

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Відокремлений структурний підрозділ
«ПАВЛОГРАДСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



**«ПЕРЕРОБКА І ЗБАГАЧЕННЯ
КОРИСНИХ КОПАЛИН»**
(КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ)

Галузь знань
Спеціальність
Освітньо-професійна програма
Освітньо-професійний ступінь

18 Виробництво та технології
184 Гірництво
Підземна розробка корисних копалин
Фаховий молодший бакалавр

2023

Автор: Дмитрієва Ольга Анатоліївна, викладач гірничих дисциплін, кваліфікаційна категорія «спеціаліст першої категорії».

Рецензент: Єфименко Тетяна Олександрівна, викладач гірничих дисциплін, кваліфікаційна категорія «спеціаліст вищої категорії, викладач-методист».

Опорний конспект лекцій містить матеріали з тем дисципліни «Переробка і збагачення корисних копалин» згідно з освітньо-професійною програмою для студентів спеціальності 184 «Гірництво». Теми лекцій підібрані таким чином, щоб зформувати у студентів системне сприйняття технологій збагачення корисних копалин.

Схвалено цикловою комісією з Гірництва
Протокол № 04 від 02.11. 2023 р.

Схвалено методичною радою Відокремленого структурного підрозділу
«Павлоградський фаховий коледж Державного вищого навчального закладу
Національного політехнічного університету «Дніпровська політехніка»

Протокол № 04 від 16.11 2023 р.

Зміст

№ н/п	Назва розділу	Стор.
1	Пояснювальна записка	4
2	1. Загальні відомості про корисні копалини	5
3	1.1 Склад та ступінь вуглефікації	8
4	1.2 Показники якості вугілля	8
4	2. Збагачувальні фабрики	10
5	2.1 Виробнича структура збагачувальних фабрик	13
5	2.2 Прийом та підготовка вугілля до збагачення	13
6	3. Грохочення і дроблення вугілля	16
7	3.1 Основи грохочення. Класифікація грохотів. Види робочих поверхонь	16
7	3.2 Основи процесу дроблення. Сутність дроблення та подрібнення. Способи дроблення	20
8	4. Методи та процеси збагачення корисних копалин	24
9	4.1 Збагачення вугілля відсадкою	24
9	4.2 Збагачення вугілля у важких середовищах	27
10	4.3 Флотація вугілля. Теоретичні основи процесу флотації. Флотаційні реагенти	30
11	5. Зневоднення продуктів збагачення	33
12	5.1 Основи процесу зневоднення. Сушка	33
12	6. Брикетування та коксування вугілля	37
13	6.1 Вивчення методів брикетування вугілля	37
13	7. Технічний контроль вугілля на шахтах, прийом та контроль якості на збагачувальних фабриках	40
14	7.1 Поняття про випробування вугілля, види проб, відбір проб. Схеми підготовки проб	40
14	7.2 Організація технічного обслуговування обладнання на ЗФ	42
15	8. Охорона навколишнього середовища	46
16	8.1 Джерела забруднення та основні заходи по зниженню рівня забруднення навколишнього середовища на збагачувальних фабриках	46
16	8.2 Рекультивация земель, зайнятих відходами збагачення	48
17	Список літератури	50

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Основою економіки є енергетичні ресурси. Найбільш цінними є ті енергетичні ресурси, які за малих затрат на їх освоєння, видобуток і переробку мають високий коефіцієнт корисної віддачі, тобто високі енергетичні властивості. Вугілля - основний енергетичний ресурс української економіки.

Студенти, які навчаються освітньо-професійною програмою «Підземна розробка корисних копалин» повинні знати не тільки технологію видобутку вугілля, а й володіти теоретичними та практичними навичками переробки та збагачення корисних копалин, оскільки більшість видобутого вугілля на шахтах Західного Донбасу не відповідає Державним стандартам якості.

Навчальною програмою дисципліни «Переробка і збагачення корисних копалин» для здобуття теоретичних та практичних навичок студентів передбачено вивчення таких розділів:

1. Корисні копалини: загальні відомості про корисні копалини, походження, класифікація вугілля за марками та крупністю, показники якості вугілля.
2. Допоміжні процеси: грохочення - підготовка сировини до грохочення, основи процесу грохочення, ефективність процесу, типи грохотів, їх експлуатація. Дроблення – дроблення, подрібнення, основи процесу дроблення; способи і стадії дроблення; типи дробарок їх використання.
2. Гравітаційні методи збагачення: теоретичні основи гравітаційних методів: збагачення відсадкою; збагачення у важких середовищах; флотація.
3. Остаточні операції збагачення: зневоднення - загальні відомості про процес: зневоднення в елеваторах, на грохотах; зневоднення у центрифугах; сушка корисних копалин.
4. Брикетування та коксування вугілля: технологія брикетування бурого вугілля, особливості процесу брикетування кам'яного вугілля і антрациту.
5. Технічний контроль вугілля на шахтах, прийом і контроль якості на ЗФ: поняття про випробування вугілля, види проб, відбір проб. Машина для відбору та підготовки проб

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні вміти: класифікувати корисні копалини за технологічними властивостями; визначати типи збагачувальних фабрик; розрізняти методи та обладнання, використане при збагаченні корисних копалин; визначати основні операції при збагаченні корисних копалин; обирати способи зневоднення продуктів збагачення та проведення технічного контролю якості вугілля на шахтах та збагачувальних фабриках.

Тема 1 Загальні відомості про корисні копалини

1.1 Склад та ступінь вуглефікації

Вугілля – тверда осадова порода, горюча копалина, утворена шляхом вуглефікації залишків рослин. Вихідним матеріалом для утворення вугілля є залишки рослин, які накопичувалися на дні озер або болота, утворюючи поклади торфу. Під дією високих тисків та температур в торфі розвивалися фізико-хімічні процеси, що призвели до його ущільнення, збільшення вмісту вуглецю та зменшення кисню та вологи. Таким чином торф перетворювався з часом на буре вугілля. Процес перетворення рослинної речовини в речовину з великим вмістом вуглецю називають **вуглефікацією**.

При вуглефікації *торф* перетворюється на *буре вугілля*, останнє в *кам'яне*, а потім в *антрацит*.

Буре вугілля – продукт нижчого ступеня вуглефікації, отримав назву від характерного для нього бурого кольору, рихле складання, матовий блиск, вихід летючих речовин 45%. Буре вугілля, знаходячись на повітрі, розсипається на менші частинки, характеризується високим вмістом *вологи* (від 15 до 35%) *пласта*, тобто волога вугілля в його природному заляганні. Робоче паливо з теплою згорання від 7,53 до 24,0 Мдж/кг використовується головним чином для енергетики.

Кам'яне вугілля – вугілля середнього ступеня вуглефікації, що характеризується спікливістю, має чорний колір (від матового до блискучого), вихід летючих речовин від 8 до 45%, щільність від 1250 до 1500 кг/м³. Тепло згорання робочого палива складає від 24 до 26,37 мДж/кг. Кам'яне вугілля використовується для технологічних та енергетичних цілей.

Антрацит – вугілля вищого ступеня вуглефікації, характеризується великою щільністю, механічною міцністю та електропровідністю. Має чорну із скловидним блиском поверхню, невеликий вихід летючих речовин до 8%. Тепло згорання робочого палива складає від 24,9 до 25,9 мДж/кг. Він є вельми коштовним паливом для комунально-побутових потреб та населення, а також в енергетиці.

Вугілля складається з *органічної речовини*, *мінеральних домішок* і *води*.

Органічні речовини (таблиця 1) – органічна маса, складається із з'єднань з різним співвідношенням вуглецю, водню, кисню, азоту і сірки.

Таблиця 1 - Склад органічної маси вугілля %

Вугілля	Вуглець	Водень	Кисень + азот	Сірка і інші домішки
Бурій	57-75	5-6	25,0	0,5
Кам'яний	75-92	4,5-5,5	9,0	1,0
Антрацит	92-97	2-3	2,5	Сліди

До мінеральних домішок відносяться: глина, піщаники, колчедан, сульфати та ін. Мінеральні домішки при спалюванні утворюють золу, яка складається з тієї, що залишилася після згорання вугілля мінеральної домішки і сульфатної сірки. Волога при згоранні вугілля випаровується. Таким чином вугілля складається з горючої маси та негорючої - баласту, що складається із золи та вологи.

До фізико-хімічних властивостей вугілля відносяться: щільність, спікливість, механічна міцність, термічна стійкість, температура плавлення золи, змочуваність і оптичні властивості.

Щільність вугілля - це відношення сухої маси вугілля до маси такого ж об'єму води при температурі 20° С. Щільність вугілля залежить від міри його вуглефікації. На властивості щільності заснований гравітаційний метод, який отримав широке вживання при збагаченні крупного і дрібного вугілля і інших корисних копалини.

Спікливість - властивість вугілля окремих марок при нагріванні до температури понад 750° С без доступу повітря, утворювати міцний і пористий коксовий залишок з підвищеним вмістом вуглецю. При нагріванні вугілля (без доступу повітря) спершу з нього виділяються пари води, а потім різні гази і леткі речовини.

Для об'єктивнішої оцінки спікливості і здатності коксуватися, вугілля досліджується в спеціальному апараті, за допомогою якого визначається товщина пластичного шару (y) і величина усадки (x) - зменшення об'єму. Спікливість має особливе значення при використанні вугілля для технологічних потреб.

Механічна міцність - це властивість вугілля чинити опір руйнуванню. Вона залежить перш за все від міри вуглефікації, характеру розподілу мінеральних домішок і їх вмісту у вугіллі. Механічна міцність вугілля має більше значення при їх транспортуванні, збагаченні, спалюванні. За показник механічної міцності вугілля приймають вихід шматків крупністю більше нижньої межі для відповідних класів розсортованого вугілля.

Термічна стійкість - це властивість вугілля чинити опір механічному руйнуванню при нагріванні. Вона зменшується при високому вмісті у вугіллі гігроскопічної вологи, яка, випаровуючись при швидкому нагріванні, сприяє руйнуванню вугілля.

Температура плавлення золи вугілля - має велике значення для споживачів, що використовують вугілля як енергетичне паливо. Зола з температурою плавлення нижче 1200°С вважається легкоплавкою, з температурою плавлення 1200-1350° С – середнеплавкою і вище 1350° С – тугоплавкою.

Змочуваність вугілля визначається краєвим кутом змочування, що змінюється в широкому діапазоні від 0° до 180° С. Менші значення краєвих кутів мають добре змочувані (гідрофільні) поверхні часток. Навпаки, частки, поверхня яких слабо утримує воду, є гідрофобними. На властивості змочуваності заснований метод флотації, вживаний для збагачення найрізноманітніших корисних копалини, у тому числі вугілля.

Контрольні питання:

1. Розкрийте поняття процесу вуглефікації?
2. Перелічіть продукти процесу вуглефікації?
3. Назвіть органічний склад вугілля?
4. Назвіть мінеральні домішки вугілля?
5. Назвіть основні фізико-хімічні властивості вугілля?

1.2 Показники якості вугілля

Якість вугілля визначається його фізичними та хімічними властивостями, зокрема виходом летких речовин, питомою теплотою згорання, вологістю, зольністю та вмістом сірки.

