеріалів середньої міцності; дробарки із зубчастими валками – матеріалів малої міцності. Розмір шматків продукту залежить як від розміру вихідної щілини між валками, так і від типу поверхні робочих органів.

Основними недоліками валкових дробарок є: 1) інтенсивне та нерівномірне зношування робочих поверхонь валків при подрібненні міцних та абразивних матеріалів; 2) порівняно невисока питома продуктивність.

Широке застосування валкових дробарок пояснюється тим, що вони найбільш пристосовані для переробки дуже поширених матеріалів, схильних до налипання або містять липкі включення. Під час роботи дробарок налиплий на поверхню валків матеріал зрізається очисними шкребками.

Валкові дробарки характеризуються діаметром D та завдовжки L валків, при цьому $L / D = 0,4 \dots 1,0$. Виготовляють двовалкові дробарки ДГ з гладкими валками для середнього та дрібного, сухого та мокрого подрібнення матеріалів з межею міцності при стисненні до 350 МПа; двовалкові дробарки ДР з рифленими валками для подрібнення матеріалів з межею міцності при стисненні до 250 МПа; двовалкові дробарки ДГР з гладкими та рифленими валками; чотиривалкові дробарки Д4Г з гладкими валками для дрібного подрібнення.

Найбільш поширена двовалкова дробарка. Машина з гладкими або рифленими валками (рис. 1.4) складається зі станини 1 рамної конструкції.

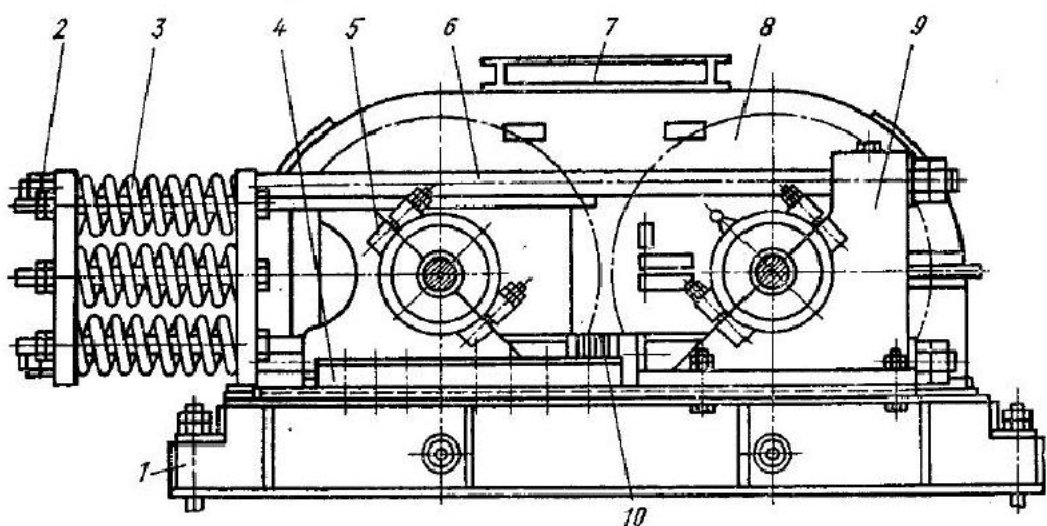


Рис. 1.4. Двовалкова дробарка

Валок 8 установлений на підшипниках, розміщених у рознімних корпусах 9. Корпуси 5 підшипників іншого валка встановлено в напрямних 4 та можуть переміщатися по них вздовж станини. Регулювання ширини випускної щілини (зазору між валками) здійснюється за допомогою набору прокладок 10, які встановлюються між корпусами нерухомих та рухомих підшипників. Рухомий валок притискається до нерухомого системою верхніх 6 нижніх тяг з пакетом пружин 3.

Попереднє натягнення пружин, створюване гайками 2, забезпечує сумарне зусилля на валки, забезпечуючи подрібнення матеріалу. При потраплянні до машини неподібнених предметів пружини стискаються, валки розходяться та пропускають їх. Для запобігання запиленню дробильні валки закриті кожухом з приймальною лійкою 7.

Бігуни

Для дрібного подрібнення (кінцевий розмір частинок 3...8 мм) та грубого помелу (0,2...0,5 мм) вапна, глини та інших матеріалів застосовуються бігуни. Крім того, бігуни можуть також забезпечити розтирання, гомогенізацію, ущільнення та знеповітрявання матеріалу.

У бігунах масивні катки, перекочуючись по шару матеріалу, що знаходиться на піддоні, подрібнюють його роздавлюванням та стиранням. Це відбувається внаслідок того, що широкі катки, переміщаючись по колу невеликого радіуса, безперервно розгортаються відносно піддона і їх зовнішній бік ковзає юзом, а внутрішній буксує.

У бігунах може здійснюватися як сухий, так і мокрий помел матеріалів.

Головним параметром бігунів є діаметр D та ширина b котків. Для мокрого помелу випускають бігуни з розмірами $D \times b$ від 1200×300 до 1800×550 мм з котками масою, відповідно 2...7 т. Для сухого помелу виготовляють бігуни з $D \times b$ від до 1800×450 мм.

Бігуни виготовляють з нерухомим піддоном, по якому перекочуються катки, і з піддоном, що обертається.

Робочими органами бігунів є масивні котки 1 і 2 (рис. 1.5), які переміщуються в чаші з подрібнюваним матеріалом.

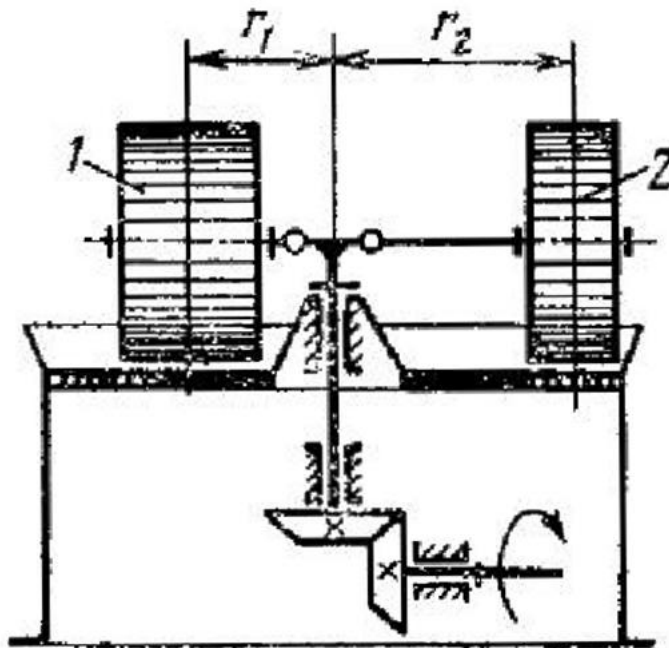


Рис. 1.5. Схема бігунів

Збільшення швидкості та частоти додавання руйнуючих навантажень інтенсифікує процес помелу матеріалу завдяки утомним явищам. Бігуни характеризуються зниженими порівняно з барабаними млинами енерговитратами, меншим зношенням робочих органів та компактністю.

Бігуни мокрого помелу (вологістю більше 15 %) з котками (рис. 6), що обертаються, мають нижнє розташування привода. При обертанні вертикального валу 1 котки 5, які встановлені на підшипниках на водилах 6, перекочуються по піддону 4 та одночасно обертаються навколо власних осей.

Колінчасті водила, шарнірно закріплені в цапфі 7, дозволяють коткам підійматися або опускатися залежно від товщини шару матеріалу та подрібнюють неподрібнювані предмети. Котки встановлюють на різних радіусах від центра піддона, щоб вони перекривали велику площу. Піддон укладають плитами, що мають овальні отвори розміром від 6×30 до 12×40 мм. Подрібнений матеріал продавлюється крізь отвори в піддоні та потрапляє на тарілку, що обертається, 8, з якої скидається скребком 3 до розвантажувальної лотки 2. До валу 1 прикріплені повідці зі шкребками 9, які очищають борти та

поверхню чаші від налиплого матеріалу та рівномірно направляють його під котки.

Застосовують також верхній привод котків, бігуни з чашею, що обертається, бігуни з пружинним, гідравлічним або пневматичним притиском котків. Використання останніх дозволяє знизити металоємність машини. Частота обертання вертикального валу бігунів $0.3 \dots 0.9$ об/с, питома витрата енергії $0.7 \dots 4.0$ кВт·г/т.

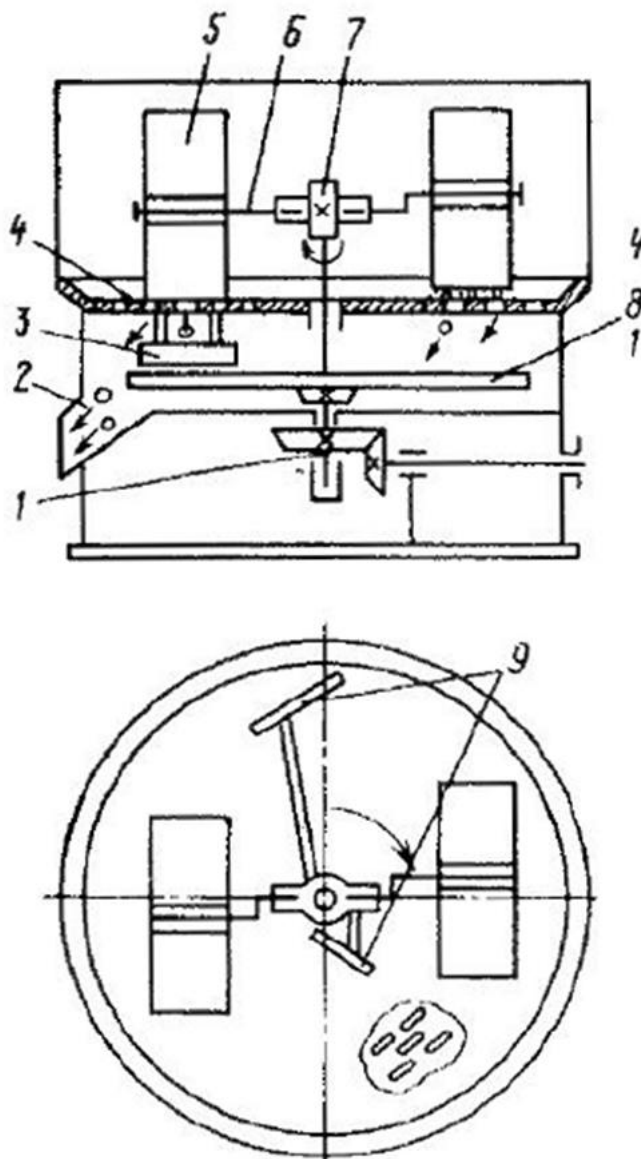


Рис. 1.6. Бігуни з валками, що обертаються

Щоківі дробарки

Щоківі дробарки застосовують для великого та середнього дроблення різних матеріалів у багатьох галузях народного господарства. Вони здатні руйнувати нерудні матеріали практично всіх різновидів. Головним параметром щоківих дробарок є розмір (ширина та довжина, $B \times L$) приймального отвору камери дроблення, утворюваної рухомою та нерухомою щоками. Вітчизняна промисловість випускає дробарки з розмірами приймального отвору $B \times L$ (мм): 160×250 , 250×400 , 250×900 , 400×900 , 600×900 , 900×1200 , 1200×900 , 1200×1500 , 2100×2500 .

Класифікацію щоківих дробарок здійснюють за характером руху основного робочого органу (рухомої щоки), оскільки саме це визначає найважливіші техніко-експлуатаційні параметри дробарок. За принциповими кінематичними схемами розрізняють дробарки з простим та зі складним рухом щоки. У дробарках з простим рухом щоки рух від кривошипа до рухомої щоки передається кінематичним ланцюгом. При цьому траєкторія руху рухомої щоки являє собою або прями лінії або частини дуги кола. У дробарках зі складним рухом щоки кривошип та рухома щока утворюють кінематичну пару. У цьому випадку траєкторія руху точок рухомої щоки являє собою замкнуті криві, найчастіше еліпси. У дробарках з простим (ЩДП) рухом щоки 1 (рис. 1.7, а) остання підвішена на осі 2. Щока здійснює коливальні рухи по дузі кола, які їй надає ексцентрикний обертальний вал 3, через шатун 4 та розпірні плити 5.

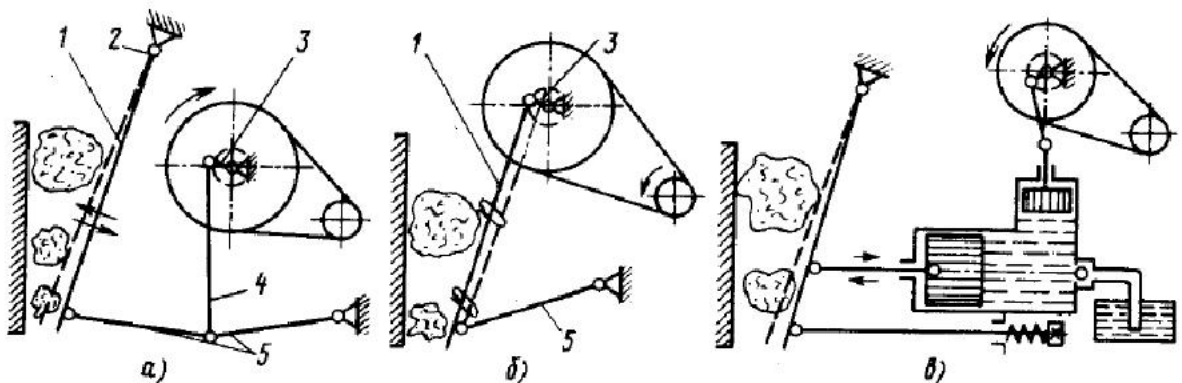


Рис. 1.7. Принципові схеми щоківих дробарок

При зближенні щік матеріал подрібнюється, а при віддаленні їх один від одного шматки матеріалу опускаються вниз та випадають з камери, якщо їх розміри менші за ширину вихідної щілини. Потім цикл повторюється. У ЩДП матеріал подрібнюється роздавлюванням та частково зламом і розколюванням, оскільки на обох щоках встановлені дробильні плити з рифленням у подовжньому напрямку.

У дробарках зі складним (ЩДС) рухом щоки важільний механізм має більш просту схему (рис. 1.7, б). Ексцентриковий вал 3 безпосередньо сполучений із шатуном, що є рухомою щокою 1 дробарки. Нижнім кінцем щока шарнірно спирається на розпірну плиту 5. Щока здійснює складний рух та складові переміщення точок її поверхні напрямлені як по нормалі до поверхні щоки, так і вздовж неї; траєкторії точок за формою нагадують еліпси. Унаслідок цього в ЩДС матеріал подрібнюється як роздавлюванням, так і стиранням, що полегшує процес дроблення в'язких матеріалів.

Кінематична схема ЩДП дозволяє створювати відносно великі навантаження на подрібнюваний матеріал, ніж у ЩДС, при однакових обертових моментах на приводних валах. Це особливо важливо при дробленні великих шматків міцних матеріалів. Істотним недоліком ЩДП (рис. 1.7, а) є малий хід стиснення у верхній частині камери дроблення. Для ЩДС характерне значне зношення дробильних плит. Проте конструкція ЩДС у цілому більш проста та менш металоємна порівняно з ЩДП.

Залежно від конструкції механізму, що приводить у рух щоку, розрізняють дробарки з важільними і кулачковими механізмами, а також з гідравлічним передавальним механізмом (рис. 1.7, в).

ЩДП можна виділити чотири характерні підгрупи.

1. Для першої підгрупи (рис. 1.8, а) характерно, що рухома щока підвішується у верхній частині, а зусилля від привода передається через нижню частину щоки, при цьому у верхній частині робочої камери дробарки розвиваються менші зусилля, аніж у нижній. Істотним недоліком ЩДП цієї підгрупи є мала продуктивність верхньої частини робочої камери, що не забезпечує

матеріалом нижню, і як наслідок приводить до нерівномірності роботи дробарки і в цілому знижує продуктивність. Проте, через простоту конструкції і досить високу експлуатаційну надійність, дробарки цієї підгрупи знайшли саме широке застосування як у нас, так і за рубежем. Перевагами таких дробарок є мала частка стираючих зусиль, внаслідок чого знос футерувальних плит тут найменший.

2. ЩДП другої підгрупи (рис. 1.8, б) відрізняються тим що рухома щока шарнірно закріплена на осі в нижній частині, а привод її здійснюється через верхню частину. Цим самим усунуті основні недоліки першої групи – хід щоки у верхній частині робочої камери максимальний, у нижній – мінімальний. Однак тут очевидні такі недоліки: через малий хід рухомої щоки в нижній частині утруднене розвантаження подрібненого матеріалу, можливі завали, що в цілому знижує продуктивність. Крім цього, ЩДП цієї підгрупи мають велику встановлену потужність привода і металоємність рухомої щоки, що ускладнює їхню експлуатацію і знижує надійність, через що ЩДП цієї підгрупи широкого поширення не одержали.
3. У ЩДП третьої підгрупи (рис. 1.8, в) рухома щока має рівномірний хід по всій її довжині. Це забезпечує раціональні умови процесу подрібнення. Ці ЩДП мають велику продуктивність порівняно з першими двома підгрупами. Однак дробарки цієї підгрупи мають складну кінематичну схему привода, у зв'язку з чим широкого поширення не отримали.
4. До четвертої підгрупи відносяться ЩДП, кінематична схема яких забезпечує велику продуктивність за рахунок збільшення зусилля подрібнення (застосовуються гідропідсилювачі - рис. 1.8, г- 4), або за рахунок виключення холостого ходу рухомої щоки (рис. 1.8, г 1,2). ЩДП цієї підгрупи мають найбільшу питому продуктивність, однак складність конструкції і низька експлуатаційна надійність перешкоджають їх широкому застосуванню.