Основні показники якості вугілля:

- *волога робочого палива* W_p складається із зовнішньої вологи і гігроскопічної (вміст вологи в бурому вугіллі до – 60%, в кам'яних – 3-18%);
- *зола абсолютного сухого палива* A_c (зола – неорганічний залишок після повного згорання вугілля);
- *сірка загальна абсолютно сухого палива* $S_{обс.}$.

Вміст вологи у вугіллі залежить від міри вуглефікації, умов залягання пласта і пористості. Волога, що знаходиться на поверхні вугілля називається *зовнішньою*, вона видаляється при висиханні вугілля до повітряного – сухого стану. *Гігроскопічна волога* – яка міститься в порах вугілля.

Зольність є основним показником якості при переробці й збагаченні вугілля. Цим показником оцінюється вугілля, що надходить з шахт, отримана шихта, продукти збагачення і вугілля, яке використовується для коксування та енергетики. Найбільший споживач кам'яного вугілля - металургійна промисловість. Зольність вугілля (концентратів) для коксування не повинна перевищувати 8–10 %.

Сірка знижує якість вугілля як палива так і сировини. Сірка у вугіллі знаходиться у вигляді різних мінеральних сполук (піриту, марказиту, сульфатів заліза і кальцію тощо). Деякі частини сірки входять до складу органічних сполук вугілля.

Вихід летких речовин є однією з класифікаційних ознак марки вугілля і характеристикою його технологічної придатності. Вихід летких речовин залежить від виду горючого матеріалу і стадії метаморфізму. Так, для торфу вихід летких речовин складає близько 70 %, для бурого вугілля – до 50 %, для кам'яного вугілля – 50-8 %, для антрацитів – 9-2 %. У результаті збагачення вугілля його зольність, сірчистість і вологість можуть бути значно знижені й доведені до кондицій, що задовольняють вимогам відповідних споживачів.

Марка вугілля – різновид вугілля, близького по своїм енергетичним та технологічним властивостям. Поліпшення якості вугілля досягається його збагаченням.

Таблиця 2 - Марки вугілля

№ п/п	Найменування марки	Умовне позначення марки вугілля
1	2	3
1	Буре	Б
2	Довгополум'яне	Д
3	Довгополум'яне газове	ДГ
4	Газове	Г
5	Жирне	Ж
6	Коксівне	К
7	Піснувате спікливе	ПС

Продовження таблиці 2

1	2	3
8	Пісне	П
9	Антрацит	А

Контрольні питання:

1. Яка волога називається зовнішньою?
2. Яка волога називається гігроскопічною?
3. Назвіть основні якості вугілля?
4. Розкрийте поняття марка вугілля?
5. Від чого залежить вихід летких речовин вугілля?

Тема 2 Збагачувальні фабрики

2.1 Виробнича структура збагачувальних фабрик

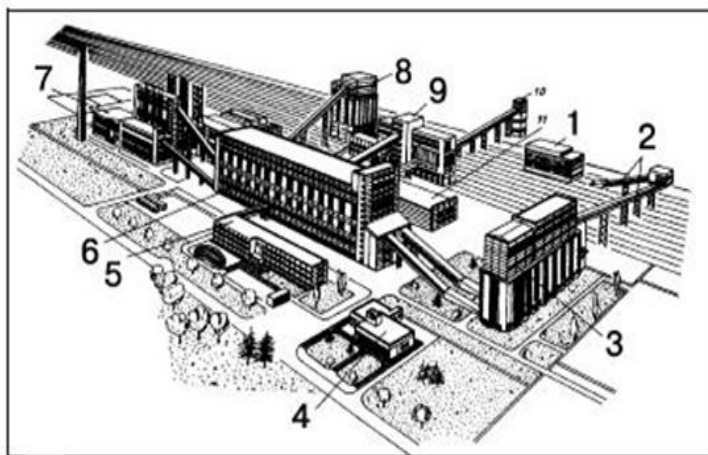
Під збагаченням розуміють сукупність процесів первинної обробки вугілля або інших корисних копалин з метою відділення домішок, що перешкоджають його подальшому використанню. При збагаченні вугілля не відбувається зміни складу мінералів, а лише механічне їх розділення. У результаті збагачення, корисна копалина розділяється на кілька продуктів: **концентрат (один або декілька) і відходи**. Крім того, у процесі збагачення можуть бути отримані проміжні продукти. **Концентрати** – продукти, у яких зосереджена основна кількість цінного компонента. Концентрати в порівнянні зі збагачуваним матеріалом характеризуються значно більш високим вмістом корисних компонентів та більш низьким вмістом порожньої породи і шкідливих домішок. **Відходи** – продукти, у яких зосереджена основна кількість порожньої породи, шкідливих домішок і невелика (залишкова) кількість корисних компонентів. **Проміжні продукти (промпродукти)** – це механічна суміш зростків з розкритими зернами корисних компонентів та порожньої породи. Промпродукти характеризуються більш низьким у порівнянні з концентратами та більш високим у порівнянні з відходами вмістом корисних компонентів.

Збагачення вугілля, як правило, здійснюється на збагачувальних фабриках (ЗФ), які підрозділяються:

індивідуальні (ІЗФ) - розміщуються при шахтах на проммайданчиках (обслуговують одну шахту);

групові (ГЗФ) - обслуговують декілька шахт;

центральні (ЦЗФ) - розташовуються в пунктах з'єднання вантажопотоків.



Комплекс будов та споруд збагачувальної фабрики: 1 - вагонперекидач; 2 - галереї; 3 - дозувально-акумуючі бункери; 4 - їдальня; 5 - адміністративно-побутовий комбінат; 6 - головний корпус збагачення; 7 - сушильний корпус; 8, 9 - навантажувальні бункери; 10 - бункер для відходів; 11 - механічні майстерні.

Рис.1 – Комплекс будов та споруд збагачувальної фабрики

За продуктивністю збагачувальні фабрики розділяють на:
фабрики малої продуктивності – до 1500 т/доб.;
фабрики середньої продуктивності – 1500-9000 т/доб.;
фабрики великої продуктивності – 9000-27000 т/доб.;
фабрики дуже великої продуктивності - понад 27000 т/доб.

Споруди фабрик будуються (рис.1) за висотною схемою, розташовуючи устаткування по поверхах. Вихідне вугілля і воду подають на найвищу відмітку споруди фабрики, продукти самопливом переміщуються на нижні поверхи.

До складу збагачувальних фабрик входять основні виробничі і допоміжні цехи та відділення. *До основних цехів і відділень фабрик, безпосередньо пов'язаних з обробкою корисних копалин, належать:*

- відділення прийому сировини, обладнане вагоноперекидачами, ямами або площадками для вивантаження негабаритної сировини і розвантаження ушкоджених вагонів, прийомними бункерами, живильниками і стрічковими конвеєрами;
- цех крупного дроблення, який у своєму складі має грохоти, дробарки, живильники, транспортні засоби;
- дозувально-акумуляуючі бункери - самостійний цех;
- склади сировини — можуть бути відкритими, закритими і напівбункерними залежно від крупності й цінності складованого матеріалу;
- відділення подрібнення — розташовується в головному корпусі фабрики, до його складу входять розподільні бункери, живильники, млини, класифікатори, гідроциклони, транспортні засоби;
- відділення збагачення - оснащене різними апаратами (відсаджувальними і флотаційними машинами, важкосередовищними, гвинтовими або магнітними сепараторами, концентраційними столами та ін.), а також необхідними для нормальної роботи завантажувальними і транспортними засобами;
- відділення зневоднення — залежно від крупності продуктів, що зневоднюються, може включати грохоти, центрифуги, згущувачі, вакуум-фільтри і транспортні засоби;
- цех сушки, обладнаний сушарками різних конструкцій та апаратами пиловловлювання та газоочищення;
- склади готової продукції - залежно від крупності, гігроскопічності і цінності концентратів можуть бути відкриті або закриті;
- цех відвантаження готової продукції, представлений різними навантажувальними і вантажопідйомними механізмами;
- цех складування відходів - включає до свого складу басейни-відстойники, терикони.

До допоміжних виробничих цехів та відділень збагачувальної фабрики входять:

- цех водопостачання, що обслуговує насосні станції, водоводи і мережі;
- цех електропостачання, що обслуговує електропідстанції, розподільні пункти, мережі;
- ремонтний цех – включає ремонтно-механічні майстерні загального і спеціалізованого призначення;

- реагентне відділення, призначене для прийому, зберігання, підготовки і доставки реагентів;
- котельня – забезпечує нормальні умови життєдіяльності цехів і служб фабрики;
- відділ технічного контролю (ВТК) – здійснює оперативний контроль технологічних показників роботи фабрики.

Контрольні питання:

1. Розкрийте поняття збагачення?
2. Назвіть продукти, які отримують в процесі збагачення?
3. Як класифікуються збагачувальні фабрики відносно місцезнаходження?
4. Як класифікуються збагачувальні фабрики по продуктивності?
5. Які допоміжні та основні цехи входять до складу збагачувальної фабрики?

2.2 Прийом та підготовка вугілля до збагачення

Вуглеприйом та складування вугілля, що надходить на фабрику, здійснюється у вуглепідготовчих відділеннях. У типових схемах вуглепідготовчих відділень вуглезбагачувальних фабрик передбачається послідовність операцій від вуглеприйому до передачі вугілля у головний корпус. Спосіб доставки корисної копалини на збагачувальну фабрику залежить від її відстані від гірничодобувного підприємства (шахти). Перша операція, з якої починається технологічна підготовка корисної копалини до збагачення – це її прийом та вивантаження з шахти. Способи прийому сировини, які застосовують на збагачувальних фабриках:

- безпосередньо з шахти за допомогою конвеєрного транспорту;
- за допомогою залізничних вагонів з самовивантаженням;
- за допомогою залізничних вагонів з вивантаженням їх вагоноперекидачем;
- за допомогою автомобільного транспорту.

Конвеєрний спосіб доставки корисної копалини застосовують при невеликих відстанях між збагачувальною фабрикою та шахтою. Відповідно до цього способу вугілля підняте скіпом по жолобу направляється до бункера, розташованого поряд з копром. З бункера вугілля живильником видається на стрічковий конвеєр. Конвеєрні лінії для транспортування корисної копалини з шахти у підготовче відділення фабрики звичайно розташовані у критих галереях.

Автомобільний транспорт використовують при порівняно невеликих відстанях перевезень, він може успішно конкурувати із залізничним, як більш мобільний.

При залізничному способі доставки вугілля використовують піввагони вантажопідйомністю 60, 93 та 125 т. Однак, розвантаження таких вагонів через донні люки, які відкриваються під кутом 22–30°, затруднене, особливо при підвищеній вологості вугілля. Зниженню трудомісткості й прискоренню розвантаження вагонів сприяють засоби малої механізації.

Найбільш ефективний, з точки зору механізації розвантажувальних робіт, вуглеприйом із застосуванням вагоноперекидача. На вуглезбагачувальних фабриках застосовують вагоноперекидачі двох типів: роторні та з боковим розвантаженням. Вибір типу вагоноперекидача залежить від можливості й доцільності заглиблення приймальних бункерів. На діючих вуглезбагачувальних фабриках експлуатуються переважно роторні вагоноперекидачі типу ВРС-3, які призначені для розвантаження піввагонів вантажопідйомністю 60 і 93 т, а також вагоноперекидачі типу ВРС-125 – для розвантаження піввагонів тієї ж вантажопідйомності та піввагонів більшої вантажопідйомності – 125 т. У тих випадках, коли при розвантаженні вугілля застосування локомотива не є доцільним, використовують маневрові пристрої МУ25 і МУ25А. Ці пристрої з тяговим зусиллям 0,25 МН забезпечують точне встановлення вагонів при достатньо великій швидкості та переміщення в зоні вагоноперекидача в обох напрямках.

Для видалення з гірничої маси, що надходить на вуглезбагачувальну фабрику, металевих предметів застосовують *спеціальне обладнання – залізовідділювачі*. Їх встановлюють на перших конвеєрах, які транспортують вугілля з приймальних бункерів з метою видалення металевих предметів ближче до початку транспортно-технологічного тракту. Застосовують чотири типи електромагнітних залізовідділювачів: електромагнітні шквіви (ШЕ), електромагнітні барабани (БЕ), підвісні електромагнітні (ЕП), підвісні саморозвантажувальні електромагнітні залізовідділювачі (ЕПР).

Місткість приймальних пристроїв залежить головним чином від режиму роботи фабрики. На збагачувальних фабриках застосовують приймальні пристрої бункерного та складського типів. Бункери та склади сировини на збагачувальній фабриці призначені для забезпечення умов максимальної ритмічності роботи при розбіжності режимів роботи шахти та фабрики, корпусів дроблення та збагачення. Бункери і склади використовують також для усереднення складованого в них матеріалу та розподілу його по окремих апаратах та секціях. Вибір місткості бункерів залежить від їхнього призначення. На збагачувальних фабриках розрізняють бункери: *приймальні, акумулюючі, розподільні, навантажувальні та зневоднюючі*. *Приймальні бункери* призначені для розвантаження сировини, що доставляється на фабрику. Їхня місткість залежить від організації доставки вугілля на фабрику, організації роботи дробильного цеху та максимальної крупності вугілля.

Вугілля, яке надходить на вуглезбагачувальні фабрики, як правило, являє собою неоднорідну суміш як за гранулометричним складом, так і за зольністю, вологістю, виходом летких речовин, спіклівістю, механічним показником міцності та ін.

Рівномірність якості рядового вугілля досягається двома способами: *усередненням та шихтуванням*. Усереднення та шихтування часто розглядають як одну й ту ж технологічну операцію, однак вони відрізняються і за технологічним призначенням, і за способом їх виконання. *Під усередненням розуміють комплекс* технологічних операцій і організаційних заходів, спрямованих на підвищення однорідності якості видобутої гірничої маси або продуктів її переробки без дотримання наперед запланованої пропорції, яка розрахована з метою одержання заданої якості усередненого матеріалу. На відміну від усереднення, *шихтування передбачає* змішування окремих компонентів в суворо регламентованій пропорції з метою одержання суміші (шихти) заданої якості. Таким чином, метою усереднення є одержання однорідної суміші без обмеження її якості, а метою шихтування – одержання однорідної суміші заданої якості.

Попередньо підготовлене за крупністю вугілля, з якого видалені побічні предмети та крупна порода, надходить у головний корпус збагачувальної фабрики, де здійснюється кінцева підготовча операція – розділення вугілля на машинні класи.

Контрольні питання:

1. Які способи доставки вугілля на збагачувальні фабрики існують?
2. В яких випадках застосовують конвеєрний спосіб доставки сировини на ЗФ?
3. В який спосіб розвантажуються залізничні вагони на ЗФ?
4. З якою метою використовують на ЗФ залізovidділювачі?
5. Що передбачає шихтування вугілля?

Тема 3 Грохочення та дроблення вугілля

3.1 Основи грохочення. Класифікація грохотів. Види робочих поверхонь

Вугілля, що добувається, є сипкою сумішшю часток вугілля та мінеральних домішок різних форм та розмірів. Процес розділення корисної копалини на класи крупності шляхом просівання через одне або декілька сит називається **грохоченням**. Продукти з визначеними розмірами зерен називаються **класами**. Для розділення корисних копалин по крупності застосовують **грохоти** різних конструкцій. Грохоти відрізняються геометричною формою і характером руху просіювачих поверхонь, їх розташуванням щодо горизонтальної площини.

На збагачувальних фабриках використовують наступні види грохочення:

- **попереднє** – відділення крупних шматків вугілля від рядового, для його подальшого дроблення;
- **підготовче** – застосовується для розділення вихідного матеріалу по крупності на класи перед збагаченням;
- **самостійне** - називається грохочення, продукти якого є товарними та направляються споживачу;
- **допоміжне** – для виділення дрібного вугілля перед відправкою сортового палива споживачам.

Грохочення також застосовується з метою зневоднення або знешламлювання продуктів мокрої збагачення.

Залежно від виду грохочення та вологості вугілля обирається тип грохоту:

- **нерухомі колосникові грохоти** застосовують для сухого грохочення;
- **циліндричні грохоти** застосовують для попереднього грохочення рядового вугілля крупністю до 500 мм ;
- **інерційні грохоти** призначені для попереднього грохочення вугілля крупністю 50 мм та більш сипких матеріалів для підготовчого та остаточного грохочення;
- **гідрогрохоти** призначені для мокрої підготовчої грохочення кам'яного вугілля та антрацитів.

Сита, решета, колосникові решітки - **просіюючі поверхні грохотів**. Виготовляють сита зі сталевого, латунного, бронзового, мідного чи нікелевого дроту, з листової сталі та з колосників різного профілю, розташованих паралельно і скріплених між собою.

Матеріал (рис.2), що надходить на грохочення, називається **вихідним**; матеріал, що залишився на ситі, називається **надрешітним продуктом**; матеріал, що пройшов через отвори сита – **підрешітним**.

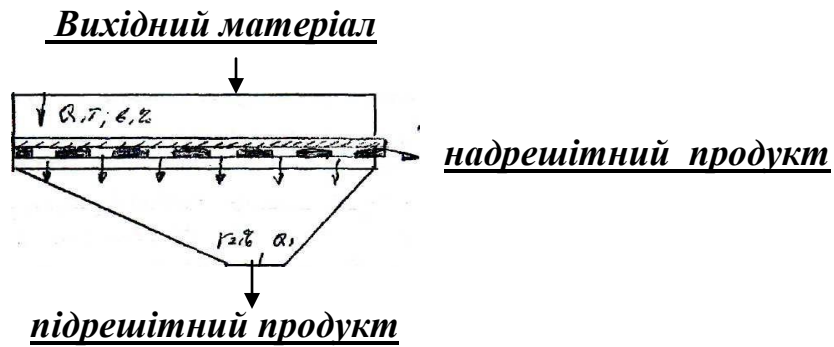


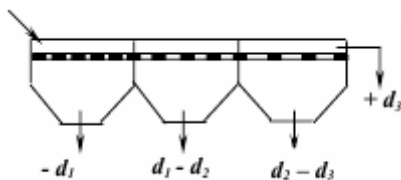
Рис.2 - Схема процесу грохочення

Основи процесу: частки вихідного живлення розмірами менші за розміри сита під дією сили тяжіння та коливань грохоту проходять через отвори сита. Частки розмірами більше отворів сита залишаються на ній і видаляються з грохоту. Процес грохочення є підготовчою операцією перед збагаченням вугілля.

Грохот може мати одну або декілька просіювачих поверхонь – сита встановленні в одному або декількох коробах.

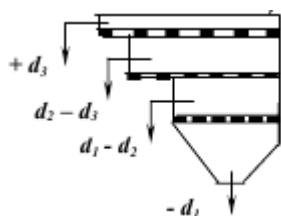
Залежно від розташування сит на грохоті розрізняють наступні способи виділення класів:

- *від дрібного до крупного* (рис.3) - сита розташовані послідовно в одній площині. Рух матеріалу розпочинається від сит з меншими отворами до сит з великими отворами. Завантаження матеріалу 0-100 мм (0-13 мм, 13-25 мм, 25-50 мм, 50-100 мм).



Переваги: полегшення контролю над роботою грохоту і його ремонтом, невелика висота встановлення грохоту. *Недоліки:* швидке зношування першого сита, переподрібнення крупних шматків при проходженні по всіх ситах, значна довжина грохоту. В основному застосовується при грохоченні сухого вугілля.

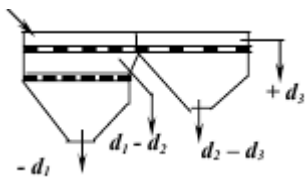
Рис. 3 - Послідовна схема розташування сит



- *від крупного до дрібного* (рис.4) – сита розташовані каскадно, одне над іншим. Рух вугілля починається від сит з великими отворами до сит з меншими отворами. Верхнє сито має більші отвори, нижнє – дрібні.

Переваги такої схеми грохочення: компактне розташування сит, при якому менше зношуються дровові сита в результаті попереднього відсівання крупних класів. *Недоліки:* труднощі контролю за роботою грохоту та його ремонтом, висота та складність конструкції.

Рис. 4 - Каскадна схема розташування сит



- виділяється вугілля *крупне, дрібне, середнє* (рис.5) – грохочення за своїми перевагами та недоліками займає проміжне положення.

Рис. 5 - Комбінована схема розташування сит

Класифікація поверхнь грохотів.

Листові сита (рис.6) - виготовляють з листової сталі з штампованими отворами, які можуть мати круглу, квадратну, прямокутну або овальну форму та розташовуватися в шаховому порядку чи «у ялинку». Товщина сита залежить від розміру отворів, застосовується на грохотах для попереднього грохочення.

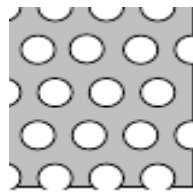


Рис. 6 - Листове сито

Дротяні сита (рис.7) - виготовляються із сталевого дроту з квадратними чи прямокутними отворами. За способом виготовлення сита бувають:

- рифлені, в місцях переплетення мають вигин;
- складнорифлені, мають додатковий вигин по сторонах вічка;
- частково рифлені, на переплетенні один дріт прямий, інший має вигин.

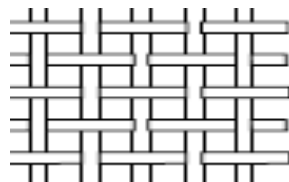


Рис.7- Дротяне сито

Колосникові решітки (рис.8) - збирають з колосників різного профілю, розташованих паралельно та скріплених між собою. Колосники можуть мати різний профіль, але кращим вважається трапецієподібний, тому що при проходженні через щілину, що розширюється, зерна матеріалу в ній не заклинюються. Колосникові решітки застосовують для виділення крупних класів при відстані між колосниками не менш 50 мм.

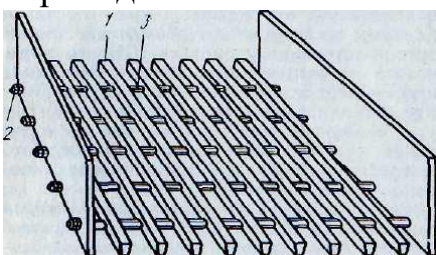


Рис. 8 - Колосникові решітки

Чинники, що впливають на процес грохочення:

- швидкість руху часток по сити впливає на їх проходження через отвори;
- кут нахилу сита та його товщина впливають на розміри часток підрешітного продукту;
- розмір отворів сит впливає на ефективність процесу грохочення.