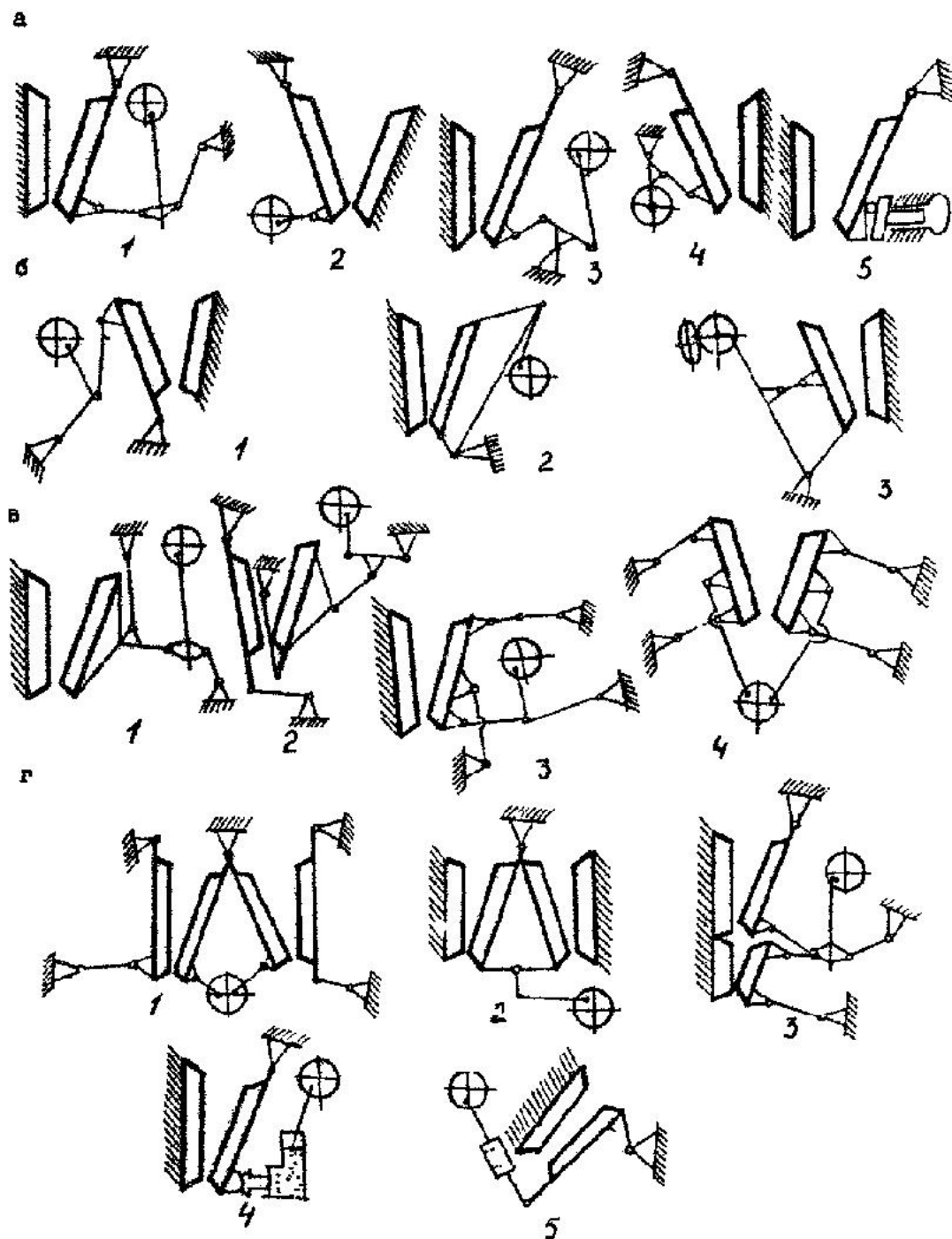


Рис. 1.8. Кінематичні схеми ЩДП

ЩДП із нижнім розташуванням ексцентрикового валу (рис. 1.8, а-2) уперше запропонована фірмою "Телсмит" (США). В даний час фірма "Крупп" (ФРН) випускає шість типорозмірів таких дробарок. Вони мають істотно меншу, у порівнянні зі звичайними (рис. 1.8, а-1), металоємність і енергоємність і при рівній продуктивності їхні габарити менші.

Шарнірно-важільний механізм ЩДП, запропонований англійською фірмою "Марсден" (рис. 1.8, *a-3*), має балансир, чим досягається велика рівномірність ходу рухомої щоки.

Дробарка розроблена фірмою Кроте (ФРН) відрізняється оригінальністю привода (рис. 1.8, *a-5*). При обертанні валу куля заключена між рухомою щокою і нахиленою торцевою поверхнею валу, оббігає по останній, діє на щоку і тим самим надає їй коливального руху.

У ЩДП з кулачковим приводом (рис. 1.8, *б-3*) за один повний оберт валу нерухома щока здійснює два повних коливання, що є перевагою. Але швидкий знос кулачкової пари знижує переваги дробарок даного типу.

Дробарки американської фірми "Додж" (рис. 1.8, *б-1,2*) мають малий хід внизу і великий у верхній частині рухомої щоки. Вони застосовуються там, де необхідний дрібний і однорідний за складом продукт подрібнювання, але в зв'язку з підвищеним забиванням вихідної щілини їхнє застосування обмежене.

Дробарки фірми "Шарц (ФРН) і "Стюртевант" (рис. 1.8, *в*), що мають рівномірний хід по всій довжині рухомої щоки, застосовуються обмежено, тому що мають дуже складну конструкцію шарнірно-важільного механізму. Прагнення збільшити ступінь подрібнення і продуктивність, а також виключити холостий хід привело до створення дробарок із двома і більш робочими камерами (рис. 1.8, *г-1-3*). Уперше – така дробарка випущена в 20-х роках фірмою "Бакстер".

У Німеччині (завод "Цемаг") випускалася дробарка (рис. 1.8, *г-1*), з двома робочими камерами рівного об'єму. Невелика економія металу і загальний привод не виправдують складностей, що виникають при експлуатації.

Дробарка (рис. 1.8, *г-3*) включає дві послідовно розташовані щоки (верхня ЩДП, нижня ЩДС), що мають загальний привод. Випускаються фірмою "Хацет" (ФРН). Компонування не можна визнати вдалим – дробарка складна в експлуатації.

У дробарці фірми "Зібтехнік" (ФРН) замість розпірної плити застосований ролик. Для подрібнення міцних порід ця дробарка не застосовується.

У дробарки фірми "Хацет" (ФРН) вал підвісу щоки і ексцентриковий вал зв'язані зубчастою передачею (рис. 1.8, *г-1*), за рахунок цього рухома щока робить складний рух за заданим законом, який повторюється через 11 обертів ексцентрикового вала. Досвід експлуатації цих дробарок показав їхню високу ефективність і надійність. Незважаючи на це, необхідно вказати на складність привода і підвищені вимоги, що ставляться до точності виготовлення і міцності шестеренної пари.

В свою чергу, у ЩДС також можна виділити чотири характерні підгрупи.

1. Перша підгрупа ЩДС представляє класичну схему з верхнім підвісом рухомої щоки на ексцентриковому валу (рис. 1.9, *а*). Ці дробарки використовуються на другій стадії подрібнення. Недоліком їх є переподрібнювання матеріалу, і підвищений знос футерувальних плит. У порівнянні із ЩДП вони знайшли обмежене застосування, однак серед ЩДС дана кінематична схема одержала саме широке поширення.
2. В другу підгрупу об'єднані ЩДС, кінематична схема яких забезпечує зменшення вертикальної складової ходу рухомої щоки дробарки (рис. 1.9, *б*). Дробарки даної підгрупи використовуються на заключних стадіях подрібнення і забезпечують найбільш рівномірний склад подрібненого матеріалу.
3. У дробарок третьої підгрупи відсутнє взаємне поздовжнє переміщення щік, причому обидві щоки дробарок рухомі (див. рис. 1.9, *в*). Ці дробарки мають мінімальний знос подрібнюючих плит, продукт подрібнення відрізняється однорідністю за гранулометричним складом, однак досягається це складними конструктивними рішеннями.
4. У четверту підгрупу включені ЩДС, кінематична схема яких забезпечує встановлену траєкторію руху рухомої щоки, чим досягається один з ефектів - збільшується ступінь подрібнювання, продуктивність, забезпечується необхідна гранулометрія готового продукту. Ця підгрупа також відрізняється складністю конструкції і широкого поширення не одержала.

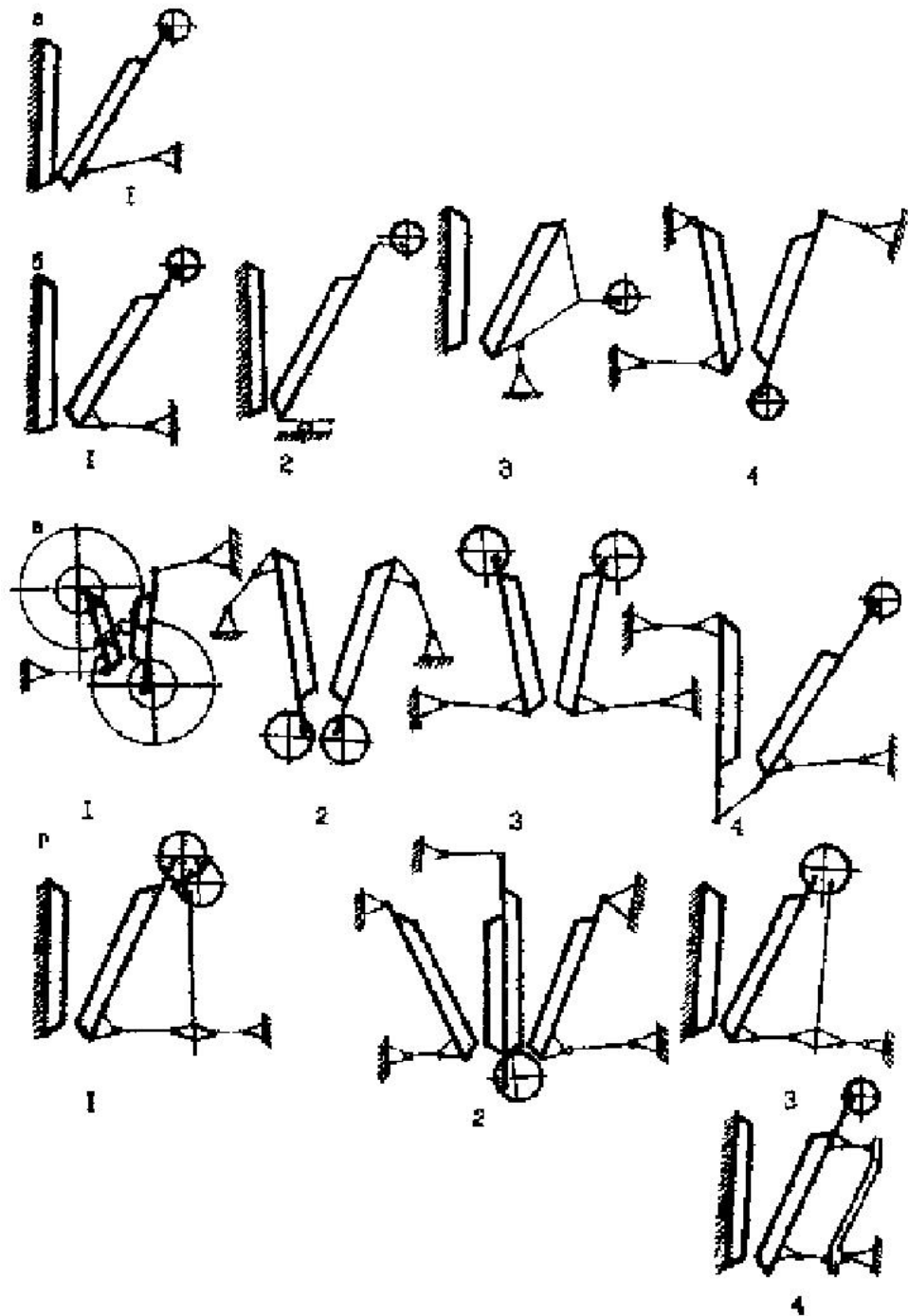


Рис. 1.9. Кінематичні схеми ШДС

У дробарці французької фірми "Ежекто" (рис. 1.9, в-4) рухома плита шарнірно з'єднана з іншою плитою, яка переміщується синхронно з першою у вертикальній площині. Цим зведений до мінімуму знос плит, але ускладнена конструкція, знижена експлуатаційна надійність.

За схемою, представленою на рис. 1.9, в-3, ЩДС випускаються фірмою "Айова-Цедерапідс" у США. Вона являє собою дві спарені ЩДС. Через складність синхронізації руху рухомих щік від різних приводів виникають великі труднощі при експлуатації.

Фірмою "Айова-Цедерапідс" запропонована також двокамерна ЩДС (рис. 1.9, г-4). Камери мають різні об'єми, різну довжину вихідної щілини і працює в замкнутому циклі, тобто дробарка здійснює двохстадійне подрібнення. До недоліків цієї дробарки варто віднести наявність механізмів для прийому матеріалу з першої камери в другу, що ускладнює технологічну схему і ускладнює її обслуговування.

Розглянуті тут конструкції ЩД показали, що в основу покладені дві первісні (див. рис. 1.9, а-1; рис. 1.9, а-1), що потім ускладнювалися, з метою одержання конкретного ефекту (підвищення ступеня подрібнювання, зниження питомої витрати електроенергії, підвищення продуктивності, підвищення надійності привода і т.д.).

Однак різноманіття конструкцій ЩД говорить про те, що до дійсного часу жодна з них (усі вони визначений час випускалися й експлуатувалися) не вирішила задачі, що стоять перед технікою і технологією великого і середнього подрібнення: створити просту за конструкцією, надійну в експлуатації дробарку, яка має малу металоємність і енергоємність дробарку, і яка б при необхідному гранулометричному складі і ступені здрибнювання мала максимально можливу продуктивність.

Конструкція щоккових дробарок

На рис. 1.10 показано типову конструкцію дробарки з простим рухом рухомої щоки. Рухома щока 3, вісь 4, яка встановлена в підшипниках ковзання, закріплених на бічних стінах станини 1, набуває коливальних рухів через розпірні плити 10 і 11 від шатуна 6, підвішеного на ексцентричній частині вала 5, що приводиться в обертання від електродвигуна через клинопасову передачу. Робочі поверхні щік футерують змінними дробильними плитами 12 і 13, і виготовляють зі зносостійкої сталі. Бічні стіни камери дроблення також

футеровані змінними плитами 2. Робочу поверхню дробильної плити як правило, виготовляють рифленою та рідше (для первинного дроблення) гладенькою. Від подовжнього профілю плит залежать умови захоплення шматків та гранулометричний склад матеріалу.

Циклічний характер роботи щоківих дробарок (максимальне навантаження при зближенні щік та холостий хід при їх розбіжності) створює нерівномірне навантаження на двигун. Для вирівнювання навантаження на приводному валу встановлюють маховик та шків-маховик. Маховики «акумулюють» енергію при холостому ході та віддають її при ході стиснення. У процесі експлуатації виникає необхідність регулювати ширину вихідної щілини камери дроблення. У великих дробарках для цього встановлюють різні за товщиною прокладки між упором 9 та задньою стіною станини. Гарантоване замикання ланок механізму привода рухомої щоки здійснюється пружиною 7 та тягою 8.

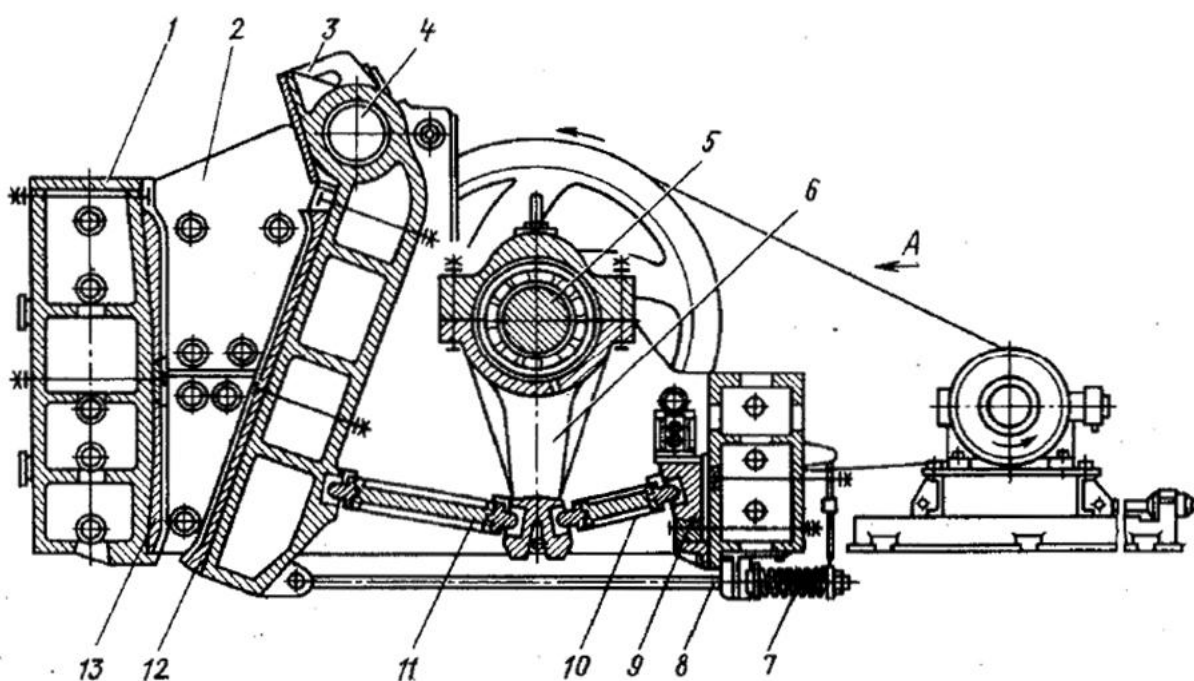


Рис. 1.10. Щоків дробарка з простим рухом щоки

У конструкціях сучасних дробарок передбачається установка пристроїв, що самовідновлюються, після спрацьовування, оберігають елементи машини від поломок при потраплянні до них «неподрібнених» предметів. На практиці застосовують наступні варіанти запобіжних пристроїв: підпружинений важіль,

шарнірно з'єднаний з рухомою щокою; пружина в поєднанні з розпірною плитою; пружина в поєднанні з важелем та розпірною плитою і т.д..

Рухома щока – основний робочий орган дробарки і елемент, який замикає кінематичний ланцюг привода – лита, сталева, коробчастого перерізу, посилена ребрами жорсткості. У верхній частині щоки є оголовок з отвором, яким вона насаджується на вісь підвісу, у нижній задній частині - поздовжній паз, у який вставляється сухар, що виготовляється з високоміцної сталі, а також вушко для кріплення тяги замикаючого пристрою. Передня частина щоки футерується бронеплитами.

При розробці форми і конструкції рухомої щоки необхідно пам'ятати, що задавши визначений поперечний профіль плити, можна забезпечити необхідну траєкторію її руху і бажаний розподіл зусиль вздовж робочої камери (по ходу процесу подрібнювання); треба прагнути до зменшення металоємності щоки; доцільно удосконалити вузол підвісу щоки, що викликає утруднення при монтажі, а при поворотах осі щодо щоки відбувається знос отвору оголовка, ремонт якого дуже трудомісткий.

Вісь підвісу рухомої щоки - кована зі сталі спокійного лиття, встановлюється в підшипниках ковзання (бронзові), або кочення (дворядні роликові самоустановлювальні); сприймає крутні і згинаючі навантаження.

Кривошипно-шатунний механізм включає ексцентриковий вал, маховики, шатун, розпірні плити і рухому щоку. Призначений для перетворення обертального руху ексцентрикового валу в коливальний рух рухомої щоки.

Маховики, литі і чавунні, установлені на кінцях ексцентрикового валу, призначені для акумулювання енергії при холостому ході рухомої щоки і забезпечення рівномірного робочого ходу. Один з маховиків має клиноподібні канавки і є шківом клинопасової передачі. Перший насаджується щільно на вал, а іншої (шків) кріпиться до валу за допомогою підшипників кочення.

Ексцентриковий вал – основний елемент кривошипно-шатунного механізму, сталевий, кутий, зі сталі спокійного лиття. Встановлюється в бічних прорізах станини в підшипниках кочення. У центральній частині до

ексцентрикового вала кріпиться оголовком шатун. Ексцентриситет валу у вітчизняних ЩДП складає 19...50 мм. Вал сприймає згинаючі і крутні навантаження.

Шатун – литий, сталевий, кутий. У верхній частині має рознімний оголовок, куди вставляються вкладиші з бабітовою заливкою. У нижній частині шатун по обидва боки має поздовжні пази, в які вставляються сухарі і кінці розпірних плит. Шатун – один із самих основних елементів привода, він повинний мати відповідну надійність при малій металоємності, що забезпечується його формою і профілем перерізу. Працює на згин і розтягування.

Розпірні плити (дошки) - передавальний елемент кривошипно-шатунного механізму - литі, чавунні вставляються між рухомою щокою і шатуном, шатуном і клиновим регулювальним пристроєм.

Після появи в машинобудуванні крупних підшипників кочення, які витримують великі навантаження ряд фірм почали випускати дробарки виконані за даною схемою для крупного і середнього подрібнення порід великої міцності.

В дробарці типу D фірми Крупп (рис. 1.11) на передній стінці станини закріплена нерухома дробильна плита 2. Рухома дробильна плита 3 закріплена на рухомій щоці 5, яка підвішена до верхньої частини станини на осі 4. В нижній частині станини розміщений ексцентриковий вал 6, корпус 7 якого шарнірно з'єднаний короткою розпірною плитою 10 з рухомою щокою. Силове замикання кінематичних ланцюгів забезпечується тягою 9 і пружиною 8.

Конструкторами була створена дробарка СМД-184 (рис. 1.12) в якій була ще спрощена кінематична схема, а саме відмова від проміжної ланки (розпірної плити) між ексцентриковим валом і рухомою щокою, що підвищило надійність дробарки.

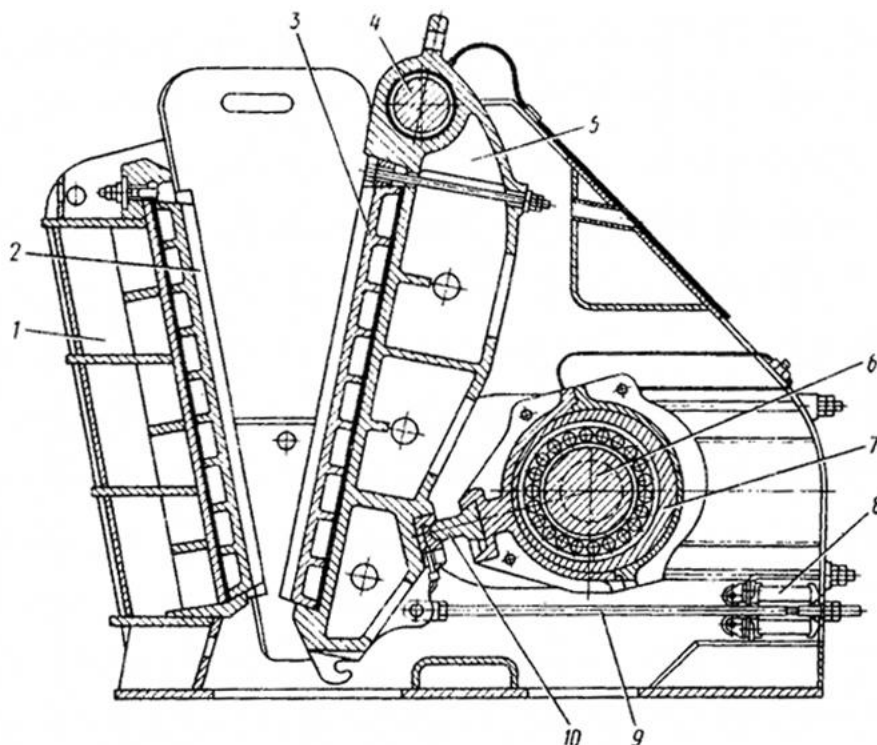


Рис. 1.11. Щокова дробарка типу D фірми Крупп (Німеччина):

*1- станина; 2 - нерухома дробильна плита; 3- рухома дробильна плита; 4-вісь;
5- рухома щока; 6- ексцентриковий вал; 7- корпус; 8 - пружина; 9-тяга; 10-
розпірна плита.*

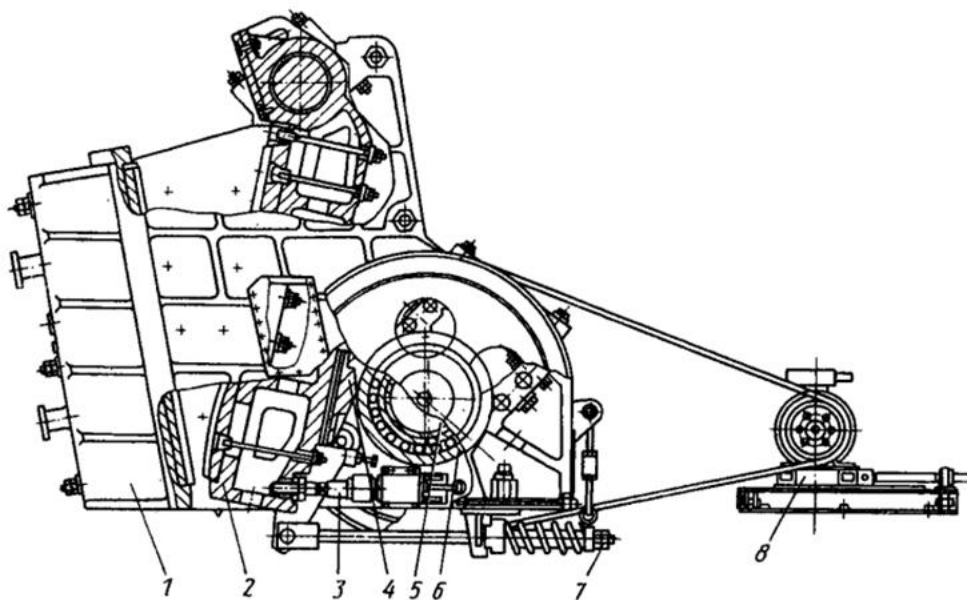


Рис. 1.12. Щокова дробарка СМД-184 з роликом:

*1- станина; 2-рухома щока; 3-фіксатор; 4-упор; 5-ексцентриковий вал; 6-
ролик; 7-замикаючий пристрій; 8-привод.*

В станині 1 дробарки з роликом змонтована рухома щока 2, ексцентриковий вал 5, на ексцентричній частині якого в підшипниках кочення встановлений ролик 6. Ролик входить в контакт із розміщеним на рухомій щоці упором 4 і таким чином приводить в рух рухома щоку. Постійний контакт пари щока-ролик забезпечується замикаючим пристроєм 7 з тяги і пружини. Зміна розміру вихідної щілини здійснюється встановленням прокладок між рухомою щокою і упором.

Останнім часом фірми Страуб (США) і Армстронг (Великобританія) на дробарках типу «Кью-Кен» піднімають вісь підвісу нагору, і виносять її вперед над камерою дроблення (рис. 1.13). При такому рішенні збільшується хід щоки у верхній частині камери дроблення й до мінімуму зменшується вертикальна складова.

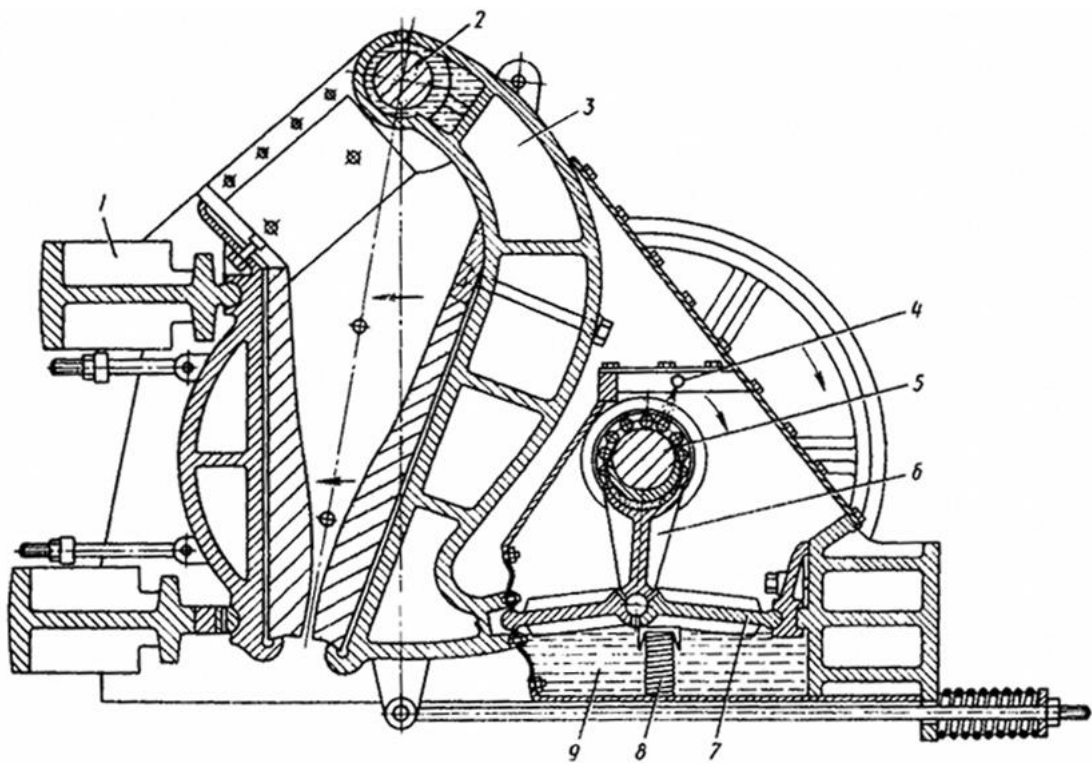


Рис. 1.13. Щокова дробарка «Кью-Кен»:

1- станина; 2 – вісь підвісу рухомої щоки; 3 – рухома щока; 4 – розприскувач мастила; 5 – ексцентриковий вал; 6 – шатун; 7 – розпирна плита; 8 – пружина;
9 – масляна ванна.

На дробарках «Кью-Кен» є ще цікаві конструктивні нововведення. Це перший у світі тип дробарки з одним шківом - маховиком, розташованим із правої сторони машини. Привод дробарки й розпірні плити працюють у герметично закритому картері. Масляний насос забезпечує якісне змазування всіх тертьових поверхонь. Оригінально вирішена конструкція пари шатун - ексцентриковий вал. Звичайно головка шатуна охоплює ексцентриковий вал, тобто шатун як би висить на валу. У дробарці «Кью-Кен» головка шатуна виконана у вигляді п'яти й притиснута знизу до ексцентрикового валу пружиною.

Відзначені нововведення, а особливо високе розташування осі підвісу, забезпечують дробаркам «Кью-Кен» високі техніко-експлуатаційні показники.

Щокову дробарку з гідравлічним приводом за кінематичною схемою г - 4 (див. рис. 8) запропонував канадець К. Гольді (K. Gauldie). З 1961 р. західнонімецька фірма Кеперн виготовляє ці дробарки по ліцензії. Принципова схема дробарки з гідроприводом показана на рис. 14 – а, а порівняльна діаграма переміщень рухомих щік дробарки з гідроприводом (суцільна лінія) і дробарки зі звичайним кривошипним приводом (пунктир) - рис. 14 – б. Від ексцентрика 1 приводиться в рух плунжер 2 малого діаметра. Переміщаючись по вертикалі вниз за час він витісняє у великий циліндр 4 певний обсяг робочої рідини, завдяки чому переміщається поршень 8 і здійснюється хід стиску щоки 9 (відзначимо, що хід стиску дробарки із кривошипним приводом здійснюється за час t_5). Потім при підйомі плунжера 2 рухома щока й поршень 8 вертаються у вихідне положення під дією відтяжної пружини 7, на що затрачається час. При наступному русі плунжера 2 униз (час t_3) спеціальний клапан 5 направляє рідину в резервуар 3 зі стисненим повітрям, завдяки чому робочий поршень 8, а отже, і рухома щока 9 залишаються у вихідній позиції. Під час наступного підйому плунжера (час t_4) рідина виходить із резервуара, після чого клапан 5 закривається. При новому опусканні плунжера цикл повторюється. У такий спосіб кожний другий хід плунжера вниз є холостим. Резервуар 6 служить для додавання масла в циліндр при зміні вихідної щілини й компенсації витоків.

У результаті частота обертання колінчатого валу гідроприводу в 2 рази більше числа коливань рухомої щоки, а тривалість t_1 ходу стиску займає 25% загального періоду циклу.

Із графіка на рис. 1.14, б видне, що при однаковій тривалості часу відкриття вихідної щілини в дробарки із кривошипним приводом і дробарки з гідроприводом (тобто $t_2 + t_3 + t_4 = t_6$) в останній число коливань рухомої щоки в 1,5 рази більше, отже, і продуктивність дробарок з гідроприводом на 50% більше.

Конструкція гідросистеми забезпечує також надійний захист дробарки від перевантажень. При попаданні у камеру дроблення недробимого предмета запобіжний клапан випускає рідину з робочого циліндра до тих пір, поки ширина вихідної щілини не збільшиться на стільки, щоб пропустити недробимий предмет.

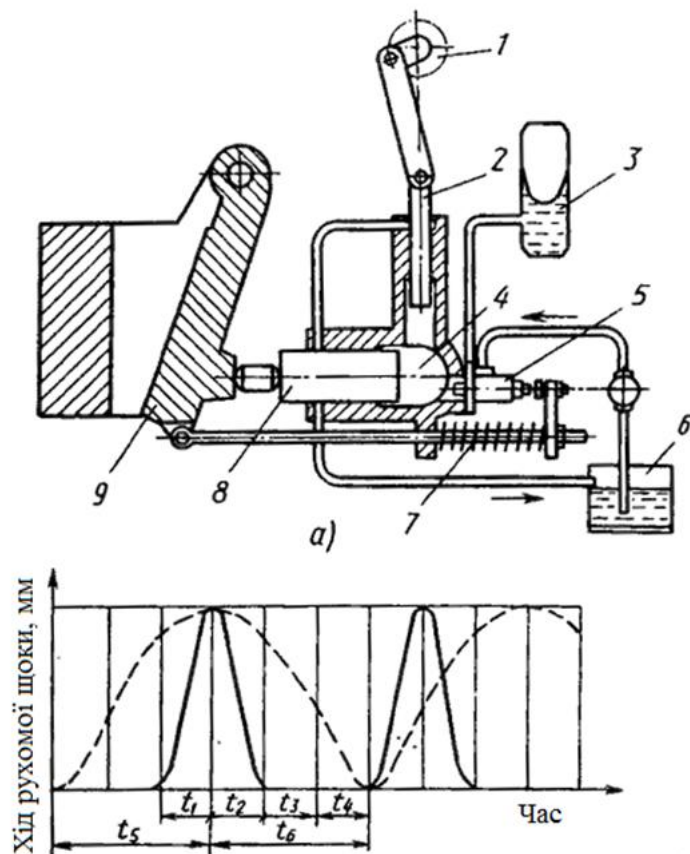


Рис. 14. Щокова дробарка з гідравлічним приводом:
а) схема; б) графік переміщення рухомої щоки.