Зазвичай вважається, що від ширини грохоту залежить його продуктивність, а від довжини - його ефективність. Ефективність роботи грохотів визначається коефіцієнтом корисної дії (к.к.д.) – відношення маси підрешітного продукту (Q_1) до його маси у вихідному живленні (Q).

$$\eta = \frac{Q_1}{Q} \cdot 100\%$$

Контрольні питання:

1. Що називають процесом грохоченням?
2. Як називається вугілля, що залишилося на ситі грохоту?
3. Що називають просіюючими поверхнями грохотів?
4. Які чинники впливають на процес грохочення ?
5. Як розташовуються сита, при комбінованому способі виділення класів?

3.2 Основи процесу дроблення. Сутність дроблення та подрібнення. Способи дроблення

Дроблення та подрібнення – процеси руйнування корисних копалин під дією зовнішніх сил до заданої величини. При дробленні та подрібненні не слід допускати переподрібнення матеріалу. При цих процесах витрачається дуже багато енергії (1/2 всій енергії ЗФ). Необхідно дотримуватися принципу: «**Не дробити нічого зайвого!**». Ці процеси можуть бути підготовчими або мати самостійне значення.

Процеси дроблення та подрібнення принципово не розрізняються між собою. Умовно прийнято вважати дробленням такий процес руйнування, при якому виходить продукти розмірами більше 5 мм, при подрібненні отримуємо продукт розмірами менше 5 мм. Призначення операції полягає в розкритті зерен та порожньої породи. Чим повніше буде проведено розкриття мінералу, тим ефективніше буде їх подальше збагачення.

Дробленням – називається процес руйнування часток вугілля під дією зовнішніх механічних зусиль для отримання продукту заданої величини. Крупність дроблення та подрібнення корисних копалин залежить від їхнього мінерального складу, вкраплення корисних мінералів, подальшого методу збагачення та характеру використання продуктів збагачення. На процес дроблення впливають твердість та крихкість вугілля.

Твердість вугілля – властивість чинити опір проникненню в нього іншого твердішого тіла. Найслабкіше – буре вугілля, найтвердіше – антрацит.

Крихкість вугілля – здатність його руйнуватися при зовнішній дії сил без помітних деформацій.

Стадією дроблення називають частину загального дроблення, здійснювану в одній дробарній машині. Залежно від межі роздрібненого продукту умовно розрізняють 4 стадії дроблення:

- крупне – до 100-200 мм;
- середнє – до 25-100 мм;
- дрібне – до 5-25 мм;
- подрібнення – менше 5мм.

Ступенем дроблення (подрібнення) називається відношення розмірів грудки вихідного матеріалу до розмірів грудки дробленого (подрібненого) матеріалу. У промислових умовах для орієнтовного визначення ступеня дроблення (подрібнення) широко використовується формула:

$$i = D_{\max} / d_{\max}$$

де i - ступінь дроблення (подрібнення);

D_{\max} - розмір максимальної грудки у вихідному матеріалі, мм;

d_{\max} - розмір максимальної грудки в дробленому (подрібненому) матеріалі, мм.

Способи дроблення, на яких заснована робота дробарок (рис.9):

- роздавлювання (рис. 9, а) – руйнування грудки в результаті стиску між двома подрібнюючими поверхнями. При дробленні роздавлюванням утворюється велика кількість дрібних зерен, особливо при дробленні крихких корисних копалин;

- розколювання (рис. 9, б) – руйнування грудки в результаті її розклинення між вістрями подрібнювальних поверхонь. Розколювання характеризується мінімальним утворенням дріб'язку, тому застосовується у тих випадках, коли переподрібнення небажане;
- злам (рис. 9, в) – руйнування грудки в результаті вигину, здійснюється при ребристій формі подрібнювальних поверхонь;
- стирання (рис. 9, д) – руйнування грудки здійснюється в результаті впливу двох подрібнювальних поверхонь, які зміщаються одна відносно одної;
- удар (рис. 9, е) – руйнування грудки здійснюється в результаті впливу короточасних динамічних навантажень. Дроблення ударом приводить насамперед до руйнування по тріщинах і поверхням зіткнення зерен окремих компонентів. Цей спосіб знаходить застосування при дробленні промпродуктів.

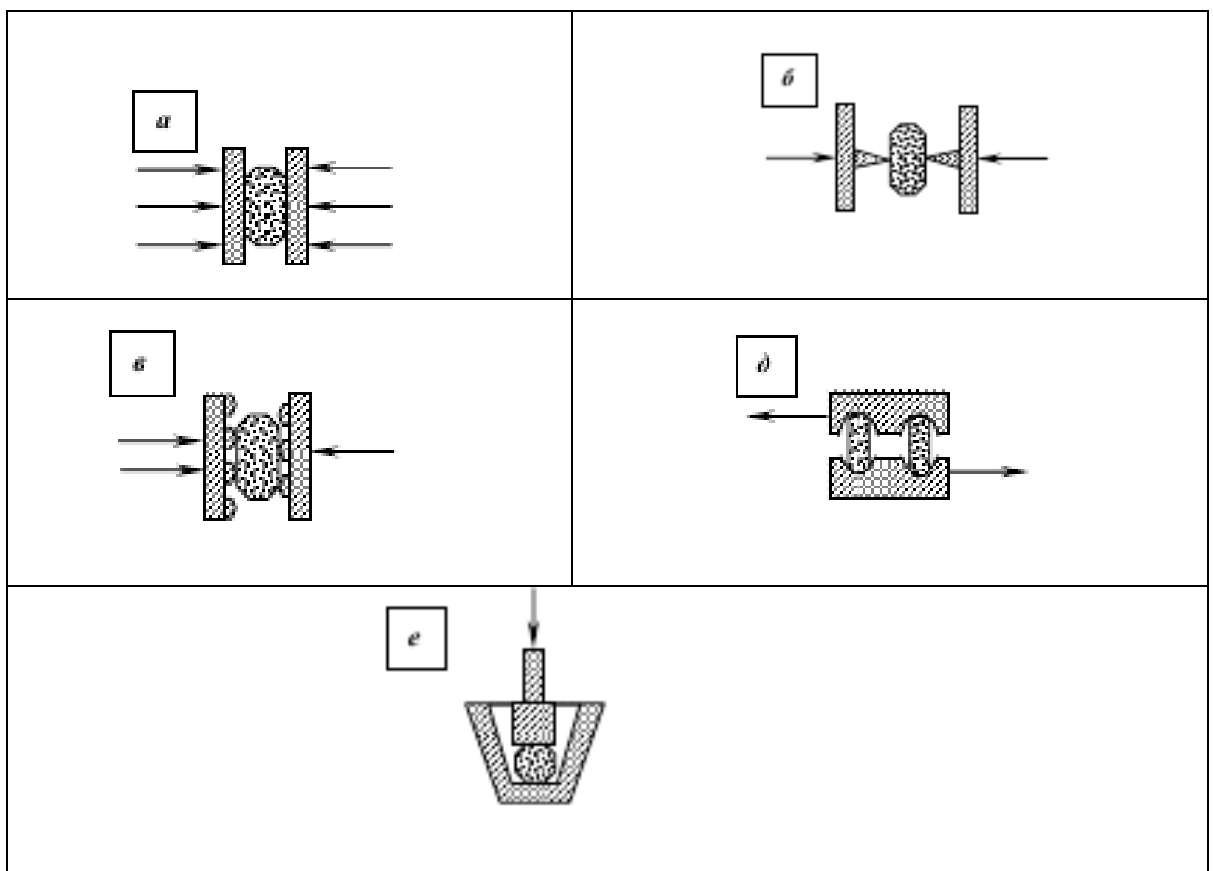


Рис.9 - Способи дроблення

Дробарки – машини, за допомогою яких здійснюють дроблення вугілля та інших корисних копалин.

Класифікація дробарок за конструкцією та основним способом дроблення:

- **щоківі дробарки** встановлюють переважно на збагачувальних фабриках невеликої продуктивності. У порівнянні з конусними дробарками вони більш пристосовані для дроблення глинистих та вологих руд, займають менше місця по висоті, простіші конструктивно, але менш пристосовані для дроблення матеріалів пластинчастої форми;

- **конусні дробарки** встановлюють на збагачувальних фабриках великої продуктивності. Основне подрібнювальне зусилля в конусних дробарках – роздавлювання;
- **валкові дробарки** з гладкими валками працюють за принципом роздавлювання вихідного матеріалу при захопленні його в щілину між валками. Вони застосовуються для середнього та дрібного дроблення матеріалу, коли неприпустиме переподрібнення цінного мінералу (вугілля та коксу);
- **зубчаті дробарки** призначені для крупного та середнього дроблення м'яких і крихких порід вугілля;
- **дробарки ударної дії** (молоткові – М та роторні – ДРК) використовуються для крупного, середнього та дрібного дроблення матеріалів низької, середньої та підвищеної міцності. Переваги дробарок ударної дії: простота конструкції, надійність, компактність, велика продуктивність, високий ступінь дроблення та порівняно невелика питома витрата електроенергії. Тому вони широко застосовуються для дроблення кам'яного вугілля, коксової шихти, вапняку, руд чорних, кольорових, благородних металів, калійних солей, баритових, флюоритових та азбестових руд, будівельних матеріалів.

Відкритий цикл дроблення (рис.10) – вугілля пропускається через дробарку лише один раз. Роздроблений продукт містить шматки більше заданого розміру.

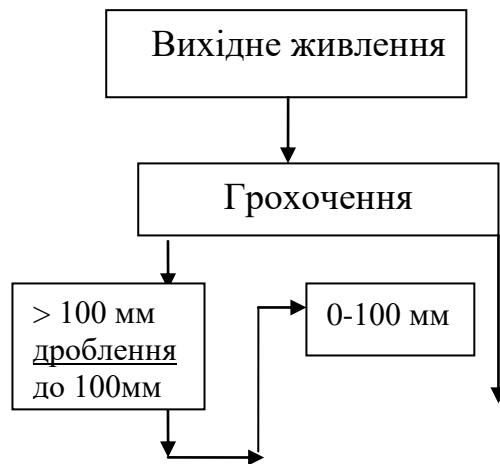


Рис. 10 - Схема відкритого циклу дроблення

При замкнутому циклі (рис.11) – роздроблений продукт надходить на грохочення для виділення дрібного класу. Недодроблений продукт повертається в дробарку для повторного дроблення. Забезпечує отримання шматків рівномірної величини.

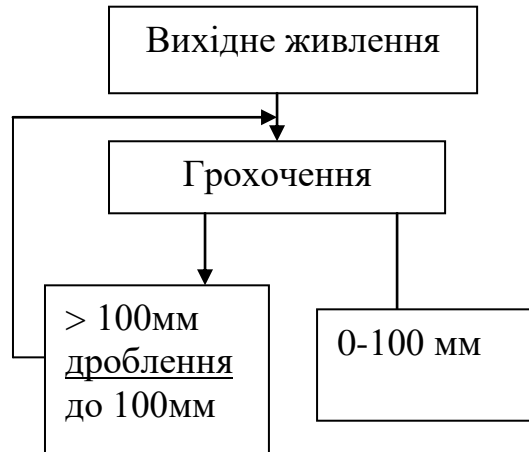


Рис. 11 - Схема замкнутого циклу

Якість дробленого вугілля визначається рівномірною величиною та мінімальним вмістом тонких часток.