У запобіжному клапані передбачений пристрій, що дозволяє відкривати ланцюг циркулюючої рідини. Завдяки цьому всю систему привода можна пустити в роботу при зупиненій рухомій щоці. Після досягнення колінчатим валом робочої частоти обертання клапан поступово закривається, і рухома щока також поступово починає працювати на повну потужність. Цей пристрій, названий «гідростарт», дозволяє легко пускати дробарку навіть у тому випадку, якщо її камера дроблення заповнена матеріалом, тобто «під завалом».

Таким чином, застосування гідропривода дозволяє: збільшити у 1, 5 рази продуктивність дробарки; забезпечити плавний пуск дробарки у роботу й пуск «під завалом»; забезпечити автоматичний пропуск недробимих предметів без зупинки дробарки; плавно регулювати ширину вихідної щілини дробарки.

Висновки

На сучасному етапі розвитку держави велику роль відіграє переробна промисловість. Для отримання вторинної сировини, полегшення праці і підвищення продуктивності в цих галузях широко використовують дробарно-сортувальну техніку, важливу роль серед якої відіграють щоківі дробарки.

Щоківі дробарки у порівнянні з іншою дробарною технікою мають ряд техніко-економічних переваг, а саме: порівняно високу продуктивність, економію трудових і матеріальних ресурсів і питомих затрат на кожен кубічний метр подрібненого матеріалу. Щоківі дробарка з простим рухом щоки найбільш поширена при подрібненні матеріалів високої і середньої міцності. Дана конструкція може вважатися типовою, так як всі вітчизняні і закордонні дробарки мають аналогічну конструкцію і відрізняються тільки розмірами і деякими не принципіальними змінами у конструктивних рішеннях окремих вузлів.

Розділ 2. Основні кінематичні і динамічні параметрів роботи щоккових дробарок

2.1. Розрахунок навантажень, діючих на елементи дробарок

Розрахунок сил в елементах конструкції щоккових дробарок виконується за навантаженням на рухому щоку. Вище було зазначено, що при дробленні міцних матеріалів навантаження на одиницю активної площі дробильної плити потрібно брати $q \approx 2.7$ МПа. Навантаження на поверхню дробильної плити розподіляється приблизно рівномірно, тому рівнодіючу сил дроблення Q можна прикласти до станини і рухомої щоки в точках, що відповідають середині висоти камери дроблення (рис. 2.1, *a*). Для запобігання помилковому спрацьовуванню запобіжних пристроїв коефіцієнт перевищення номінального навантаження беруть рівним 1.5. Розрахункове навантаження, діюче на рухому щоку,

$$Q \approx 1.5qF \approx 1.5qHL \quad (9)$$

де H і L – відповідно, висота і довжина камери дроблення, m ;

q – в МПа.

Рухому щоку дробарки з простим рухом розраховують на вигин від дії сили Q і розтягування від сили N' . Остання розраховувалася за формулою

$$N' = \frac{Ql_1 \operatorname{tg} \gamma}{l_1 + l_2} \quad (10)$$

Вісь підвіски рухомої щоки розраховується на вигин від дії сили R .

Розпірна плита працює в умовах пульсуючого циклу навантаження при робочому навантаженні та миттєво зростаючих навантаженнях при потраплянні до дробарки неподібнюваного тіла. У зв'язку з цим розпірну плиту необхідно розраховувати на граничну міцність і на витривалість.

Розпірні плити зазнають позацентрового стиснення. Це викликано тим, що в загальному випадку лінія дії сили

$$S = \frac{T}{\cos \gamma} = \frac{Ql_1}{(l_1 + l_2) \cos \gamma}, H \quad (11)$$

не збігається з віссю поперечного перерізу плити (рис. 2.1, в) через зміну положення опорних поверхонь плити при переміщеннях шатуна і рухомої щоки.

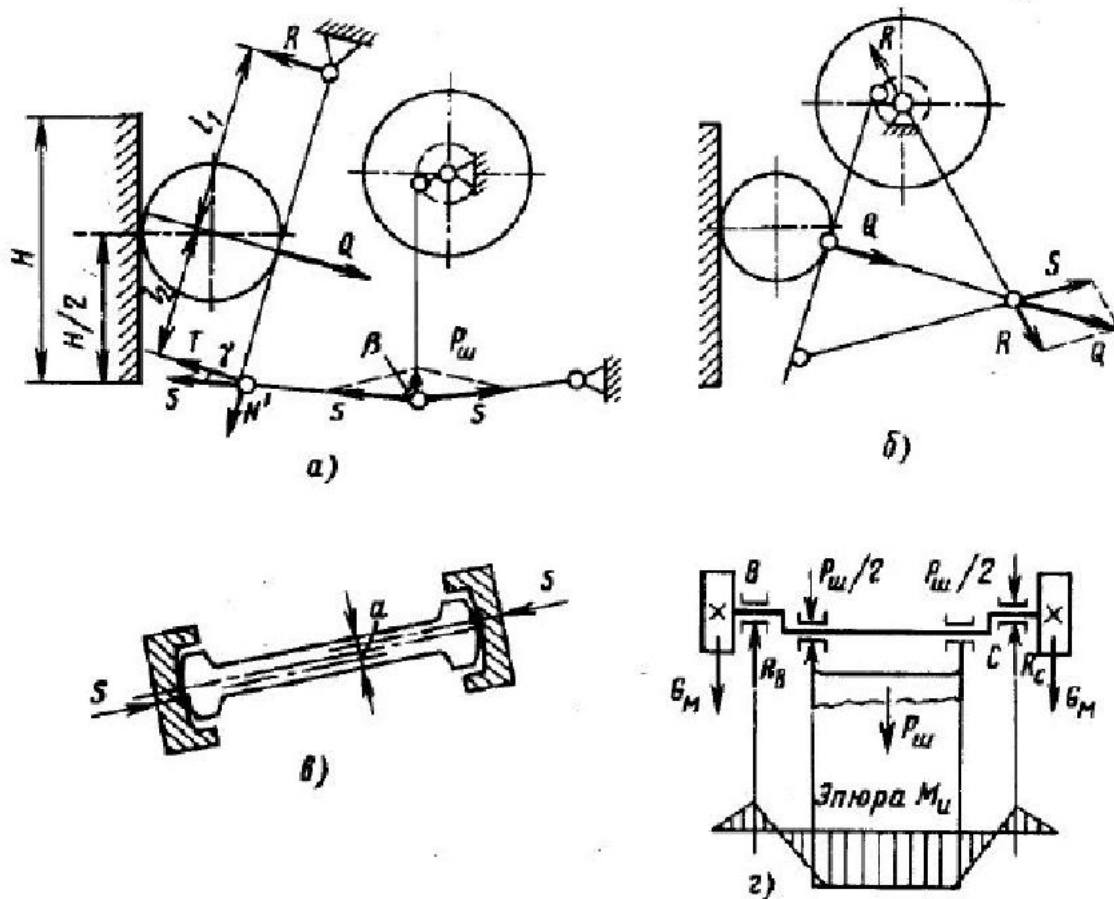


Рис. 2.1. Схеми сил, діючих на елементи щічних дробарок

Напруження в розпирній плиті

$$\sigma = \frac{S}{F_{\Pi}} \pm \frac{Sa}{W} \quad (12)$$

де F_{Π} - площа поперечного перерізу, плити, м^2 ;

a - ексцентриситет прикладення сили S , м ;

W - момент опору перерізу, м^3 .

Шатун розраховують як балку, з одного боку закріплена шарнірно, з іншого – опирається на розпирну плиту.

Шатун розраховують на розтягування від дії сили

$$P_{\text{ш}} = 2S \cos \beta \quad (13)$$

де β – кут між віссю шатуна і розпирною плитою.

У дробарках з простим рухом щоки шатун навантажений, як правило, розтяжними зусиллями. Проте при різних кутах між віссю шатуна й осями передньої та задньої розпірних плит у ньому з'являється згинальний момент. Останній у деяких випадках може бути досить значним. Зазвичай при проектуванні дробарки ці кути намагаються зробити однаковими. Водночас при зміні ширини вихідної щілини і при компенсації зносу дробильних і розпірних плит вони можуть змінюватися в значних межах. Цю обставину необхідно враховувати при розрахунку.

Ексцентриковий вал дробарки піддається вигину від сили $P_{ш}$, яка передається через відповідні підшипники, і від сил тяжіння G_m маховиків, а також крученню (рис. 2.1, *г*). У зв'язку з цим його розраховують на витривалість щодо напружень, які виникають при робочих навантаженнях, і на міцність щодо напружень, які виникають при потраплянні до камери дроблення неподрібнюваного тіла.

Підшипники піддаються дії навантаження, величина і характер якого змінюється так само, як і зусилля дроблення від інтенсивності завантаження і фізико-механічних властивостей подрібнюваного матеріалу.

$$Q_{екв} = (K_K P_{max} + mA_{max})K_e \quad (14)$$

$$(nh)^{0.3} = \frac{C}{Q_{екв} K_\sigma K_T} \quad (15)$$

де $Q_{екв}$ - еквівалентне навантаження на підшипник;

K_K - коефіцієнт, що характеризує залежність терміну служби підшипника від того, яке кільце обертається відносно вектора навантаження;

P_{max} - максимальне радіальне навантаження на підшипник, Н;

m - коефіцієнт, що враховує неоднаковий вплив радіального й осьового навантаження на термін служби підшипника;

A_{max} - максимальне осьове навантаження, Н;

K_e - коефіцієнт, що враховує непостійність дії максимального навантаження;

n - частота обертання вала дробарки, об/хв;

h – термін служби підшипників, год.;

C - коефіцієнт, що характеризує працездатність підшипника;

K_{σ} – коефіцієнт, що враховує вплив характеру навантаження на термін служби підшипника;

K_T - коефіцієнт, що враховує вплив температурного режиму роботи.

При визначенні еквівалентного навантаження і терміну служби підшипників рекомендуються наступні значення коефіцієнтів:

- для щоккових дробарок $K_K = 1, K_{\sigma} = 2, K_T = 1$;
- для рухомої щоки і шатуна $K_e = 0.08 \dots 0.12$;
- для корінних підшипників $K_e = 0.14 \dots 0.18$.

Запобіжний пристрій розраховують на крутний момент на валу, при якому він повинен спрацювати, виходячи з номінальної потужності електродвигуна дробарки.

При розрахунку припускають, що протягом одного оберту вала дробарки крутний момент змінюється за лінійним законом. У цьому випадку середній момент електродвигуна приблизно буде дорівнювати $0.25M_{max}$ (M_{max} - максимальний момент при робочому навантаженні). У роботі встановлено, що діаграма навантаження, яка приймається, при розрахунку істотно відрізняється від фактичної. У зв'язку з цим у розрахунок вводиться коефіцієнт наповнення діаграми, який рекомендується брати рівним 1.75. Крім того, запобіжник повинен спрацювати тільки при 1.5 – кратному перевантаженні.

Відповідно до цього розрахунковий момент

$$M_p = 4 \cdot 1.75 \cdot 1.5M_{cp} = 10.5M_{cp} \quad (16)$$

де M_{cp} - номінальний робочий момент, відповідний встановленій потужності електродвигуна дробарки.

Сили, діючі в елементах дробарки зі складним рухом щоки (рис. 2.1, б), визначаються за аналогією до вищерозглянутої методики або графічно.

2.2. Робочі органи дробарок

Основними робочими органами в шокових дробарках є плити для подрібнення. Конструкція й матеріал плит, дуже впливають на час, затрачуваний на технічне обслуговування дробарки, тобто на показник надійності дробарки й загальну вартість процесу подрібнення.

По даним експлуатуючих організацій витрати на, плити для подрібнення становлять 13—39% вартості загальних витрат на подрібнення.

Витрат плит при подрібненні залежить від багатьох факторів, до яких у першу чергу відносять фізичні властивості скла, що переробляється, типорозмір і кінематику дробарок, властивості матеріалу плит.

Дослідження ряду авторів виявили кореляційний зв'язок між межею міцності скла і його абразивністю, причому для більшості скла зі збільшенням межі міцності при одноосьовому стисненні показник абразивності звичайно також зростає.

Аналіз даних обстеження роботи великої партії шокових дробарок дав можливість ВНИИстройдормашу визначити залежність усередненої питомої витрати плит від межі міцності матеріалу, що переробляється. Графік залежності наведений на рис. 2.2.

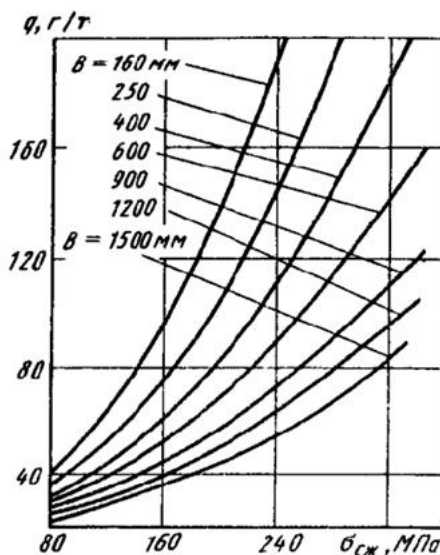


Рис. 2.2. Графік залежності питомої витрати плит від межі міцності перероблюваного матеріалу

На підставі наведених залежностей складений аналітичний вираз для визначення витрати (г/т) дробильних плит:

$$q = 4.2 \times 10^{-5} \frac{\sigma_{\text{ст}}^2}{B^{0.7}} K_{\text{н}} \quad (17)$$

де q – питома витрата дробильних плит, (г/т); $\sigma_{\text{ст}}$ – межа міцності скла при стисканні, (МПа); B – ширина приймального отвору дробарки, (м); $K_{\text{н}}$ – коефіцієнт кінематики, для дробарок з простим рухом $K_{\text{н}} = 1.0$, для дробарок зі складним рухом $K_{\text{н}} = 4.5$.

Роботи, спрямовані на збільшення терміну служби дробильних плит, є досить важливими, тому що дозволять визволити для потреб народного господарства велику кількість дорогого марганцовистого лиття й здешевити вартість переробки скла.

Як ми вже відзначали, на термін служби дробильних плит при однаковій зносостійкості металу, впливає ряд факторів, до найважливіших з яких відносять фізико-механічні властивості матеріалів, що переробляються, типорозмір і кінематику дробарки. Перераховані фактори враховані в наведеній формулі витрати дробильних плит причому зі значень коефіцієнта кінематики випливає, що термін служби плит, на дробарках зі складним рухом щоки в 4 - 5 раз менше терміну служби їх на дробарках із простим рухом рухомої щоки. Причину такої різниці можна віднести в основному за рахунок різної складової вертикального переміщення рухомої щоки стосовно нерухомої.

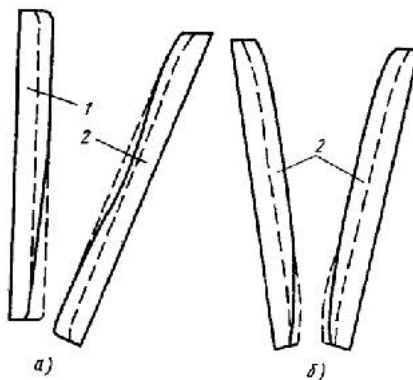


Рис. 2.3. Характер зношування плит на щокових дробарках з різними кінематичними схемами

Однак при роботі шокової дробарки має місце цілком різний характер зношування як рухливої і нерухомої плит, так і різних частин однієї й тієї ж плити (рис. 2.3). У дробарці зі складним рухом шоки (рис. 2.3, *a*) найбільше зношується нижня частина нерухомої дробильної плити 1. Лінійне зношування рухомої плити 2 за те ж час приблизно в 2 рази менше й більш рівномірне. Плити дробарок, наприклад із двома рухомими шоками 2 (рис. 2.3, *б*) зношуються менше, переважно в нижній частині камери подрібнення.

Якщо розглянути співвідношення діючих сил, то очевидно, що скло, що дробиться, при стиску його в нижній частині камери подрібнення дробарки зі складним рухом шоки має тенденцію переміщатися відносно нерухомої плити нагору разом з рухомою плитою, чим й пояснюється більше зношування нерухомої дробильної плити у цій області.

Траєкторія руху рухомої шоки й діючі на шматок скла сили у верхній частині камери подрібнення відрізняються від розглянутих, і тут рухома плита буде прослизати по подрібнюваному шматку скла, який залишиться нерухомим щодо нерухливої плити. Тому в цій частині камери подрібнення рухома дробильна плита повинна мати більше зношування в порівнянні з нерухомою, що й спостерігається на практиці.

Відносне переміщення дробильних плит по вертикалі в дробарці із простим рухом шоки мале, і тому характер зношування плит обумовлений практично лише дією навантаження й числом контактів шматків скла, що дробиться, і дробильних плит. Тому що площа пропускного отвору в камері подрібнення зменшується від верхніх перетинів до нижніх, а через кожне з них проходить однакова кількість скла, то очевидно, що за інших рівних умов інтенсивність зношування повинна плавно збільшуватися до нижньої частини камери подрібнення, що й відбувається фактично.

Наведені приклади показують, що змінюючи траєкторію руху рухомої шоки, можна в більших межах змінювати не тільки величину зношування, але й характер зношування дробильних плит.

Дробильні плити шокових дробарок як у нас, так і за кордоном виготовляють головним чином з високоміцної марганцовистої сталі. Ця сталь при максимальній зносостійкості має одночасно високу в'язкість і тому має здатність зміцнюватись в холодному стані в результаті наклепу. У місцях, що випробували при навантаженні високого тиску, утворюється зона високої твердості. Нижні шари металу в міру зношування верхнього шару також зміцнюються наклепом. У результаті наклепу твердість марганцовистої сталі по Брінеллю зростає з 200—220 НВ до 650 НВ. Ця особливість обумовлює високу зносостійкість робочих поверхонь виробів, виготовлених з марганцовистої сталі.

Крім хімічного складу при виробництві плит велике значення має строге дотримання режимів лиття.

Роботи, проведені канд. техн. наук В. П. Ксенофоновим на Віксунському заводі дробильно-розмеленого обладнання, показали, що при деякому звуженні границь допустимого вмісту у сталі 110Г13Л шкідливих домішок, а також при впорядкуванні технології лиття термін служби дробильних плит може бути значно підвищений (до 1, 5 рази). Разом з тим якість плит відлитих з високомарганцовистої сталі 110Г13Л не може повністю задовольнити ні машинобудівників, ні експлуатаційників. Занадто трудомісткі роботи із заміни зношених деталей і велика при цьому вартість простоїв устаткування; сама сталь дорога, трудомістка у виготовленні й обробці. Протягом ряду років як у нас, так і за кордоном ведуться роботи для створення нових більш дешевих і більш стійких матеріалів, а також розробки методів відновлення зношених робочих органів.

Відомі численні роботи, проведені з метою застосування плит, відлитих із чавуну. Чавунні плити мали звичайно невелику тверду кірку вибіленого чавуну (1,5—2,0 мм), яка при роботі дробарки досить швидко зношувалася. Подальше зношування більш м'яких шарів чавуну відбувалося ще швидше. Як правило, чавунні плити працювали не більш 1—2 змін. Випробування показали, що плити з нелегованого чавуну переробляють 400—600 м³ матеріалу, що приблизно в 3 рази менше ніж плити зі сталі 110Г13Л у тих же умовах.

Відомі роботи, проведені з метою відновлення зношеної поверхні дробильних плит.

У ВННІстройдормаші проф. П. Н. Львовим була розроблена технологія дугового наплавлення рифлень дробильних плит спеціальними трубчастими електродами із присадкою зі смугової сталі, з обмазкою з феромарганцю. Відновлені таким способом плити мали достатній термін служби, у ряді випадків переважаючий термін служби нових плит, однак технологія наплавлення виявилася складною й трудомісткою. Для організації наплавлення були потрібні спеціальна навчені висококваліфіковані зварники, а наплавлені поверхні були не завжди якісними й не мали правильної геометричної форми. Внаслідок цих недоліків метод відновлення плит наплавленням одержав обмежене поширення. Проте принцип відновлення зношеної поверхні дробильних плит безумовно є перспективним. Тому дослідження в цій області тривають.

Дробильні плити по виконанню можна розділити на литі й збірні. У той же час як литі, так і збірні плити можуть бути цільними й складовими.

Переважне поширення у світовій практиці одержали литі плити, як найбільш прості у виготовленні й надійні в роботі. Створення збірних плит обґрунтовувалося тим, що при роботі дробарок зношуються тільки рифлення, вага яких становить 18—25% ваги всієї плити. Це привело до думки створити збірну конструкцію плити, що полягає з основного тіла, виготовленого зі звичайних сортів сталі й робочої поверхні (пластин, ребер і ін.), виготовленої з марганцовистої сталі. Форма робочої поверхні, а також спосіб її кріплення до основного тіла можуть бути різними.

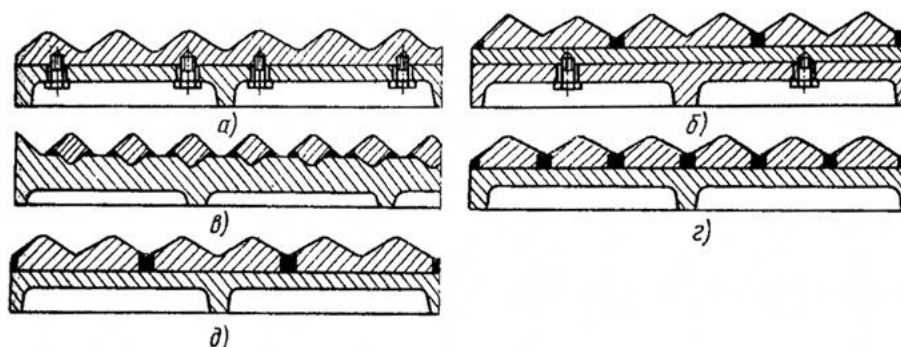


Рис. 2.4. Конструкції експериментальних дробильних плит

У ВНИИстройдормаші були випробувані збірні плити різних конструкцій. На рис. 2.4, *а* зображена плита, що складається із двох частин - основної плити зі сталевого виливка або чавуну й змінної плити з високомарганцовистої сталі. Змінна частина до основної прикріплена болтами. У плиті подібної конструкції на частку ребер приходиться 62% ваги змінної плити. На рис. 2.4, *б* показана плита з накладним листом, до якого приварені ребра.

Випробування показали, що болтове кріплення в дробильних плитах з накладними робочими поверхнями ненадійне й плити подібної конструкції для тривалої роботи непридатні.

Випробовували також плити із привареними ребрами (рис. 2.4, *в - д*) і плити, виготовлені з ребер, залитих м'якою сталлю. Ці випробування також не дали задовільних результатів. У всіх випадках плити через короткий проміжок часу виходили з ладу. Таким чином, досвід використання плит збірної конструкції слід визнати невдалим.

Застосування цільних або складених плит залежить головним чином від типорозміру дробарок. Більш просту конструкцію кріплення й меншу трудомісткість при установці й заміні мають цільні плити. Однак, як показує досвід, на дробарках мілкового подрібнення, де плити зношуються значно швидше, чим на дробарках попереднього подрібнення, доцільно встановлювати збірні плити. Застосування збірних плит дозволить більш повно використовувати їхню робочу поверхню шляхом перекидання й перестановки їх окремих частин.

Плити, що складаються із декількох горизонтальних поясів, які можна окремо замінити або переставити, застосовують деякі іноземні фірми, а також у вітчизняних великих дробарках.

У зв'язку із частою заміною дробильних плит і великою трудомісткістю цієї операції пристрою, що кріплять плити, повинні бути швидкоз'ємними, володіючи, разом з тим, достатньою надійністю. Таким вимогам відповідає ряд нових прогресивних способів кріплення. Досить характерні щодо цього деякі конструкції американських і шведських фірм, що використовують шарнірні й важільні затискачі (рис. 2.5).

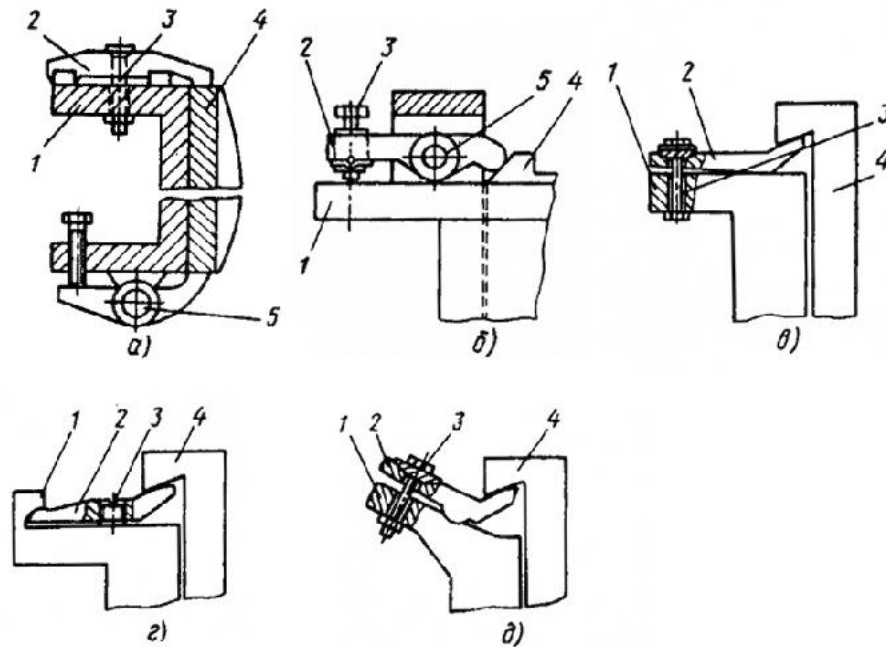


Рис. 2.5. Конструкції кріплення дробильних плит.

1 – станина дробарки; 2 – притискна планка; 3 – болт; 4 – дробильна плита; 5 – шарнір.

Кріплення дробильної плити шарнірним затискачем і притисочною планкою показано на рис. 2.5, а. Притисочну планку закладають у паз між виступами станини й затягують болтом з конусною головкою. Вільний кінець планки притискає верхню крайку плити. Нижня крайка затискається шарнірним важелем. Така конструкція досить зручна, однак при установці плити важко забезпечити нормальне прилягання торця болта до хвостовика затискача й уникнути зминання його крайки.

Цей недолік усунутий у конструкції, показаній на рис. 2.5, б. Шарнірний затискач вільним кінцем притискає бічну скошену крайку дробильної плити. Завдяки застосуванню шарнірно закріпленої гайки притисочної болт, укручений у неї, завжди перпендикулярний до опорної поверхні. У такий спосіб забезпечується щільне прилягання торця болта.

Різні варіанти важільних затискачів наведені на рис. 2.5, в - д. Для них характерне розташування затискних пристроїв за плитою. Застосування сферичних шайб (рис. 2.5, в, д) забезпечує роботу болтів на розтягання.

Описані конструкції прості, однак застосування їх трохи ускладнює монтаж плит подрібнення.

Останнім часом багато фірм для підвищення надійності болтового кріплення плит встановлюють під гайки притискних болтів пружини, які компенсують зазор, що утворюється в процесі роботи при зминанні опорної поверхні плити.

Великий вплив на основні показники роботи щоквої дробарки (продуктивність, питома витрата енергії, зерновий склад і форму зерен готового продукту) виявляє робоча поверхня плит подрібнення обумовлена поздовжнім і поперечним профілями.

Пошукам найбільш раціонального профілю дробильних плит присвячена більшість досліджень вітчизняних і закордонних фахівців. Однак рекомендації цих досліджень не можна вважати остаточними через їхню істотну відмінність, у результаті чого на щоквих дробарках того самого типорозміру й призначення найчастіше застосовують, дробильні плити різної форми.

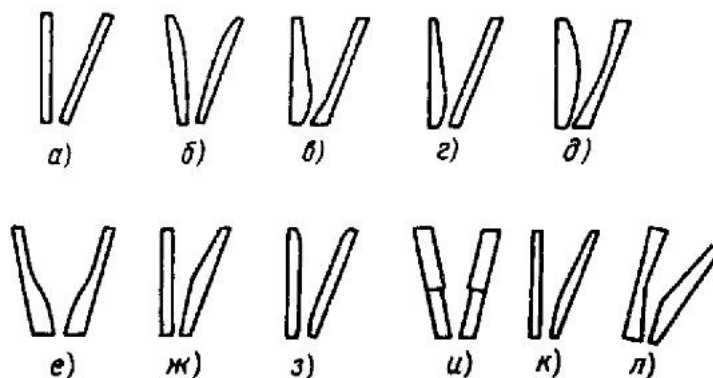


Рис. 2.6. Поздовжні профілі плит щоквих дробарок

На рис. 2.6 наведені поздовжні, профілі дробильних плит найбільше часто зустрічаються в практиці машинобудування. Від поздовжнього профілю залежать параметри камери подрібнення (кут захвата, наявність криволінійної або паралельної зони й ін.) тобто умови процесу подрібнення.

Звичайний прямолінійний профіль (рис. 2.6, *a*) з постійним по всій камері подрібнення кутом захвата одержав найбільше поширення. Плити такого профілю випускають фірми Драгон (Франція), Пегсон (Великобританія), завод ім. Тельмана (ГДР) і ін. Двоопуклий профіль (рис. 2.6, *б*) застосовують у дробарках зі складним рухом щоки, призначених для мілкового подрібнення. Плити такого профілю випускають фірми Драгон, Пегсон Грюндлер (США), Лоро Паризини (Італія) і ін. Фірми Трейлор (США), Куримото (Японія) використовують профіль із криволінійною нижньою частиною (рис. 2.6, *в*). Фірма Трейлор затверджує, що така форма плит, одержавши у технічній літературі назву «незабиваючі», виключає забивання камери подрібнення, сприяє отриманню більш однорідного матеріалу і збільшенню терміну служби плит. Ці переваги пояснюються поступовим зменшенням кута захвата в нижній зоні й збільшенням площі робочих поверхонь плит у порівнянні із прямолінійними при однаковій висоті.

Близьким до цього поздовжнього профілю є профіль, показаний на рис. 2.6, *г*, з невеликою зоною паралельності в нижній частині, використовуваний фірмами Гумбольдт (ФРН) і Драгон. Фірма Фас (Франція) запропонувала опукло-вгнутий профіль (рис. 2.6, *д*), міркуючи, що при цьому матеріал буде зазнати вигину й руйнуватися більш легко, ніж при чистому стиску, однак на практиці це не підтвердилося. Проте такий профіль сприяє поліпшенню форми зерен, і його застосовують у дробарках - грануляторах, зокрема дробарці - грануляторі фірми Макрум (Польща). Профіль, показаний на рис. 2.6, *е*, використовується тільки на дробарках типу «Кью-Кен» (США, Англія), що відрізняються сильно винесеної над завантажувальним отвором віссю підвісу.

Додатково можна вказати на профіль зі зменшеним кутом захвата в нижній зоні (рис. 2.6, *ж*), застосовуваний звичайно, як і двоопуклий профіль (рис. 2.6, *б*), для мілкового подрібнення. Він зустрічається в дробарках фірм Пегсон (Великобританія), Пионир (США) і ін. Широке поширення має прямолінійний профіль зі скосами біля торців, що утворюють невелику зону паралельності (рис.

2.6, з). Цей профіль застосовується фірмами Драгон (Франція), Пегсон, Паркер (Англія), Крупп (ФРН), а також Вексунським заводом ДРО (СРСР).

Завод «Волгоцеммаш» (СРСР) для нерухомої щоки виконує плити прямолінійного профілю, а для рухомої — прямолінійного у верхній частині й криволінійного в нижній (рис. 2.6, к) кращі результати, що показали, при випробуваннях.

Західнонімецька фірма Крупп у цей час виготовляє ударно - щоківі дробарки, камера подрібнення яких має поздовжній профіль (рис. 2.6, л), близький до профілю камери подрібнення конусної дробарки типу «Саймоне». Тут обидві щоки, рухома й нерухома, мають перелом, що сприяє зменшенню кута захвата в нижній частині камери подрібнення. Такий профіль у комбінації зі збільшеним ходом щоки значно підвищує продуктивність і суттєво поліпшує форму зерен продукту подрібнення. Однак цей профіль прийнятний тільки для ударно - щоківі дробарок і не може дати позитивних результатів при використанні на звичайних дробарках зі складним і простим рухом щоки, що мають менший хід.

Аналіз патентної літератури показує, що загальною тенденцією в розвитку форми камери подрібнення є спрощення поздовжнього профілю. Складні багатоступінчасті або хвилясті профілі в цей час майже не пропонуються й не використовуються фірмами. Рідкісним винятком є серія дробарок фірми «Пегсон» зі східчастим профілем (рис. 2.6, і).

Поперечний профіль плит подрібнення характеризується розмірами й конфігурацією рифлень.

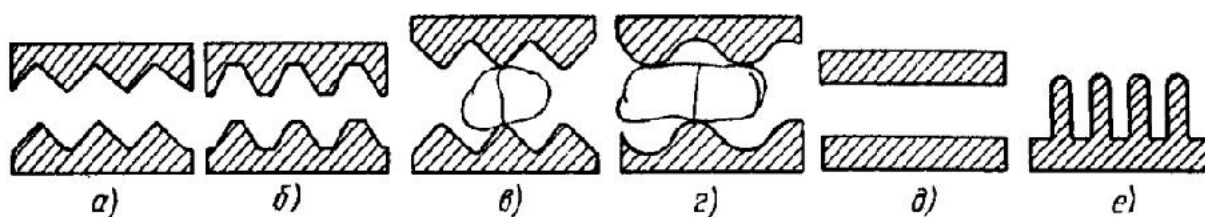


Рис. 2.7. Схема рифлень і розколювання шматка матеріалу в камері подрібнення

Приголомшлива кількість сучасних шокових дробарок комплектуються дробильними плитами із трикутними або трапецеєвидними рифленнями, причому виступи рифлень однієї плити розташовують проти западин рифлень іншої (рис. 2.7, а, б).

Ряд дослідників надають великого значення рифленням плит і затверджують, що для забезпечення кращих умов розколювання зуби протилежних плит повинні бути встановлено один проти іншого (рис. 2.7, в).

У той же час у технічній літературі відзначалося, що в ряді випадків більш ефективними є дробильні плити без рифлень, тобто гладкі (рис. 2.7 д.). Французький дослідник А. Жуазель затверджує, що застосування рифлених плит пояснюється тільки традицією, і по його даних застосовувати потрібно тільки гладкі плити.

А. Ф. Таггарт відзначав, що для мілкового подрібнення великих шматків найкращими є дробильні плити із гладкою поверхнею. Фірма «Лоро Паризини» (Італія) рекомендує для шокових дробарок - грануляторів гладкі плити, на яких виходить максимальна продуктивність. Французька фірма Драгон комплектує гладкими плитами дробарки для подрібнення ферохрому. Необхідно відзначити також, що у всіх випадках гладка плита буде мати більший термін служби, чому плита з рифленнями.

Разом про те установлене, що на заключних стадіях подрібнення застосування рифлених плит суттєво поліпшує якість готового продукту.

Дослідження характеру руйнування шматка скла під впливом дробильних плит дозволили розробити ряд практичних рекомендацій з їхнього конструювання. Зокрема, експерименти, проведені Б. В. Клушанцевим, показали, що руйнування шматка скла у верхній і середній частині камери подрібнення шокової дробарки суттєво відрізняється від існуючих в, технічній літературі схем (рис. 2.7, в, г).