Контрольні питання:

1. Що називають процесом дроблення?
2. Що називають процесом подрібнення?
3. Які способи дроблення існують?
4. Які машини називають дробарками?
5. Що називають ступенем дроблення?

Тема 4. Методи та процеси збагачення корисних копалин

4.1 Збагачення вугілля відсадкою

Під збагаченням вугілля розуміють процеси первинної обробки вугілля з метою відділення домішок від зерен. Всі існуючі способи збагачення вугілля засновані на відмінності фізико-хімічних властивостях вугілля та породи.

Методи збагачення засновані на відмінності щільності вугілля та породи в розділяючому середовищі – водній, повітряній, в мінеральній суспензії – називають *гравітаційними*. Гравітаційні процеси збагачення класифікуються залежно від застосованого розділяючого середовища:

- **відсадка** – розділення матеріалу по щільності у вертикально-пульсуючому потоці води;
- **збагачення у важких середовищах** – розділення по щільності в мінеральних суспензіях (складається з дрібних зерняток важких мінералів, водні розчини важких солей);
- **пневматичне збагачення** – розділення по щільності в пульсуючому потоці повітря;
- **флотація** – розділення матеріалів, засноване на різній змочуваності поверхонь вугілля та породи водою.

Відсадка, як основна операція, застосовується в схемах вуглезбагачувальних фабрик для збагачення дрібних класів вугілля та антрацитів легкої та середньої збагачуваності. Допускається застосування відсадки для збагачення дрібних класів вугілля та антрацитів важкої збагачуваності, а також для збагачення крупних класів вугілля легкої збагачуваності при вмісті породних фракцій менше 30 %. Для вугілля, що видобувається гідроспособом, а також вугілля легкої збагачуваності з вмістом класу +13 мм менше 20 % варто застосовувати ширококласифіковану відсадку. Збагачення вугілля відсадкою:

- некласифікована відсадка (0-80 мм або 0-100 мм), тобто без розділення на дрібний та крупний класи;
- ширококласифікована відсадка (0,5-100 мм, 6-100 мм), відбувається виділення відсіву 0-6 мм або шламу 0-0,5 мм.

Відсадка здійснюється в апаратах, які називаються *відсаджувальними машинами*.

Процес:

Вихідний матеріал разом з водою безперервно подається на відсадне решето, через отвори якого поперемінно проходять висхідні та низхідні вертикальні потоки води. В період висхідного потоку матеріал піднімається та розпушується, а в період низхідного – опускається та ущільнюється. В результаті таких дій вихідний матеріал розділяється і розпушується на шари таким чином, що на відсадному решеті (внизу) розташовуються зерна найбільшої щільності, а в шарах верхів – найменшої щільності. Це ідеальний розподіл зерен, в реальних умовах відбувається попадання деякої долі легких фракцій у важкі, а важкі в легкі (спостерігається засмічення концентрату та відходів сторонніми фракціями). Шар матеріалу на решеті називається

постіллю. Постіль утворюється при відсаженні крупного матеріалу, складається із зерен самого матеріалу та називається *природною*. Важкі зерна проникають в нижні шари решета, а легкі у верхні. При збагаченні дрібного матеріалу (руд менше 3-5 мм, вугілля 6-10 мм) на решето укладається спеціально зроблені гнізда – *штучна постіль*. Вона складається з важких природних або штучних матеріалів (свинцевий дріб, польовий шпагат) отвір гнізд в два рази більше отворів решета. В цьому випадку постіль виконує роль шару, що фільтрує, проникнення зерна важкого матеріалу. В кінці машини є зливний поріг через який видаляються легкі фракції. Важкий матеріал видаляється під решето. Рівень важких фракцій на решеті регулюється поплавцевим пристроєм. При збільшенні або зменшенні товщини шару важкого матеріалу автоматично збільшується або зменшується інтенсивність розвантаження важких фракцій. Вода, яка поступає в відсажувальну машину разом з вихідним матеріалом називають *транспортною*, а під решето-підрешітною водою. Із загальної кількості води: *транспортна* складає 30-40 %, а *підрешітна* 60-70 %. Періодично (2 рази на тиждень) необхідно проводити очищення штучної постілі, вона застосовується дуже рідко через її складності у використанні.

Відсажувальні машини класифікуються:

за способом пульсації води:

- *поршневі з нерухомими решетами* - пульсація води створюється зворотно-поступальним рухом поршня;
- *безпоршневі з нерухомими решетом* – пульсація води створюється дією стислого повітря, що поперемінно впускається в повітряні камери та випускаються з них в атмосферу.

по кількості отримуваних продуктів:

- *одноступінчаті* з одним відсадним решетом, що виділяє два продукти (концентрат та відходи);
- *двоступінчаті* – з двома відсадними решетами, що виділяє три продукти: концентрат, промпродукт та відходи;
- *треступінчаті* – з трьома відсадними решетами, що виділяє чотири продукти: концентрат, промпродукт, відходи та колчедан.

за способом видалення важких продуктів:

- *машини із природною постіллю;*
- *машини із штучною постіллю.*

Скорочена назва машин ВМ 18/3:

В - відсадна, М – машина, з площею решіт 18 м², ширина робочої частини 3 м. Призначені для збагачення вугілля різної величини, що коксується та енергетичних (0,5-13 мм, 13-150 мм). МВ – з елементами автоматичного управління, для збагачення кам'яного вугілля.

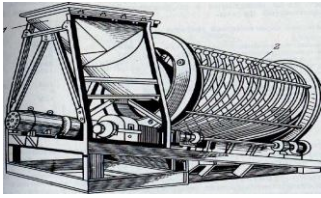


Рис.12 - Безпоршнева відсаджувальна машина

Безпоршневі відсаджувальні машини (рис.12) знайшли широке використання при збагаченні вугілля. Конструкція відсаджувальних машин: корпус, водно-повітряні камери, відсадні решета з набірними колосниковими решітками, повітряні пульсатори, розвантажувальні пристрої, ротор, електродвигун, завантажувальний пристрій.

Контрольні питання:

1. На чому засновані методи збагачення вугілля?
2. Наведіть види гравітаційного збагачення вугілля?
3. Який процес називається відсадкою?
4. Як називається вода, яка подається у відсаджувальну машину разом з вихідним матеріалом?
5. Як класифікуються відсаджувальні машини?

4.2 Збагачення вугілля у важких середовищах

Збагаченням у важких середовищах називають процес розділення часток сипкої суміші вугілля по щільності в середовищі щільністю, проміжною між щільністю компонентів, що розділяються. Процес збагачення заснований на законі Архімеда.

Розглянемо умови розділення часток збагачуваного вугілля у важкому середовищі. Рівнодійна сила, що діє на частку в середовищі

$$G = G - P_A, \text{ Ньютон}$$

де $G = V \cdot b \cdot g$ – сила тяжіння часток, Н;

$P_A = V \cdot \Delta \cdot g$ – Архимедова сила – витисненого середовища, Н;

V – об'єм частки;

b, Δ - щільність частки в середовищі, кг/м^3 .

Отримуємо рівняння:

$$G_0 = V \cdot (b - \Delta) \cdot g, \text{ Н}$$

Умови розділення часток: $b < \Delta$, $G_0 < 0$ – частка спливає, а при $b = \Delta$, $G_0 = 0$ частка буде в зваженому стані. Підбравши відповідну щільність важкого середовища, отримаємо розділення часток по щільності. Важкі середовища застосовують важкі суспензії необхідної щільності. Важке середовище повинно мати щільність більше вугільної суспензії та легше породної, з тією умовою, аби вугілля піднімалося вгору, а порода осідала вниз.

Важкі суспензії є рідкими неоднорідними системами. Щільність яких з часом зменшується внаслідок осадження часток мінералу. Для приготування важких суспензій застосовують важкі мінерали – обважнювачі:

Магнетит 4,6 – 5,2 т/м^3 .

Гематит 4,9 – 5,3 т/м^3 .

Пісок 2,65 т/м^3 .

Глина 2,5 – 2,6 т/м^3 .

Обважнювач повинен задовольнити наступним вимогам:

1. Мати високу та постійну щільність для здобуття стійких та в'язких суспензій при об'ємній конструкції обважнювача $C = 0,15-0,25$.
2. Бути дешевим та не дефіцитним.
3. Легко відокремляться від продуктів збагачення і так само від вугільних та глинистих шламів.
4. Не бути абразивним, щоб уникнути швидкого зношування устаткування та мати необхідну механічну міцність.
5. Не вступати в хімічну взаємодію з компонентами збагачуваного вугілля, бути нерозчинним у воді.

Для збагачення у важких суспензіях застосовують різні конструкції сепараторів. Конструкція сепаратора повинна забезпечити підтримку стійкої щільності суспензії в зоні розшарування збагачуваного матеріалу, повне розшарування матеріалу по щільності, швидке видалення з ванни сепаратора продуктів збагачення та достатню продуктивність.

Сепаратори класифікуються по наступним ознакам.

1. Способу підтримки щільності суспензії.
2. Характеру циркуляції суспензії.
3. Кількості продуктів, що виділяються.
4. Формі ванни.
5. Способу видалення продуктів збагачення.

Сепаратори типу СК, ВКВ, ОК, гідроциклони.

Збагачення крупного та дрібного вугілля ведеться в різних апаратах, тому потрібне попереднє грохочення, а також знешламлювання аби зменшити засмічення суспензії. Вугілля крупністю від 10 - 25 мм до 200 – 300 мм збагачується в сепараторах, що складаються з ванни, в яку безперервно поступає вугілля з породою та суспензією. У потоці суспензії вугілля надходить та розвантажується разом з нею в протилежному кінці ванни. Порода тоне та вивантажується елеваторним пристроєм. На першій половині його відділяється кондиційна суспензія для повторного використання, на другій - водою з бризків відмивається обважнювач, що залишився на продуктах та здійснюється зневоднення продуктів. Після відмивання обважнювача, некондиційна суспензія збирається та вирушає в магнітний сепаратор, де магніт витягується для повторного використання, а шлам, що залишився з водою поступає в подальшу переробку. Збагачення вугілля крупністю від 0,2 – 0,5 мм до 10 мм ведеться важкосередовищним способом у гідроциклоні, де розділення йде під дією відцентрової сили.