Прагнення збільшити термін служби плити привело до створення рифлень притупленої трапецеєвидної форми (див. рис. 2.7, б). Такі рифлення застосовують на вітчизняних дробарках зі складним рухом щоки.

Рифлення закругленої форми (див. рис. 2.7, *з*) також сприяють зменшенню зношування, і їх використовують деякі закордонні фірми.

Для збільшення терміну служби рифлень робили спроби виконати їх самозагострювальними, наприклад рифлення з високими паралельними гранями (див. рис. 2.7, *д*). У міру зношування форма рифлень якоюсь мірою буде зберігатися. Промислова експлуатація подібних плит показала, що шматки матеріалу, що подрібнюються, застряють у вузьких щілинах, перешкоджаючи вільному руху матеріалу вниз і тим самим знижуючи продуктивність. У цей час виготовлення подібних плит припинене.

Було запропоновано дуже багато конструкцій рифлень, на перший погляд, що обіцяли переваги. Це різні по висоті рифлення, східчасте зменшення висоти рифлень донизу, плавне зменшення висоти рифлень, розташування рифлень «у ялинку» або зигзагом і ін. Відзначимо ще варіанти «комбінованих» рішень.

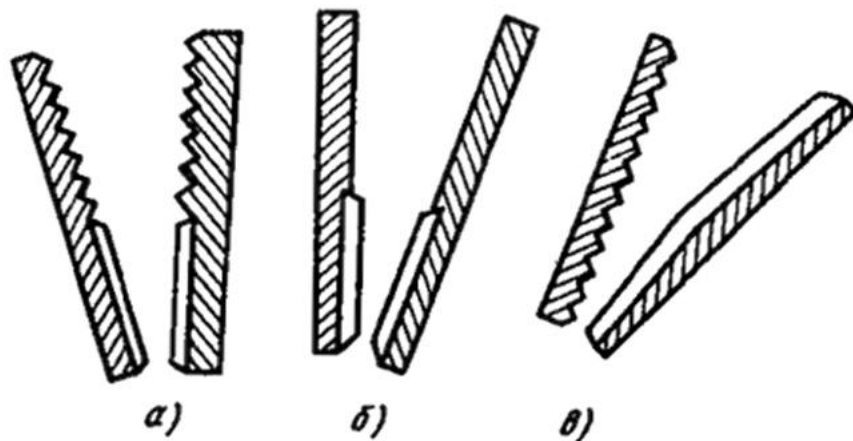


Рис. 2.8. *Форми рифлень дробильних плит (поздовжній профіль)*

На рис. 2.8, *а* показана конструкція плит з поперечними рифленнями у верхніх частинах і поздовжніми в нижніх, що, на думку авторів, повинне сприяти кращому захвату й подрібненню матеріалу у верхній частині камери подрібнення й кращому розвантаженню готового продукту внизу. Плити, верхня частина яких гладка, а нижня має поздовжні рифлення (рис. 2.8, *б*), видалося б, відповідають сказаним міркуванням про необхідність рифлень унизу, де формується готовий продукт, і недоцільності їх у верхній і середній частинах камери подрібнення, де вони не виявляють істотного впливу на процес

подрібнення. Нарешті, третій варіант, запропонований фірмою Крупп для однієї з моделей ударно - шокової дробарки (рис. 2.8, в), - плиту на рухомій щоці виконувати з поздовжніми, а на нерухомій щоці з поперечними рифленнями.

Теоретичні й експериментальні роботи ВНИИстройдормаша дозволили оцінити усе раніше запропоновані рішення й вибрати для вітчизняних шокових дробарок дробильні плити оптимальної конструкції.

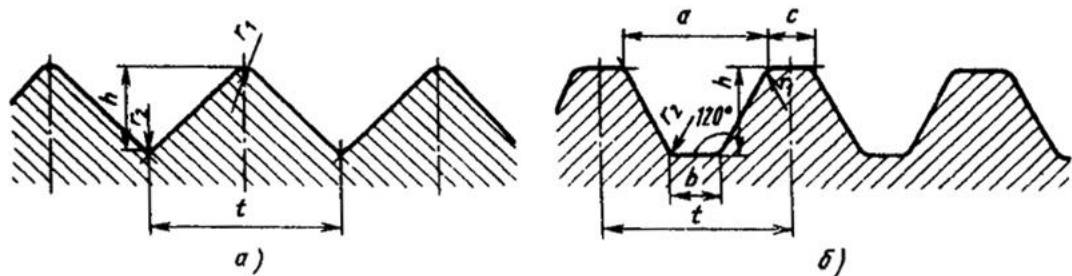


Рис. 2.9. Рифлення дробильних плит, прийняті для вітчизняних дробарок

Установлене, що найбільш доцільним рішенням для дробарок зі складним рухом щоки є симетричні прямолінійні в основній частині плити про невеликими скосами на кінцях із трикутними (рис. 2.9, а) і трапецеєвидними (рис. 2.9, б) рифленнями. Симетричні плити дозволяють перевертати їх, наприклад, при зношуванні нижньої частини, що суттєво збільшує загальний термін служби плит.

Дробарки залежно від області застосування слід комплектувати плитами різних конфігурацій і розмірів рифлень.

Для всіх плит крок t і висоту h рифлень рекомендується визначати по виразу $t=2h=b$. Тому що ширина b вихідної щілини — величина змінна, то для визначення оптимальних параметрів профілю рифлень для даної дробарки ухвалюють номінальне (або середнє) значення ширини щілини.

Рифлення трапецеєвидної форми застосовують для попереднього подрібнення в дробарках із приймальним отвором шириною 250 і 400 мм. Рифлення трикутної форми застосовують для попереднього подрібнення в дробарках із приймальним отвором шириною 600 мм і більш для остаточного подрібнення в дробарках усіх типорозмірів.

Величини a й c для рифлень трапецеєвидної форми дробарок 250x400 і 250x900 рівні відповідно 45 і 15 мм, для дробарок 400x900 — 60 і 20 мм. Радіуси закруглень r_1 і r_2 для дробарок 400x900 і більш рівні відповідно 10 і 15 мм, для дробарок менших розмірів приблизно 5 і 10 мм.

Опорні поверхні дробильних плит повинні щільно прилягати до тіла станини й рухомої щоки. Не площинність опорної поверхні плити не повинна перевищувати 2 мм на 1 м довжини. Тому на багатьох заводах - виготовлювачах опорні поверхні піддають механічній обробці - грубому шліфуванню. Литі плити для дробарок невеликих типорозмірів взагалі не зазнають, механічній обробці.

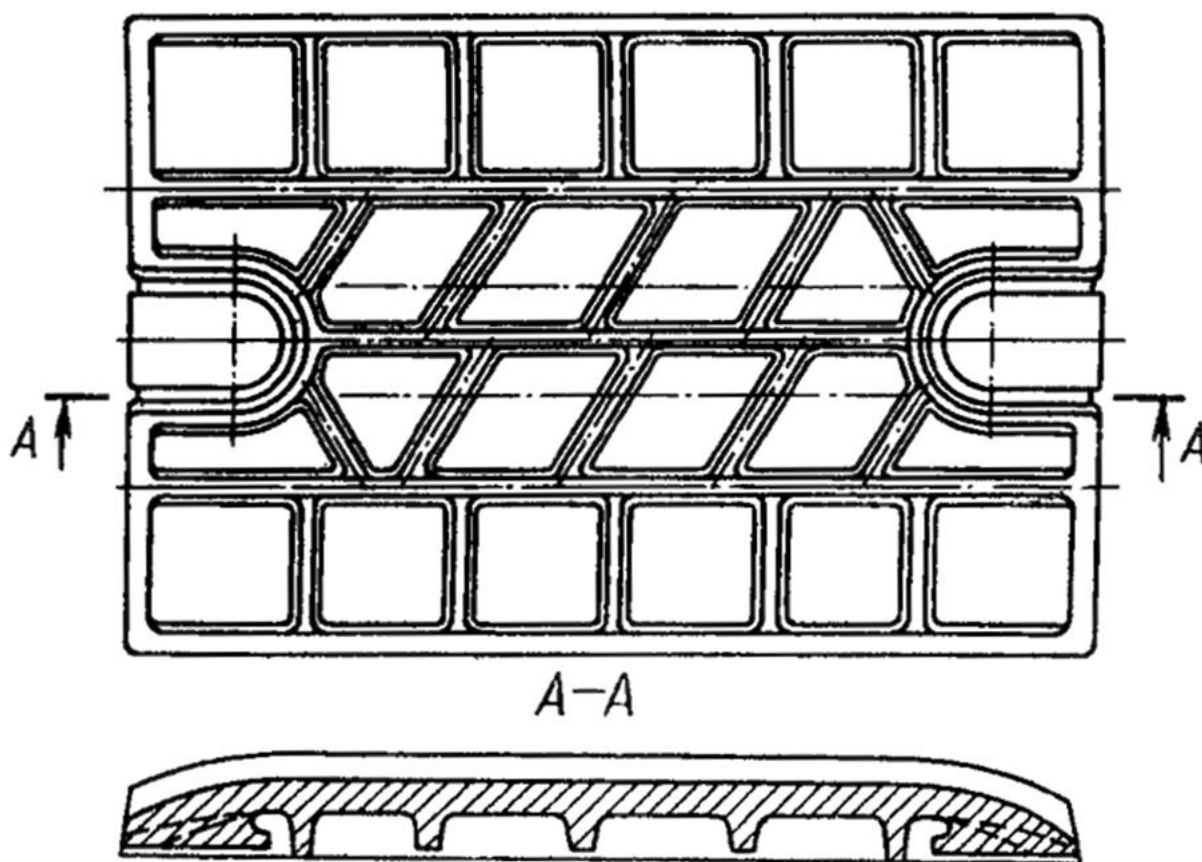


Рис. 2.10. Конструкція дробильної плити щокової дробарки

Для зменшення ваги плити й площі опорної поверхні й, отже, об'єму механічної обробки на тильній стороні плити передбачені поглиблення — «кармани» (рис. 2.10), обсяг і форму яких призначають, виходячи з вимог до міцності й твердості плити, а також з міркувань кращої термооброблюваності. Кожну плиту обладнають пристосуваннями для монтажу. Звичайно в тіло плити

при її литті поміщають втулку з різьбленням під рим - болт, який вкручується при установці або зміні плити, або передбачають спеціальну петле подібну канавку, у яку при монтажі заправляють трос. При монтажі плит подрібнення великих дробарок заводу «Волгоцеммаш» використовують отвори під кріпильні болти.

Висновки

При аналізі робіт щодо щоккових дробарок було виявлено, що найчастіше виходять з ладу дробильні плити. Причиною їх поломок стали великі ударні навантаження та вібрації. Тому було запропоновано використовувати у конструкції щоккової дробарки амортизуючі елементи які будуть гасити вібрації а також пом'якшувати удари при подрібненні великогабаритної тари.

Розділ 3. Опис пропозиції. Конструкція і принцип роботи

Щокова дробарка машина для механічного руйнування великогабаритної тари та упаковки шляхом роздавлення між двома плоскими поверхнями з метою доведення їх розмірів до необхідної крупності.

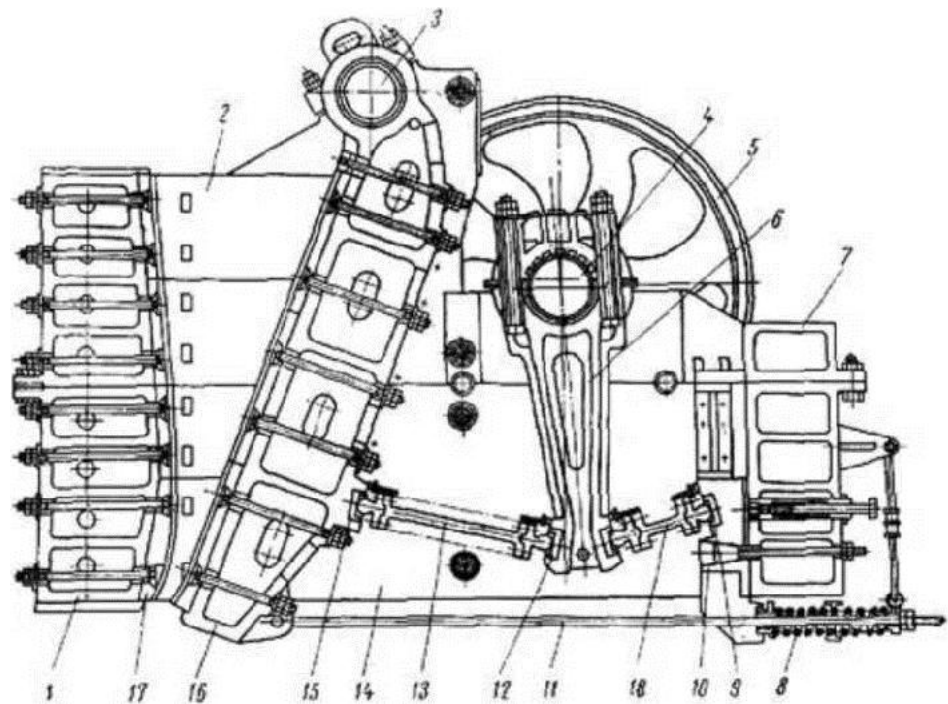


Рис. 3.1 Щокова дробарка з простим хитанням щоки

1 - передня стінка станини, 2 - змінні футеровочні плити; 3 - вісь,
4 - ексцентриковий вал, 5 - маховик; 6 - шатун, 7 - задня стінка станини;
8 - пружина; 9 - вкладиш; 10 - упор; 11 - тяга, 12 - гніздо з вкладишем, 13 -
передня розпірна плита; 14 - бокова стінка, 15 - гніздо з вкладишем, 16 - рухома
щока, 17 - нерухома щока; 18 - задня розпірна плита.

Щокова дробарка складається з станини, частиною якої є нерухома щока, вала з підвішеною пересувною щокою, приводного механізму і пристрою для регулювання. Рухома щока шарнірно підвішується до вала і, навперемінно повертаючись навколо своєї осі на невеликий кут, то наближається, то віддаляється відносно нерухомої щоки. При зближенні щок шматки матеріалу, що дробиться, руйнуються, при зворотному ході пересувної щоки відбувається розвантаження дробленого продукту. Траєкторія руху точок пересувної щоки

являє собою замкнену овалоподібну криву. Складнішу траєкторію руху реалізують шокова дробарка з двома рухомими щоками, при цьому продуктивність зростає вдвічі, спостерігається менший абразивний знос футеровки.

Станина дробарки утворюється передньою 1, задньою 7 та двома боковими 14 стінками. Вона може бути литою або зварною, розбірною та нерозбірною. Передня стінка станини також є нерухомою щокою.

Рухома щока 16 шарнірно підвішена на осі 3, яка опирається на підшипники, укріплення, а також рухома щока футерується змінними футеровочними плитами 2.

Футеровочні плити, які захищають нерухому щоки, робляться рифленими. Виступи на плитах нерухомої щоки розташовуються проти западин на плиті нерухомої щоки. Це полегшує подрібнення кусків, так як зусилля, які дроблять, концентруються на меншій площі. Бокові стінки станини футеруються гладкими плитами.

Рухома щока отримує рух від ексцентрикового вала 4, який опирається шийками на підшипники, які укріплені в бокових стінках станини дробарки. На ексцентрику вала 4 вільно висить вертикальний шатун 6. Нижній, висячий кінець шатуна, має гнізда, в яких розташовані вкладиші 12 та 15, а в них вільно вставлені одним кінцем розпірні плити 13 та 18.

Іншими кінцями розпірні плити вставлені вкладиші 12 в гнізді на рухомій щоці 16 і в гнізді на упорній деталі 17, укріпленій на задній стінці станини. Вільно вставлені у вкладиші розпірні плити не випадають, так як на них давить важка рухома щока, яка намагається повернутися навколо осі 3 та зайняти вертикальне положення. Цей тиск збільшується пружиною 9, яка відтягує за допомогою тяги 11 рухому щоку.

При обертанні колінчатого вала нижній кінець шатуна здійснює зворотно - поступальні рухи у вертикальному напрямку. При русі шатуна вгору разом з ним рухаються і вставлені у вкладиші 12 і 15 кінці розпірних плит 13 та 18, при цьому іншими кінцями вони дають на вкладиші в гніздах рухомої щоки та

опорної деталі. Зусилля, які діють вздовж розпірних плит, змушують рухому щоку повертатись на деякий кут навколо осі підвісу та наближуватись до нерухомої щоки.

Руху шатуна вгору, який здійснюється протягом половини оберту колінчатого валу, відповідає наближення щік та роздавлення ними кусків матеріалу. Для роздавлення необхідно, щоб хід щоки був більшим відносно пружного стиску кусків.

Половина оберту колінчатого валу, при якому дроблений матеріал розвантажується, називається холостим рухом. У зв'язку з наявністю холостого та робочого рухів у щелепних дробарках навантаження на приводний двигун нерівномірні. Для вирівнювання навантаження на ексцентриковий вал 4 надівається маховика 5. Зусилля, які дроблять в щоківій дробарці з верхнім підвісом вала та вертикальним шатуном передається через розпірні плити. Тому сухарі, в які входять кінці плит а також самі кінці плит робляться змінними з матеріалу великої твердості, щоб протистояти великим навантаженням та зношенню. Задню розпірну плиту використовують для запобігання поломки у дробарках при потраплянні в камеру дроблення неподібних предметів. Ця плита виготовляється зі зниженою міцністю та ламається при потраплянні в дробарку випадкових металевих предметів.

Щоківі дробарки приводяться у рух за допомогою електродвигуна через клинопасову передачу найчастіше на один з маховиків.