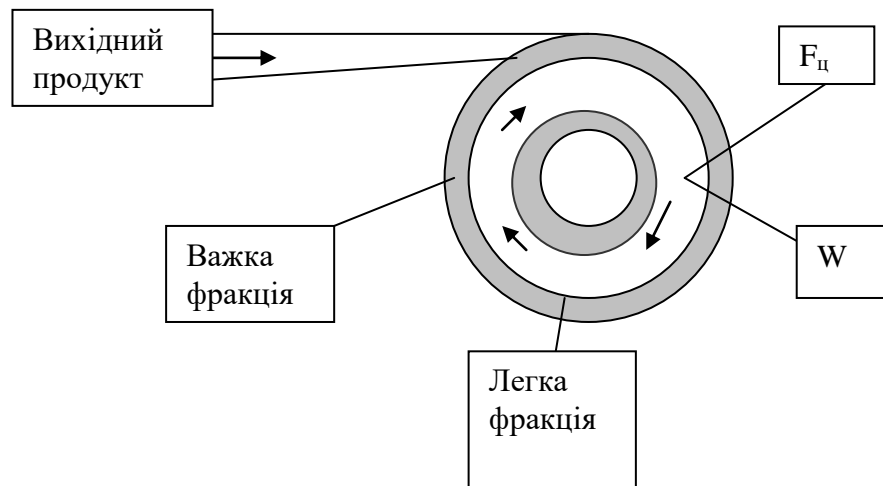


Рис. 13 - Схема збагачення вугілля у важкосередовищних гідроциклоні

Під дією відцентрової сили (рис.13) частки важкої фракції осідають на внутрішню поверхню гідроциклону та по спіралі рухаються до нижньої насадки, через яку разом з суспензією розвантажуються. Під дією відцентрових сил з осі гідроциклону утворюється повітряний стовп. Частки легкої фракції витісняються у середину повітряного стовпа та разом з суспензією розвантажуються через зливний поріг.

Контрольні питання:

1. Що називають важкою суспензією?
2. Яким вимогам повинен відповідати обважнювач?
3. Перелічить устаткування, яке застосовують для збагачення вугілля у важкому середовищі?
4. Назвіть види сепараторів для збагачення у важкому середовищі?
5. Під дією якої сили частки важкої фракції осідають на внутрішню поверхню гідроциклона?

4.3 Флотація вугілля. Теоретичні основи процесу флотації. Флотаційні реагенти

Флотація займає особливе місце в технології збагачення вугілля. Спочатку метод флотації застосовувався лише для збагачення вугілля, що коксувалося, а в даний час флотація знаходить застосування при збагаченні шламів енергетичного вугілля та антрацитів.

Метод флотації заснований на відмінності фізико-хімічних властивостей поверхні вугільних та порідних часток. Найбільш важливим чинником є *змочуваність* поверхні мінералів водою. *Флотацією* називається процес розділення тонкоподрібнених корисних копалини у водному середовищі за допомогою повітряної фази.

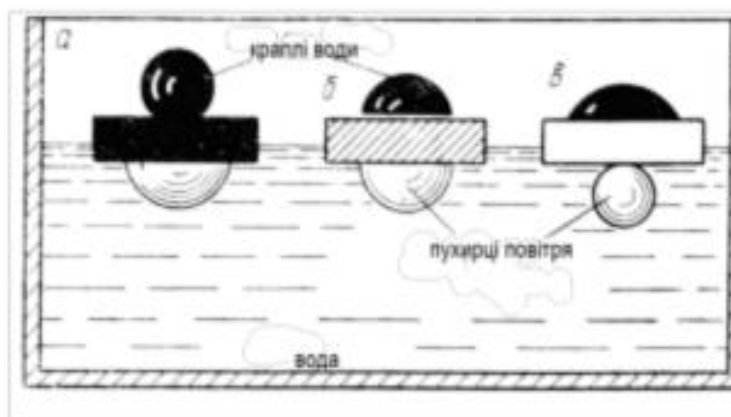


Рис.14 - Змочуваність твердих тіл

На рис. 14 показано ряд пластинок твердих тіл різної змочуваності, наполовину занурених у воду. На верхню частину нанесені краплі води, а під нижню підведені однакові за об'ємом бульбашки повітря. В погано змочуваних пластинок (а) крапля води має форму кульки, а бульбашка повітря розтікається. В добре змочуваних пластинок, навпаки, крапля води розтікається, а бульбашка повітря набуває форми кульки (в). Проте знаходиться велика частина тіл, поверхня яких в різній мірі змочується водою (б).

Поверхня вугільних часток, яка погано змочується водою, називається **гідрофобною**, а поверхня порідних часток, яка добре змочується водою, називається **гідрофільною**.

Механізм взаємодії поверхні тіла з водою залежить від того, як зв'язані між собою атоми. Якщо атоми твердого тіла зв'язані один з одним всіма силами, то на поверхні не залишається вільних сил, які могли б притягувати молекули води. Така поверхня змочується погано. У зворотному випадку молекули води активно притягуються вільними силами, поверхня добре змочується. Закріплення на бульбашках часток, що прилипли до них, є *необхідною умовою флотації*.

При флотації гідрофобні частки вугілля прилипають до поверхні бульбашок повітря, що пропускається через пульпу і виносяться ними на поверхню пульпи, утворюючи шар мінералізованої піни (концентрат). Змочувані мінерали залишаються в пульпі, утворюючи камерний продукт.

Мінеральні частки, що закріпилися на поверхні повітряних бульбашок, називають **такими, що флотують**, а які не закріпилися – **що не флотують**. Розмір часток, що флотують, в процесі флотації не перевищує 0,5 мм для вугілля.

Флотація, представляє процес, що відбувається в спеціальних апаратах – **флотаційних машинах**. Підготовлена заздалегідь суміш води, вугілля та реагентів (званою пульпою) проходить через камери машини флотації. Повітря, яке дробиться на дрібні бульбашки подається від низу до верху через цю пульпу. Частки гідрофобні (вугілля) прилипають до бульбашок та піднімаються на поверхню, видаляються пінозйомниками в спеціальний жолоб. Потім суміш іде на зневоднення в сушку. Порожня порода (гідрофільна) залишаються в пульпі та як відходи, подається на зневоднення.

Процес флотації складається з наступних етапів:

- зіткнення повітряної бульбашки з вугільними частками;
- закріплення вугільної частки на бульбашці;
- підйом вугільної частки в пінний продукт;
- видалення пінного продукту з камери.

Для здійснення процесу флотації необхідні наступні умови:

- різна змочуваність поверхонь;
- достатня подача бульбашок в пульпі;
- вага вугільних часток, не повинна перевищувати підйомну силу бульбашок;
- вміст в пульпі реагентів флотації.

Максимальний розмір бульбашок повітря в механічних машинах від 0,8 до 1 мм.

Види флотації:

- **пряма флотація** – в пінному продукті міститься корисний мінерал, а в камерному порожня порода;
- **зворотна флотація** – корисні мінерали знаходяться в камерному продукті, а порожня порода в пінному продукті;
- **колективна флотація** – в процесі флотації отримують концентрат з двох та більш мінералів;
- **селективна флотація** – при послідовному виділенні отримують декілька концентратів (мідь, цинк, свинець).

При здійсненні процесу флотації природної відмінності змочуваності часток недостатньо для чіткого розділення. Для збільшення природної відмінності змочуваності поверхонь мінералів використовують речовини, звані **реагентами флотацій** – хімічні речовини, що вводяться в пульпу флотації для управління процесом флотації. Без вживання реагентів флотація в промислових умовах не проводиться.

Групи флотаційних реагентів:

- ***збирачі*** – органічні речовини, які вибірково концентруються на поверхні мінералу, сприяють прилипанню повітряних бульбашок. Це продукт перегонки нафти, однорідна рідина коричневого кольору, відноситься до малотоксичних речовин, але викликає роздратування шкіри, слизової оболонки та дихальних шляхів. Переваги: низька собівартість, близькість до вуглезбагачувальних фабрик. Основний недолік: застигає при температурі -20°C , витрата від 600 до 1500 г/т;

- ***піноутворювачі*** – поверхнево-активні речовини, що мимоволі концентруються на поверхні розділу вода – повітря. Є прозорою рідиною жовтувато-коричневого кольору, із слабким запахом, застигає при температурі від -50° до -65°C , витрата від 100 до 150 г/т;

- ***активатори*** – призначені для поліпшення закріплення реагентів – збирачів на поверхні матеріалу. Вони утворюють плівку на поверхнях, на яких активно закріплюється збирач. Це продукт перегонки нафти, однорідна рідина коричневого кольору. Має дуже різкий запах, велика витрата реагенту;

- ***регулювальники середовища*** – змінюють кислотність середовища пульпи, для створення оптимальних умов дії інших реагентів при флотації.

Під ***реагентним режимом*** розуміють підбір реагентів, їх витрату, місце подачі в процес та час контакту реагентів з пульпою. Реагентний режим на фабриці встановлюється режимною картою. Надлишок реагентів призводить до утворення великої та малорухливої піни, через що виносять тонкі частки порід. Через нестачу реагенту відбувається порушення процесу флотації та потрапляння вугілля у відходи.

Для підвищення ефективності флотації застосовують дробове дозування реагентів: частину реагентів подають в пульпу перед флотацією, а частина в камери машин.

Контрольні питання:

1. Що називають процесом флотації?
2. Які види флотації існують?
3. Як називається поверхня вугільних часток, яка погано змочується водою?
4. Що називають флотаційним реагентом?
5. Що називають реагентним режимом?

Тема 5. Зневоднення продуктів збагачення

5.1 Основи процесу зневоднення. Сушка

В отримуваних продуктах збагачення вміст води чималий, для подальшої переробки таких продуктів, з них необхідно видалити воду. Збагачувальні фабрики споживають велику кількість води, тому освітлення й повернення оборотної води в технологічний процес має важливе значення.

Зневодненням називається процес механічного відокремлення води від вугілля. У кінцевих продуктах вміст вологи повинен бути доведений до норм:

- у концентраті коксуючого вугілля до 5 % взимку та до 8 % влітку;
- у концентраті енергетичного вугілля до 9 % цілий рік.

Розрізняють **механічне та термічне зневоднення**.

Всі процеси механічного зневоднення засновані на одному з двох способів:

- **фільтрації** – відділення води з маси твердого матеріалу;
- **згущення** – відділення твердого матеріалу від маси води.

Для повного видалення вологи використовується **термічна сушка**.

До механічного зневоднення відносять **дренування, згущування, фільтрування і центрифугування**:

- **дренування** (природна фільтрація) - засноване на використанні сили тяжіння;
- **центрифугування** – засноване на використанні відцентрових сил зневоднення дрібного матеріалу;
- **фільтрація** – заснована на використанні різниці тисків (вакуум фільтри) для тонкого матеріалу;
- **згущення** – засновано на використанні сили тяжіння або відцентрової сили для відсадки твердих часток у воді.

Зневоднення крупного концентрату відбувається в дві стадії: на ситах попереднього зневоднення та грохотах. Весь шлам йде на згущення.

Промпродукт зневоднюється (рис.15) в елеваторах та центрифугах, відходи – в елеваторах або зневоднюючих бункерах (рис.16).

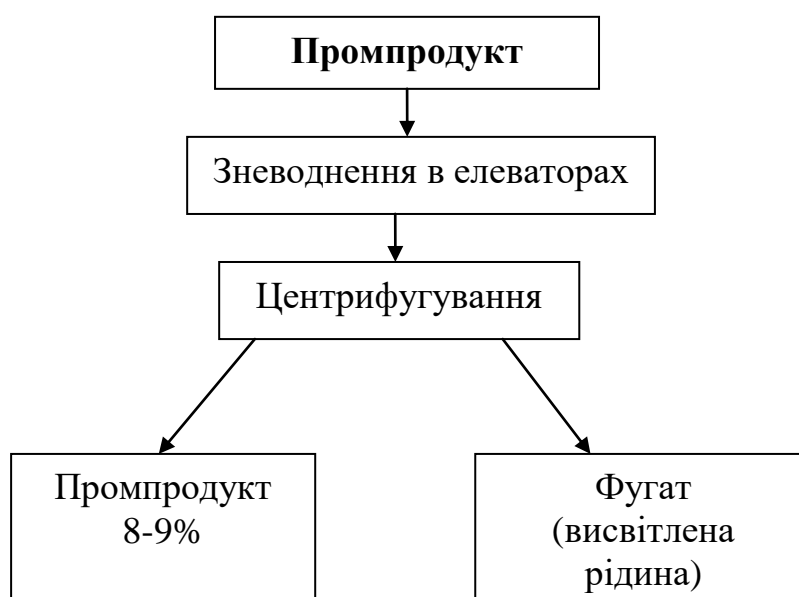


Рис. 15 - Схема зневоднення промпродукта

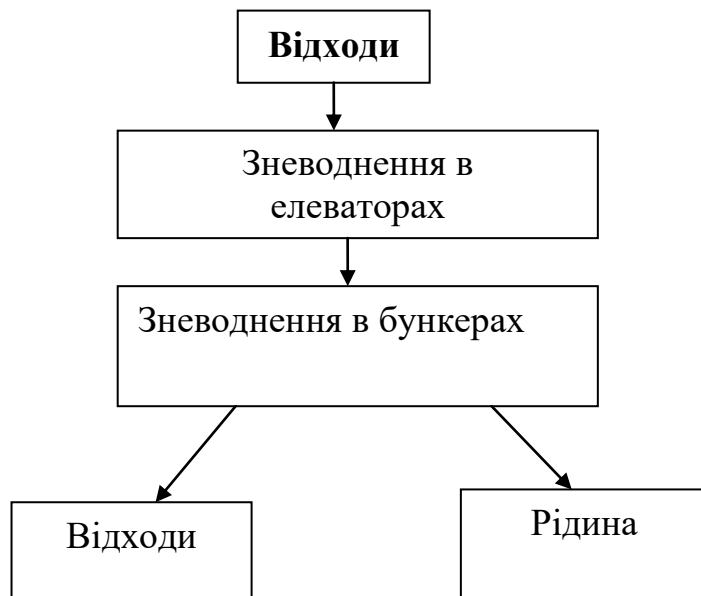


Рис. 16 - Схема зневоднення відходів

Сита попереднього зневоднення призначені для видалення частини води з продуктів збагачення, що обводнюють. Сито складається з: жолоба, щілинного сита, ванни та патрубку для відведення води. Його встановлюють перед зневоднюючими грохотами. Під час транспортування матеріалу по жолобу, частина води під дією сили тяжіння видаляється через отвори сита, а матеріал переміщається далі на грохот. При цьому видаляється до 85 % води.

Зневоднюючі грохоти призначені для зневоднення дрібного та крупного вугілля. Робота заснована на дренаванні: вихідне живлення разом з водою поступає на щільове сито грохоту. Під дією сили тяжіння та інтенсивного підкидання тонких часток шламу вода видаляється через отвори сита, а зневоднений продукт видаляється з грохоту. Недоліком є швидкий знос сит.

Зневоднюючі бункери (рис. 17) призначені для зневоднення сортового палива, крупного концентрату та відходів. Вихідне живлення подається в бункер через завантажувальний отвір, витримується там деякий час, необхідне для зневоднення. Під дією сили тяжіння вода проходить через проміжки між частками та видаляється з бункера через затвор. Вологість продуктів обезводнення в бункерах для крупного концентрату 6-7 %, відходів 10-14 %. Основним недоліком є низька ефективність зневоднення, особливо для дрібних часток.

№ бункера	Години роботи													
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
2	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨

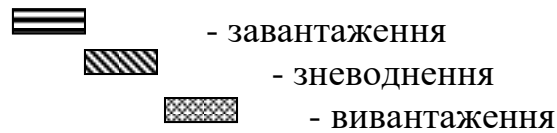


Рис. 17 - Робота бункера по графіку

Зневоднюючі елеватори (рис.18) є одночасно і транспортними, і зневоднюючими пристроями. Вихідне живлення поступає через завантажувальний отвір в черевик елеватора. Ківш захоплює його і транспортує догори. Вода видаляється під дією сили тяжіння через його отвори та стікає в кожух елеватора. Розвантаження зневодненого продукту відбувається при перекиданні ковша через верх. З метою попередження попадання води, що стікає з попереднього ковша в подальший, елеватор встановлюється під кутом 60-70°, передні стінки ковшів перекриваються листами, що відводять воду.

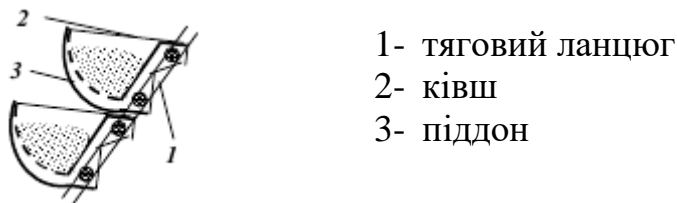


Рис. 18 - Зневоднюючий елеватор

Час зневоднення для крупного матеріалу 20-25 сек., для дрібного – 40-50 сек. Після зневоднення вологість продуктів складає: 10-14% - крупних відходів, 16-20 % - дрібних відходів, 10-16 % - промпродукта; 18-25 % - дрібного промпродукта.

Центрифуги по технологічному призначенню класифікують:

- **фільтруючі** з перфорованими стінками роторів;
- **відсадні** з суцільними стінками роторів.

Центрифуги фільтруючі призначені для зневоднення продуктів збагачення дрібного вугілля, промпродуктів, концентратів. Вихідне живлення поступає через завантажувальну воронку на розкидаючу кришку шнека та на внутрішню поверхню ротора. Під дією відцентрових сил, фугат проходить через вугілля та отвори сита, і потрапляє в зливний жолоб. Із зливного жолоба по патрубку видаляється з центрифуги. А промпродукт розвантажується внизу ротора. Центрифуги, що фільтрують, мають вібраційно-шнекове та відцентрове вивантаження осаду. *Переваги* – висока ефективність зневоднення. *Недолік* – швидке зношування.

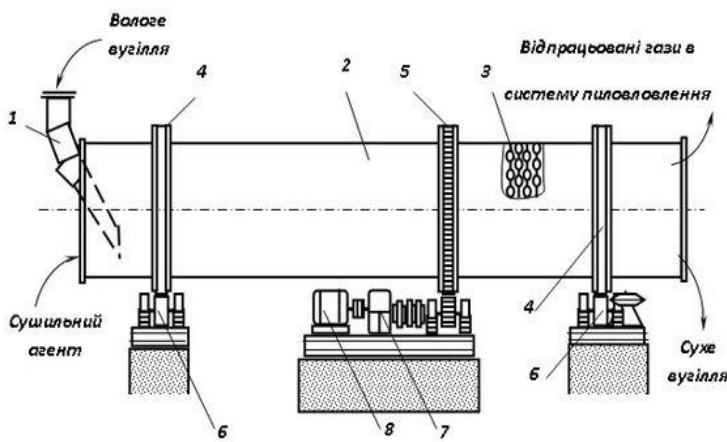
Відсадні центрифуги – призначені для зневоднення дрібних продуктів збагачення та висвітлення оборотних вод.

При тепловій сушці, вугілля можна висушити до будь-якої вологості, тому цей процес широко застосовується на вуглезбагачувальних фабриках. **Термічною сушкою** називається операція зневоднення вологих продуктів випаровуванням з них вологи у навколишнє повітряне середовище, при їхньому нагріванні гарячим повітрям або димовими газами. **Процес сушки**, відноситься

до масообмінних у зв'язку з переміщенням тепла та вологи усередині матеріалу і їх переносом з поверхні матеріалу в докiлля. Механiзм сушки вугiлля визначається в основному виглядом зв'язку вологи з вугiллям i режимом, при якому відбувається процес сушки. Для сушки важливе значення мають такі властивостi матеріалу, як розміри та форма часток, вологоекмкiсть, допустима температура нагрiву та iнш. Аби підвищити економiчну ефективнiсть процесу сушки необхідно забезпечити максимально можливе зниження початкової вологостi вугiлля механiчними способами.

Сушка вугiлля здiйснюється при організованiй подачi тепла (сушильний агент - димовi гази, що утворюються при згораннi палива) та відбувається в спеціальних установках - *сушарках*. *Термiчна сушка* роздiляється на три етапи: підогрiв матеріалу, сушка з постiйною iнтенсивнiстю та сушка з низпадаючою iнтенсивнiстю. На сушку направляють дрiбний концентрат, концентрат флотациї, шлам, а також дрiбний промпродукт. Межi оптимальної вологостi вугiлля: для висушеного матеріалу - 7-8% i шихти, що направляється на сушку - 18%. Для ефективнiшої, безперебiйної та безпечної роботи сушильних установок необхідно подавати на сушку шихту (сумiш) з флотацийного та дрiбного концентрату.

Барабаннi газовi сушарки (рис.19) широко застосовують на вуглезбагачувальних фабриках для сушки продуктів збагачення (дрiбний концентрат класу 0-13 мм в сумiшi з концентратом флотациї класу 0-1 мм або один концентрат флотациї).



Барабанна сушарка. 1 – завантажувальний лоток; 2 – барабан; 3 – ланцюгові насадки; 4 – бандаж; 5 – привідна вінцева шестерня; 6 – котки; 7 – редуктор; 8 – електродвигун.

Рис. 19 – Барабанна сушарка

Контрольні питання:

1. Розкрийте поняття процес зневоднення?
2. Які способи зневоднення застосовують на збагачувальних фабриках?
3. Які способи відносяться до механічного зневоднення?
4. Як відбувається робота зневоднюючого бункера?
5. Що називають термічним зневодненням?

Тема 6 Брикетування та коксування вугілля

6.1 Вивчення методів брикетування вугілля

Брикетування вугілля – процес механічної переробки дріб'язку вугілля з утворенням однакових за формою, розмірами та масою шматків палива.

Брикетуванню піддаються торф, буре вугілля, дрібні класи кам'яного та антрацитного вугілля. Теплота згорання паливного брикету в 1,5 разу вище, ніж у вугілля. Твердість вугілля істотно впливає на процес брикетування. Добре підлягає брикетуванню м'яке буре вугілля вологістю 50-58 %, гірше – буре напівтверде вугілля вологістю 40-45 %.