Розділ 4. Розрахунок машини і окремих її механізмів

4.1. Технологічний розрахунок щоклової дробарки

Вихідні дані:

Продуктивність дробарки	$Pr = 10 \text{ т /год}$
Коефіцієнт тертя по плиті	$f = 0,3$
Розмір вихідної щілини	$b = 40 \text{ мм}$
Межа міцності матеріалу	$\sigma = 100 \text{ МН/м}^2$
Модуль пружності матеріалу	$E = 5 \cdot 10 \text{ МН/м}^2$

Визначення кута захвату

Це найбільший кут між рухомою та нерухомою щоклами, що забезпечує нормальне дроблення й унеможливорює виштовхування нагору шматка матеріалу.

Умова рівноваги шматка

$$2P \sin \frac{\alpha}{\alpha} - 2Pf \cos \frac{\alpha}{\alpha} = 0$$

P – зусилля роздавлювання матеріалу

$f = \text{tg} \varphi$ – коефіцієнт тертя матеріалу по плиті

φ – кут тертя

З умови рівноваги:

$$d \leq 2\varphi$$

$$d \leq 2 \arctg f$$

$$d \leq 2 \operatorname{arctg} 0,3$$

Приймаємо $d = 20^\circ$

4.2. Визначення обертової частоти ексцентрикового вала

Позначимо найменшу ширину випускного отвору b , а хід щоки S . За один період коливань щоки з дробарки випадає матеріал у вигляді трапецеїдального перетину.

Хід щоки розраховуємо за формулою:

$$S = 8 + 0,26 \cdot b$$

де b – ширина розвантажувальної щілини, мм

$$S = 8 + 0,26 \cdot 40 = 18 \text{ мм}$$

Частота обертання головного валу при довжині розвантажувальної щілини до 1м:

$$n = 0,85 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{S}} = 0,85 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{0,018}} = 3,8 \text{ с}^{-1}$$

Приймаємо $n = 228 \text{ об/хв.}$

4.3. Визначення ширини щоки

Масова продуктивність дробарки:

$$Pr = Pv \cdot \rho \cdot \psi, \quad \text{кг/с}$$

ρ – густина матеріалу (для скла $\rho = 1600\text{-}1800 \text{ кг/м}^3$)

ψ – коефіцієнт розпушення матеріалу

Об'ємна продуктивність дробарки розраховується за формулою:

$$\Pi_v = n \cdot b' \cdot \frac{(2b + S)S}{2 \operatorname{tg} \alpha}$$

Прирівнявши два вирази, одержимо:

$$\frac{\Pi_\rho}{\rho \cdot \varphi} = n \cdot b' \cdot \frac{(2b + S)S}{2 \operatorname{tg} \alpha}$$

n – частота обертання щоки за секунду

b – ширина розвантажувальної щілини, м

Отже, ширина щоки:

$$b' = \frac{2 \Pi_\rho \operatorname{tg} \alpha}{\rho \psi \cdot n \cdot (2b + S)S}$$

$$b' = \frac{2 \cdot 2,75 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ}{1700 \cdot 0,6 \cdot 3,8 \cdot (2 \cdot 0,040 + 0,018) \cdot 0,018} = 0,292 \text{ м}$$

Отже, ширина щоки $b' = 292$ мм

Висота нерухаючої щоки:

$$H = \frac{B - b}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{0,300 - 0,040}{\operatorname{tg} \alpha} = 0,715 \text{ м}$$

b - ширина завантажувального отвору

Довжина рухаючої щоки:

$$L = \frac{1,4H}{\cos \alpha} = \frac{1,4 \cdot 0,715}{\cos 20} = 1,065 \text{ м}$$

4.4. Розрахунок потужності двигуна

Потужність електродвигуна для приводу дробарки вираховується за формулою:

$$N = \frac{An}{1000\eta}, \quad \text{кВт}$$

A – робота, що затрачається на подрібнення матеріалу, Дж

$\eta = 0,6 \div 0,7$ ККД дробарки

Для практичних розрахунків потужність електродвигуна розраховують за емпіричною формулою:

$$N_e = 39 nF^{1,25}, \quad \text{кВт}$$

$F = B \cdot L$ – площа розвантажувальної щілини, м²

$$N_e = 39 \cdot 3,8 (0,3 \cdot 0,5)^{1,25} = 13,8 \text{ кВт}$$

Приймаємо двигун марки 4A160 M643 з потужністю $N=15$ кВт, $n=975$ об/хв, $\eta = 0,87$

Тоді робота, що затрачається на подрібнення матеріалу, визначається за формулою:

$$A = \frac{1000 N_e}{n} \eta = \frac{1000 \cdot 15}{3,8} \cdot 0,65 = 2565 \text{ Дж}$$

Максимальне зусилля, що виникає при подрібненні:

$$P_{\max} = \frac{2A}{\Delta S'}$$

$\Delta S'$ – хід рухаючої щілки в точці прикладення сили, м

$$\Delta S' = \frac{S}{3} \cos \alpha = \frac{0,018}{3} \cos 20' = 0,0056 \text{ м}$$

$$P_{\max} = \frac{2 \cdot 2565}{0,0056} = 9,1 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

Зусилля, що стискує розпiрну плиту визначається за формулою:

$$P_p = \frac{P_{\max}}{\sin \beta} \cdot \frac{l_1}{l}$$

β – кут між рухомою щогою і розпiрною плитою.

Для дробарок простого коливання

$$l_1 = \frac{l}{3}$$

Отже,
$$P_p = \frac{0,91 \cdot 10^6}{\sin 80'} \cdot \frac{1}{3} = 0,3 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

Зусилля, що розтягує шатун дробарки простого коливання:

$$P_{ш} = 2P_p \cdot \cos r$$

r – кут між розпiрною плитою і шатуном

$$P_{ш} = 2 \cdot 0,3 \cdot 10^6 \cdot \cos 80' = 0,1 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

Розділ 5. Монтаж, експлуатація та ремонт

Щоківі дробарки встановлюються на фундаментах, не пов'язаних з фундаментами будівлі. Вібрації та струси дробарки, неминучі при її роботі, не повинні передаватися будівельним конструкціям.

Максимальний ступінь дроблення, який можна досягти в щоківих дробарках, не перевищує 8. Зазвичай же дробарки працюють при ступенях дроблення від 3 до 4. Для дробарок, що забезпечують ступінь дроблення 6, витрати електроенергії на дроблення коливаються від 0,3 до 1,3 кВт·г/т.

Частини дробарок, що зношуються, підлягають періодичній заміні або відновленню. Для щоківих дробарок це футерувальні та розпірні плити, вкладиші в гнізда для розпірних плит, вкладиші підшипників ексцентрикового вала та осі рухомої щоки, вкладиші або заливка головки шатуна.

Середні терміни служби цих деталей (у місяцях): футерувальні плити – 6; змінні наконечники розпірних плит – 5; сухарі в гніздах розпірних плит – 12; вкладиші підшипників колінчастого вала та осі рухомої щоки – 12; вкладиші й заливка головки шатуна – 12.

Витрати сталі при дробленні в щоківих дробарках визначаються стиранням футерувальних плит і залежать від стійкості матеріалу, з якого зроблені плити, а також від твердості дробленого матеріалу. При використанні плит з марганцевистої сталі витрати її коливаються від 0,02 до 0,08 кг, а із загартованого чавуну – від 0,03 до 0,1 кг на 1 т роздробленого продукту.

Запускаються щоківі дробарки за відсутності дробленого матеріалу в камері дроблення. Перед запуском необхідно перевірити кількість рідкого масла в баку-відстійнику та густого мастила в резервуарі відповідної змащувальної станції. Спочатку включається масляний насос і система охолодження (якщо вона є). Через 3–5 хвилин, коли масло потрапить до всіх частин, що труться, вмикається електродвигун дробарки. Перед увімкненням електродвигунів щоківих дробарок старої конструкції та дробарок великих розмірів необхідно за допомогою мостового крану повернути маховик дробарки в положення, відповідне кінцю робочого ходу, тобто найбільшому

зближенню щік. У цьому положенні запуск дробарки відбувається легше, оскільки важка рухома щока під дією своєї маси на початку обертання ексцентрикового вала починає відхід від нерухомої щоки, що полегшує роботу двигуна при пуску. Дроблений матеріал подається в дробарку після того, як дробарка попрацює на холостому ході 1–2 хвилини.

Під час роботи шокової дробарки треба стежити за рівномірністю подачі до неї матеріалу, не допускаючи завалів камери дроблення та потрапляння в дробарку великих недроблених предметів, а також контролювати наявність мастила й температуру масла та води. Нормальна температура масла при роботі дробарки становить 30–35°C.

Дробарка зупиняється в порядку, зворотному пуску. Припиняється подача матеріалу, переробляється продукт, що залишився в камері дроблення, і зупиняється електродвигун дробарки. Лише після зупинки дробарки вимикається маслосос і припиняється подача охолоджуючої води.

Проста схема автоматичного регулювання дробарки заснована на контролі рівня матеріалу в камері дроблення. Для контролю рівня застосовують електроконтактний датчик (наприклад, ланцюг, підвішений в камеру дробарки) або радіоактивний рівнемір (гамма-реле), що встановлюється на граничному рівні камери дроблення. При переповненні камери дроблення датчик автоматично вимикає електродвигун живильника або переводить його на знижену частоту обертання зі зменшенням кількості руди, що подається. У складнішій системі автоматичного регулювання використовуються два параметри. Основний параметр – навантаження приводного електродвигуна. Навантаження двигуна характеризує умови дроблення: зі збільшенням розмірів шматків і міцності руди зростає споживана потужність і величина струму, зменшується продуктивність. Система автоматичного регулювання стабілізує споживану потужність шляхом впливу на робочі параметри живильника. Другий параметр – рівень матеріалу в камері дроблення.

В якості рідкого мастила для шокових дробарок застосовують: улітку – масла індустріальні (машинне З або СУ), узимку – машинне Л. В якості густого

мастила – мастило індустриальне ІІІ 1–3. Рідке мастило періодично повинне замінюватися (приблизно через 5 місяців). Витрата рідкого мастила для великих дробарок розміром від 900x1200 до 1500x2100 мм при регенерації складає в середньому 2 т/рік, витрата густого мастила – приблизно 2000 кг на одну дробарку.

Безперебійна робота щокочових дробарок забезпечується систематичними планово-запобіжними ремонтами та оглядами. Періоди між ремонтами в годинах: технічний огляд – 540, поточний ремонт І – 3240, поточний ІІ – 16200 та капітальний – 32400.

Удосконалення конструкцій щокочових дробарок йде шляхом модернізації окремих вузлів і деталей. Проте якісної зміни процесу дроблення можна досягти лише вживанням інерційних конструкцій, особливістю яких є використання для приводу щік дебалансних віброприводів.

Інерційна дробарка з верхньою підвіскою щік складається із симетрично розташованих відносно її вертикальної осі ресор 1, на кінцях яких закріплені рухливі щоки 2 і 5. Нижні їх кінці з'єднані пружинами 4. У коливальні рухи щоки приводяться одновальними дебалансними вібраторами 3, що мають здатність самосинхронізуватися.

Інерційний зв'язок дебалансного приводу зі щоками виключає його поломку при потраплянні в камеру дроблення металевих предметів, робить можливим запуск машини під завалом, причому саме такий режим запуску є оптимальним.

Такі дробарки поєднують переваги традиційних щокочових (пристосованих для дроблення високоміцних і абразивних матеріалів) та ударних (що відрізняються ефективнішим характером прикладення навантажень). Значна частота коливань щік не допускає налипання часток в'язких матеріалів на дробильні плити, є можливість створення повністю урівноважених конструкцій, що не потребують масивних фундаментів. Машини мають високу ступінь дроблення й можуть замінити декілька стадій дроблення.

Розділ 6. Охорона праці

Фінансування заходів по охороні праці

Фінансування заходів по охороні праці здійснюється власником. Працівники не несуть окремих ніяких затрат по їх проведенню. Для підприємств, незалежно від форми власності або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 % від суми реалізованої продукції. Для державних підприємств витрати на охорону праці становлять 0,2 % від суми реалізованої продукції.

Повітря робочої зони, мікроклімат.

Робота оператора на установці – середньої важкості 2а за енерговитратами організму. Робота проводиться в 3 зміни, цілодобово, у будь-який час року.

Оптимальні і фактичні параметри температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приведені в таблиці 6.1 для оператора лінії, а шкідливих речовин в робочу зону в таблиці 6.2.

Таблиця 6.1

Сезон року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Допустима	Фактична	Допустима	Фактична	Допустима	Фактична
Холодний і перехідний періоди року	середньої тяжкості	20-24	21-24	75	65	0,2	0.1-0.12
Теплий період року	середньої тяжкості	21-28	26-30	60	55	0.1-0.3	0.15-0.2

Таблиця 6.2.

Речовина	Концентрація	
	Допустима, мг/м ³	Фактична, мг/м ³
Етилен	10	8
СО	20	16
СО ₂	0,03	0,01-0,02
РbO и СоO	0,01	0,005-0,009
Формальдегід	5	3

Параметри повітря робочої зони і видалення шкідливих речовин, що виділяються при переробці полімерів, та їх нейтралізація повинні забезпечуватися виробником за допомогою відповідних пристроїв і коштів, що передбачаються при проектуванні виробничих приміщень.

При цьому ефективність пристроїв така, щоб масова концентрація шкідливих речовин і запиленість повітря в зоні обслуговування не перевищувала санітарних норм, встановлених ГОСТ 12.1.005-88 і СніП 2 04.05-84.

У зв'язку з виділенням тепла в області робочої зони забезпечення параметрів, як у теплу, так і в холодну пору року забезпечується вентиляцією.

В якості загальнообмінної вентиляції застосовується механічна припливно-витяжна вентиляція. У цій системі повітря подається в приміщення припливною вентиляцією, а видаляється витяжкою, що працюють одночасно. Приплив повітря проводиться в робочу зону, а витяжка – з верхньої зони приміщення дільниці.

Загазованість

Для забезпечення нормальних та безпечних умов праці на ТОВ “Полімерні матеріали” в цехах проводиться контроль повітряного середовища на вміст у ньому шкідливих газів. Рівень загазованості в цеху повинен відповідати ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ “Опасные и вредные производственные факторы”, ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны” та ГОСТ 21.1.007-76 ССБТ “Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности”. Під час роботи лінії з виробництва листових деревинно-полімерних виробів незначне газовиділення виникає в ході роботи розплавлювача та шлюзового затвору (гази виводяться через повітряний фільтр). Разом з димовими газами у повітря потрапляють речовини, відомі як стійкі органічні забруднювачі (СОЗ). Ці речовини, зокрема сумнозвісний діоксин (Для них, по суті, відсутня межа токсичності (явище так званої свержкумуляції), а поняття ГДК втрачає сенс.), є найбільш токсичними та небезпечними хімічними сполуками. СОЗ — це синтетичні речовини, які представляють різні класи хімічних сполук, але мають чотири загальні властивості:

1. Вони високотоксичні;
2. Вони стійкі до розкладання;
3. Вони переносяться на великі відстані з повітрям та водою;
4. Вони акумулюються, тобто накопичуються, у жирових тканинах

Вентиляція

Вентиляція повітря працюючої зони цеха повинна відповідати ДСТУ Б А.2.4-41:2009. «Опалення, вентиляція і кондиціонування В цеху передбачена припливно-витяжна вентиляція з механічним та природнім рухом повітря.

У зв'язку з виділенням тепла в області робочої зони забезпечення параметрів, як у теплу, так і в холодну пору року забезпечується вентиляцією.

В якості загальнообмінної вентиляції застосовується механічна припливно-витяжна вентиляція. У цій системі повітря подається в приміщення припливною вентиляцією, а видаляється витяжкою, що працюють одночасно. Приплив повітря проводиться в робочу зону, а витяжка – з верхньої зони приміщення дільниці. А також використовується місцева система вентиляції. Вона розташовується над ванною охолодження, та над гранулятором.

Шум

Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентується за ГОСТ 12.1.003 - 83 ССБТ „ Шум. Общие требования безопасности ”. Цей стандарт також встановлює класифікацію шуму, вимоги до шумових характеристик і до захисту від шуму на робочих місцях.

Допустимий рівень шуму для постійних робочих місць і робочих зон у виробничих приміщеннях становить 85 дБ. На ТОВ “Полімерні матеріали”, де встановлена лінія, ряд машин створюють шум. Це вентилятор, шнековий живильник та двигуни. Тому у всіх цехах передбачаються заходи, виконання яких повинно забезпечити рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентних рівнів звуку, що не перевищують допустимих норм.

Допустимі норми шуму для вибраних професій подано в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3.

Робоче місце	Рівень звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньгеометричними частотами (Гц)									Рівень звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Оператор розплавлювача	103	99	92	86	83	80	78	76	74	70

Найбільш раціональним методом боротьби з шумом є зменшення його в джерелах виникнення. З цією метою приймаються наступні заходи:

- по можливості замінюються ударні взаємодії деталей на без ударні;
- звукоізоляція огорожувальних конструкцій;
- своєчасна заміна підшипників;

Перевірка шуму та вібрації на робочих місцях повинна проводитись не рідше одного разу на рік, також при встановленні нового обладнання чи зміні технологічного процесу.

Вібрація

Гігієнічне нормування вібрацій передбачає встановлення найбільш допустимих рівнів віброшвидкості в м/с ДСТУ 2300-93 «Вібрація. Терміни та визначення».

Рівні вібрації, що впливають на людину по вертикальній та горизонтальній осям у виробничих умовах, не повинні перевищувати певних значень. Допустимий рівень вібрації для постійних робочих місць і робочих зон у виробничих приміщеннях становить від 80 до 110 дБ.

Засоби захисту від вібрації: У автоматизованих виробництвах засобом боротьби є дистанційне керування (виключає контакт) відповідним технологічним процесом. А у неавтоматизованих виробництвах використовують такі засоби та заходи:

1. Зниження вібрації в джерелах їх виникнень;
2. підвищення точності опрацювання деталей;
3. оптимізація технологічного процесу;
4. поліпшення балансування.

5. Відстройка від режимів резонансу (збільшення жорсткості системи);
вibroдемпфірування (пружинні віброізолятори).

Освітлення

В цеху передбачено штучне та природне освітлення. Освітлення відповідає вимогам ДБН В.2.5-28-2006

Обладнання та експлуатація електропристроїв освітлення відповідають "Правилам технічної експлуатації споживачів" і "Правилам техніки безпеки при експлуатації споживачів електроенергії".

Забороняється встановлювати світильники під гідравлічними затворами та запобіжними клапанами. Очистку світильників повинен проводити електрик у відповідності з графіком. Контроль за освітленістю потрібно проводити не рідше ніж один раз в три місяці.

Розподіляючі сітки робочого освітлення виконуються проводом АВВг на тросах і скобах. На підприємстві використані світильники типу ППД-100, ППД-200, НОГЛ-2*80-ХВ.

Передбачено мережу з низькою напругою для вмикання переносних освітлювачів і ручного електроінструменту.

В цеху передбачено аварійне освітлення, воно виконується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в цеху, а також для евакуації людей, у випадку вимикання робочого освітлення. На світильниках аварійного освітлення нанесено відрізняючий знак відповідно ПУЄ.

Для проведення ремонтних робіт проведено мережу ремонтного освітлення. Мережа ремонтного освітлення працює при напрузі 36 В. Живлення здійснюється від понижуючих трансформаторів. В цеху з виробництва листових деревинно-полімерних виробів застосовується два види освітлення – природне (комбіноване) і штучне.

Природне освітлення забезпечується через великі вікна, світлові ліхтарі. З часом через забрудненість і запиленість скла ефективність природного освітлення знижується до 25-35%. Також велике значення для природного освітлення мають чистота і кольорове оздоблення стін та стелі приміщення. Тому

необхідно не рідше, як два рази на рік очищати скло і один раз на рік білити стіни і стелю.

Типи світильників вибрані у відповідності з характеристикою і призначенням приміщень. Розміщення світильників рівномірне по всій площині цеху. Включення загальної системи - централізоване. Штучне освітлення представлене люмінесцентними лампами, які встановлені поблизу робочих місць. В цеху передбачено аварійне освітлення. Воно виконується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в цеху, а також для евакуації людей, у випадку вимикання робочого освітлення. На світильниках аварійного освітлення нанесено відрізняючий знак ПУЕ. Норма аварійного освітлення 75 лк.

Таблиця 6.4.

Норми штучного освітлення робочого місця

Професія	Точність Зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк	
				Комбінована: Газорозрядні лампи.	Загальна: Газорозрядні лампи.
				Лампи розжарювання	Лампи розжарювання
Оператор розплавлювача	Малої точності	V	в	200	150

Санітарно-побутові приміщення

Санітарно-побутові приміщення розміщують таким чином, щоб працюючі не проходили через виробничі приміщення з шкідливими викидами, якщо вони в цих приміщеннях не працюють.

Гардероби обладнуються шафами і лавками шириною 3,0 м. Душові потрібно розміщувати в приміщеннях, суміжних з роздягальнями, як правило, між роздягальнями робочого і домашнього одягу. Кількість душових розраховують за кількістю людей на одну душову сітку, працюючих в найбільш

численній зміні залежно від групи виробничих процесів. 1 душ розраховується на 15 чоловік. На один санвузол не більше 30 чоловік. Туалети розміщують так, щоб відстань між найбільш віддаленого робочого місця до туалету була не більше 75 м. Кімната для паління $0,1 \text{ м}^2$ на кожного працюючого, але загальна площа кімнати повинна бути не менше 12 м^2 . Їх розміщення узгоджується з протипожежною охороною. Приміщення їдальні і медпункту розташовують в місцях з найменшим впливом робочих шкідливостей.

Електробезпека

У відповідності з ПУЄ для захисту обслуговуючого персоналу від враження електричним струмом, в цеху всі металеві частини електрообладнання, які не знаходяться під напругою, але можуть опинитись під напругою в разі порушення ізоляції заземлені. Машину заземлено шляхом приєднання спеціального болта на корпусі автомата до внутрішнього контуру заземлення за допомогою спеціально прокладених провідників. Всі пошкодження автомата ремонтуються тільки при вимкненій напрузі.

Для захисту споруди від прямих ударів блискавки металеві ферми перекриття з'єднуються між собою сталевими полосами $40 \times 40 \text{ мм}$ по периметру корпусу, яке з'єднано з токопроводами із круглої сталі діаметром 12 мм , прокладеним по стінкам приміщення і з'єднаним а блискавозахисним контуром заземлення.

Небезпека ураження електричним струмом

Для живлення елементів лінії використовується трифазна напруга $220 \text{ В} / 380 \text{ В}$ з частотою 50 Гц з ізолюваною нейтраллю.

Для забезпечення захисту працівників від дії електричного струму слід застосовувати засоби та способи захисту, передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правилами техніки безпеки електроустаткування споживачів» ГОСТ 12.1.030-81.

Розглядаючи приміщення цеху, можна визначити, що зона де встановлене обладнання належить згідно з класифікації ПУЕ до зони підвищеної небезпеки (фактор небезпеки — можливість одночасного доторкання до заземлених

конструкцій і до конструкцій, що працюють під напругою, в разі пошкодження ізоляції, або непрофесійних дій працівника).

Основними причинами нещасних випадків від дії електричного струму на проєктованій ділянці є:

- Помилкове включення установки;
- Можливість виникнення крокової напруги;
- Пробій на корпус;
- Випадки дотику людей до відкритих струмопровідних частин

електроустаткування;

- Старіння ізоляції і втрата її ізоляційних властивостей;
- Дотик до частин установки, які можуть опинитися під напругою у разі

короткого замикання.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом на ділянці експлуатації лінії є:

1) заземлення всіх металевих не струмоведучих конструкцій електричного обладнання;

2) застосування системи захисного відімкнення електричного струму живлення у разі замикання на корпус електродвигунів приводу машини, або їх перевантаження;

3) електричне освітлення здійснюється струмом напругою 127/220 В за обов'язкового встановлення світильників загального освітлення на висоті не нижче 4 м;

4) всі електричні щити живлення мають бути закриті захисними коробками. Під щитами повинні бути діелектричні ковдри (або підставки);

5) приміщення цеху обладнується знаками безпеки;

6) ремонт та профілактика лінії здійснюється тільки за відімкненого електричного живлення.

7) індивідуальний захист

Статична електрика

Статична електрика – процес утворення і розділення зарядів у пристрої при контакті двох матеріалів, якщо хоча б один із них є діелектриком. Утворюється на поверхні пневмотранспортуючого трубопроводу. Для захисту, трубопровід треба обробляти антистатичними засобами.

Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання.

До обслуговування лінії допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання - інструктаж з техніки безпеки (з обов'язковим розписом в журналі) і мають посвідчення про складання іспиту на право працювати з цим обладнанням.

Обслуговування та налагодження електроустаткування і теплової автоматики повинні здійснюватися лише електриками та працівниками служби КІП. Кваліфікація персоналу, що обслуговує електрообладнання повинна бути не менше 5-го розряду по «єдиному тарифно - кваліфікаційному довіднику». До обслуговування лінії не допускаються особи молодше 18 років.

При виробництві монтажних-налагоджувальних робіт повинні бути передбачені заходи безпеки у відповідності з діючими: «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ), «Правила технічної експлуатації електроустановок» і «Правилами техніки безпеки», при експлуатації електроустановок споживачем, а також спеціальними технічними умовами і правилами безпеки, що діють на даному підприємстві, додатковими вимогами, інструкціями та заходами передбаченими адміністративно-технічним персоналом для монтажних-налагоджувальних робіт, що проводяться в конкретних умовах, будівельними нормами і правилами (СНіП).

Перед початком роботи робітник зобов'язаний:

- перевірити справність всіх механізмів;
- переконатися в наявності тиску у всіх трубопроводах і мастила у всій системі;

- переконатися у справності контрольно-вимірювальних приладів;
- переконатися в чистоті робочого місця;
- переконатися у справності водяної комунікації (шляхом огляду) і вентиляції (включенням);
- переконатися в наявності заземлення.

Відкриті обертові вали, муфти, ланцюги приводів повинні бути огорожені спеціальними пристроями і кожухами. Експлуатувати агрегати зі знятими кожухами суворо заборонено.

Забороняється проводити налагодження і ремонт лінії, що працює в автоматичному режимі.

При промисловій експлуатації агрегату вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати значень встановлених ГОСТ 12.1.005-89 і відповідати «Стандартним нормам проектування промислових підприємств СН 245-81».

Робота лінії допускається при наявності в цеху проточно-витяжної вентиляції, яка встановлюється за місцем.

У схемі управління пуском агрегату передбачена передпускова, попереджувальна сигналізація - світлова і звукова, з'єднані з пусковим пристроєм і попередні пуску.

Для безпечної роботи на лінії передбачено низку блокувань: робота електродвигуна приводу черв'ячної машини і його пуск можливі тільки при наявності тиску в системі змащення агрегату, а також при наявності матеріалу в завантажувальній воронці черв'ячної машини при закритих дверцятах завантажувального бункера.

Про всі несправності необхідно негайно доповідати механіку. Робочі, що обслуговують лінію, мають бути одягнені в покладений з техніки безпеки спецодяг.

При перевірці частин машини, які можуть перебувати під впливом температури, оператор повинен використовувати рукавиці типу АТВ ГОСТ

12.4010-75, причому останні повинні вільно вдягатися на руки і нічим не закріплюватися на зап'ястях.

Для безпечної роботи на робочих місцях, у проходах не повинно бути сторонніх предметів, а також мастил, бруду, води і гранул матеріалу, що переробляється.

Особлива увага повинна бути звернена на силове електрообладнання, його ізоляція повинна піддаватися періодичним випробуванням, що полягає у вимірюванні опору ізоляції і випробування її електричної міцності підвищеною напругою.

Підіймати й переміщувати важкі вузли електрообладнання слід тільки за спеціально призначені для цієї мети кріплення (скоби, ремболти).

Категорично забороняється експлуатація обладнання з відключеними блокуваннями, електричними захистами та сигналізаціями.

Забороняється проводити налагоджувальні та ремонтні роботи на пульті управління без відключення напруги 220/380 В, в щитах: (автоматики, силовому).

Агрегат повинен бути заземлений, і кожна шафа, щит, пульт керування має бути приєднаний до заземлювача або заземлювальної магістралі за допомогою окремого отвора. Заземлюючі провідники, розташовані в приміщенні повинні бути доступні для огляду.

Налагодження преса в складі лінії здійснювати тільки при наявності акта про закінчення монтажних робіт. Здача лінії в експлуатацію дозволяється за наявності акта про закінчення налагоджувальних робіт.

Дотримання всіх правил техніки безпеки забезпечує здоров'я обслуговуючого персоналу, що в свою чергу тягне за собою збільшення продуктивності.

Пожежна безпека.

Лінія призначена для експлуатації в протипожежних зонах класу П-Па по ПУЕ. Стійкість будівлі по СНіП 2.01.02-85 відповідає ступеню вогнестійкості г, згідно ОНТП 24-86.

Кількість поверхів будівлі не обмежується. Найбільш допустима площа поверхів між протипожежними стінами не обмежується.

Серед причин, які викликають займання, найбільш ймовірними є:

- несправність електрообладнання;
- струми короткого замикання та перевантаження кабелів живлення;
- загорання ізоляції електропроводів;
- використання вогню в недозволеному місці;
- пряме ураження блискавкою, яка може викликати пожежу та призвести до руйнування будівель;
- іскри при електро- і газозварювальних роботах.

Запобігання можливості спалаху забезпечується наступними заходами:

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації;
- куріння тільки у відведених місцях;
- своєчасне проведення інструктажу з техніки безпеки серед обслуговуючого персоналу;
- організація агітації з протипожежного захисту;
- наявність засобів організації, зокрема, системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;
- наявність засобів пожежогасіння безпосередньої близькості від установки (пісок, вогнегасник);
- будівля встановлена на відстані не менше 10 метрів від сусіднього будинку і 20 метрів від складів;
- заземлені металеві елементи, так як при появі блискавки можливе іскріння;
- на будівлі встановлені громовідводи сітчастого виду.

Таблиця 6.5.

Найменші допустимі межі вогненебезпечності будівельних конструкцій.

№	Основні будівельні конструкції	Межа вогнестійкості, год.
1	Несучі стіни, колони	2
2	Несучі стіни з навісних панелей	0,25
3	Несучі конструкції, покриття	0,25
4	Несучі конструкції міжповерхових і горищних перекриттів	0,75
5	Внутрішні стіни, перегородки	0,25

Для гасіння невеликих ділянок загоряння при відключеному електрообладнанні застосовують вуглекислотні вогнегасники ВУ-5 (2 шт.). Для гасіння включених електромереж застосовують порошкові вогнегасники ВП-10 (1 шт.). Вуглекислотні вогнегасники застосовують також для гасіння складів з ЛЗР, акумуляторних станцій і т.д. Ширина отвору дверей еваковиходу - 2 метри. Кількість виходів - не менше двох. Двері відкриваються назовні (СНіП 2.09.02-85).

Пропозиції по покращенню умов праці

Для дотримання умов праці необхідно забезпечити надійну ізоляцію поверхонь устаткування та забезпечити подачу свіжого повітря за допомогою вентиляційної системи; розмістити інструкцію по експлуатації; огородити рухомі частини і пофарбувати огорожі в червоний колір; на видному місці розмістити план евакуації з виробничого персоналу в разі виникнення надзвичайних ситуацій

Понизити рівень шуму на виробництві можна шляхом удосконалення будови звукопоглинаючих перегородок, стін, перекриттів; обладнанням устаткування спеціальними фундаментами або вітрозахисними амортизаторами. В разі, коли уникнення шуму на робочому місці не є можливим, потрібно використовувати засоби індивідуального захисту: шумозахисні навушники, кульки з чистої аптечної вати.

Висновки

1. Пакувальна індустрія швидко розвивається, але він має суттєвий недолік – накопичення використаної тари та упаковки
2. Для отримання вторинної сировини, полегшення праці і підвищення продуктивності в цих галузях широко використовують дробарно-сортувальну техніку, важливу роль серед якої відіграють щокові дробарки які можуть бути використаними для подрібнення великогабаритної тари.
3. Щокові дробарки у порівнянні з іншою дробарною технікою мають ряд техніко-економічних переваг, а саме: порівняно високу продуктивність, економію трудових і матеріальних ресурсів і питомих затрат на кожен кубічний метр подрібненого матеріалу. Щокова дробарка з простим рухом щоки найбільш поширена при подрібненні матеріалів високої і середньої міцності. Дана конструкція може вважатися типовою, так як всі вітчизняні і закордонні дробарки мають аналогічну конструкцію і відрізняються тільки розмірами і деякими не принципіальними змінами у конструктивних рішеннях окремих вузлів.
4. При аналізі робіт щодо щокових дробарок було виявлено, що найчастіше виходять з ладу дробильні плити. Причиною їх поломок стали великі ударні навантаження та вібрації. Тому було запропоновано використовувати у конструкції щокової дробарки амортизуючі елементи які будуть гасити вібрації а також пом'якшувати удари при подрібненні великогабаритної тари.
5. У роботі розроблено конструкцію та виконані розрахунки щокової дробарки, яка може бути застосована при переробленні великогабаритної тари.

Список використаної літератури

1. Н.Ф. Киркач, Р.А. Баласанян «Расчет и проектирование деталей машин»: Учеб. пособие для тех. вузов, 1991.
2. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин.— М.: "Высшая школа", 1985.
3. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины— М.: "Машиностроение", 1983.
4. Приводы машин: Справочник. / В. В. Длоугий, Т. И. Муха, и др. Под общ. Ред. В. В. Длоугого. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1982. – 383с.
5. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. 3 – е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1980 – 414 с
6. Смирнов В. О., Білецький В. С. Підготовчі процеси збагачення корисних копалин. [навчальний посібник]. — Донецьк: Східний видавничий дім, Донецьке відділення НТШ, 2012. — 284 с.
7. Смирнов В. О., Білецький В. С., Шолда Р. О. Переробка корисних копалин (монографія). Донецьк: Східний видавничий дім. 2013. 600 с.
8. Сокур М.І., Білецький В.С. та ін. Підготовка корисних копалин до збагачення: монографія / Сокур М.І., Білецький В.С., Єгурнов О.І., Воробйов О.М., Смирнов В.О., Божик Д.П. - Кременчук: Кременчуцький національний ун-т ім. М.Остроградського, Академія гірничих наук України. ПП Щербатих О.В., 2017. - 392 с.
9. Сокур М.І. Дезінтеграція мінеральних ресурсів: монографія / Сокур М. І., Кіяновський М. В., Воробйов О. М., Сокур Л. М., Сокур І. М. – Кременчук: видавництво ПП Щербатих О. В., 2014 – 304 с.
10. Thomas, A; Filippov, L.O. (1999). "Fractures, fractals and breakage energy of mineral particles". International Journal of Mineral Processing. 57 (4): 285. doi:10.1016/S0301-7516(99)00029-0.

11. Baron, M.; Chamayou, A.; Marchioro, L.; Raffi, J. (2005). "Radical probes to measure the action of energy on granular materials". *Advanced Powder Technology*. 16 (3): 199. doi:10.1163/1568552053750242.
12. Wills, B.A. (2006). *Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery*. 7th ed. Amsterdam ; Boston, MA. p. 157. ISBN 0750644508.
13. Mular, Andrew L.; Halbe, Doug N.; Barratt, Derek J. (2002). *Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control: Proceedings*. SME. pp. 2369. ISBN 978-0-87335-223-9. Retrieved 26 October 2012.