Існує 4 гіпотези механізму утворення брикетів:

- **бітумна гіпотеза** – пояснює утворення брикетів склеюючою дією бітумів, які містяться у вугіллі. Бітуми є сумішшю продуктів перетворення смолистої частини рослин: смоли, віск, жирні кислоти. Добре брикетується вугілля, якщо вміст бітуму у ньому складає 6 %. При температурі 70-80⁰ С бітум розм'якшується та обволікає частки вугілля. При подальшому охолодженні, бітуми переходять в твердий стан та формують брикет;
- **гуминово-кислотна гіпотеза** – пояснює механізм брикетування наявністю у вугіллі вільних гуминових кислот, які сприяють прояву молекулярних сил зчеплення між частками;
- **капілярна гіпотеза** – розглядає буре вугілля, як гелієву речовину, пронизану багаточисельними капілярами, заповнені водою. Під дією тиску пресована частина первинних капілярів руйнується і вода заповнює проміжки між ними, обумовлюючи тим прояв капілярних сил зчеплення. Під дією виникаючих капілярних сил, вугільні частки зв'язуються одна з одною;
- **колоїдна гіпотеза** – вважає, що буре вугілля є двофазною системою, що складається з твердих та рідких фаз. При зближенні колоїдних часток під дією тиску, виникають сили молекулярного зчеплення.

Технологія брикетування бурого вугілля (рис. 20).

На процес брикетування вугілля впливає його склад, вологість, величина, температура висушеного продукту, питомий тиск та тривалість пресування. Залежно від властивостей вихідного матеріалу, брикетування може здійснюватися з додаванням з'єднувальної речовини (тиску менше 80 Мпа) та без з'єднувальної речовини (тиск понад 80 Мпа). Буре вугілля брикетується без з'єднувальної речовин. Парова сушка застосовується для зменшення вологості вугілля до 18 – 20 %. Вугільний дріб'язок охолоджують перед пресуванням до 40⁰-50⁰С та брикетують в штемпельних пресах під тиском $9,8 \cdot 10^7$ Н/м².

Процес утворення брикету складається з декількох етапів: завантаження формувального каналу сушонкою, стискування сушонки в брикет, проштовхування стрічки брикету на охолодження, оскільки брикети мають температуру 70 – 80⁰С. Для уникнення займання, брикети охолоджують на охолоджувальних лотках, потім відправляють споживачам або на склад. В середньому брикет обжимається 16 – 20 разів.

Кам'яне вугілля та антрацити по своїм фізико-механічним властивостям відрізняються від бурого вугілля. Вони мають щільнішу структуру, підвищену

пружність та пластичність. Тому при брикетуванні застосовують єднальні речовини (вміст бітуму менше 3%). Найбільше вживання отримали нафтові бітуми – залишкові продукти переробки нафти. Застосовують бітуми марки БН-V, температура розм'якшення 70 – 75⁰ С.

З'єднальна речовина для брикетування повинна задовольняти наступним вимогам:

- мати з'єднувальну здатність та при невеликій витраті додавати брикетам міцність;
- мати здатність добре спікатися та забезпечувати термічну стійкість брикетів при горінні;
- бути нешкідливими, як при виробництві брикетів, так при їх транспортуванні та використанні.

Заздалегідь висушений антрацит та з'єднувальна речовина надходять в змішувачі, а потім в парові, де під дією тепла, стають більш в'язкими. На виході температура часток – 95⁰-98⁰С, для скорочення часу твердіння – частки охолоджують. Вони стають в'язкими, пластичними та під тиском легко брикетуються. Брикети піддаються грохоченню для відсіву дріб'язку, що не спресувався. Частки сумішші повертаються в процес брикетування.

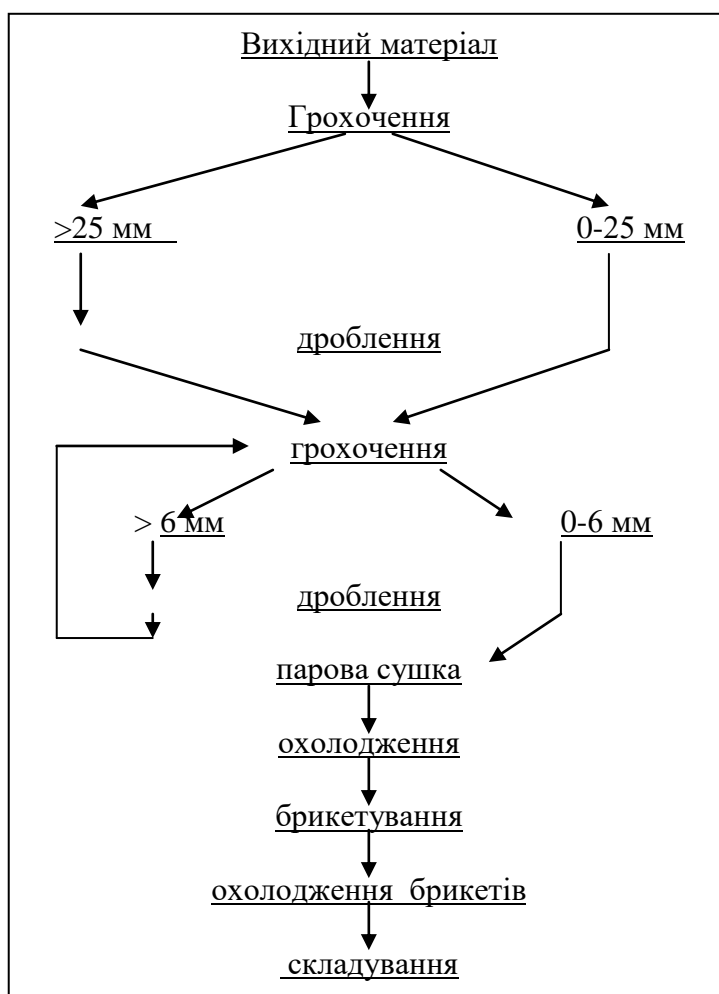


Рис. 20 - Технологія брикетування бурого вугілля

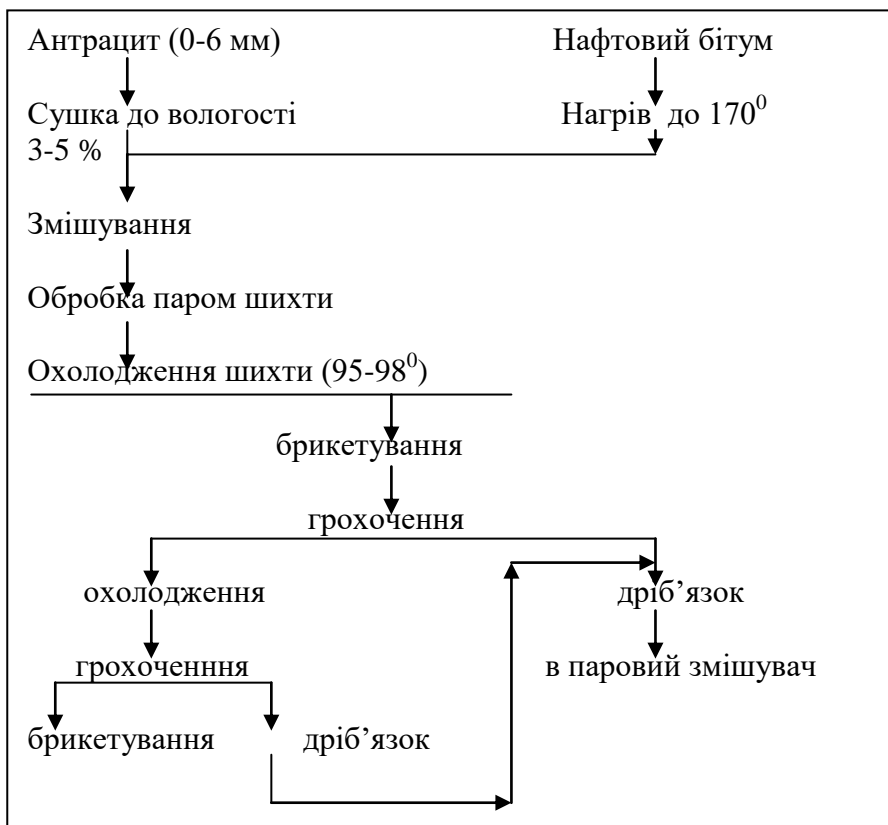


Рис. 21 - Технологія брикетування антрациту

Контрольні питання:

1. Що називають процесом брикетування вугілля?
2. Яка речовина зв'язує частки вугілля?
3. Перелічить основні гіпотези брикетування вугілля?
4. Як називається з'єднувальна речовина для брикетування антрациту?
5. Як називається устаткування для формування брикетів?

**Тема 7. Технічний контроль вугілля на шахтах,
прийом та контроль якості на збагачувальних фабриках
7.1 Поняття про випробування вугілля, види проб, відбір проб.
Схеми підготовки проб**

Якість відвантаженого споживачеві вугілля нормується державним стандартом, технічними умовами та нормами України. Вугілля, яке видобувається на шахтах, повинно відповідати нормам показників якості:

- зольність середня $A_{\text{ср}}^d$ і гранична $A_{\text{гр}}^d$;
- вміст вологи граничний $W_{\text{гр}}^r$;
- вміст сірки середній $S_{\text{ср}}^r$.

Середні норми призначені для визначення виконання шахтою показників якості вугілля за місяць. **Граничні норми** призначені для визначення випуску браку підприємством.

Для виконання норм якості в цілому по шахті кожній дільниці встановлюють дільничні норми вмісту видимої породи та зольності. Для забезпечення виконання норм якості вугілля, що добувається, на шахті функціонує відділ технічного контролю (ВТК).

Основні завдання ВТК:

- контроль за якістю, сортністю та маркіруванням вугілля;
- оперативний контроль за дотриманням технології видобутку;
- проведення заходів щодо поліпшення якості вугілля, що видобувається.

ВТК очолює начальник відділу, який підпорядковується директору шахти.

Для визначення показників якості вугілля, що видобувається, здійснюють їх випробування.

Випробуванням називають сукупність операцій по відборі, підготовці та дослідженню проб вугілля, для визначення їх складу та показників якості.

Пробою називається деяка частина (порція) корисної копалини, що відібрана за визначеними правилами від спільної його маси, достатня для даного виду випробувань, яка відображає з точністю властивості корисної копалини.

Якість вугілля залежить від потужності та структури пласта вугілля, кута падіння, міцності породи та технології видобутку.

Пластовими називають проби, які відбирають з пласта вугілля. Така проба характеризує якість пласта в точці відбору та складається з пластово-диференціальної та пластово-промислової проб.

Пластово-диференціальна проба (рис.22) характеризує якість кожної окремої пачки та кожного породного прошарка потужністю більше 10 мм.

Пластово-промислова проба (рис.22) характеризує якість всіх пачок та породних прошарків, які виймаються разом.

Пластово-фракційна проба характеризує якість пласта по вмісту чистого вугілля.

Пластові проби відбираються відповідно ДСТУ співробітник ВТК, під керівництвом головного інженера шахти, за участю представників інспекції по якості. Пластові проби відбирають щоквартально в кожній очисній виробці.

Пластові проби забороняється брати в місцях геологічних порушень.

Процес взяття проб: перед відбором пластової проби поверхню пласта вирівнюють, ґрунт ретельно очищають і на нього розстилають брезент для збору матеріалу.

Вруб здійснюється механізованим способом, в напрямку перпендикулярному нашаруванню, за допомогою механічної пилки. Залежно від конструкції робочого органу перетин врубу може мати трикутну форму розмірами 15 см або квадратну форму розмірами 20 см. Відстань між врубами має бути не менш подвійної ширини.

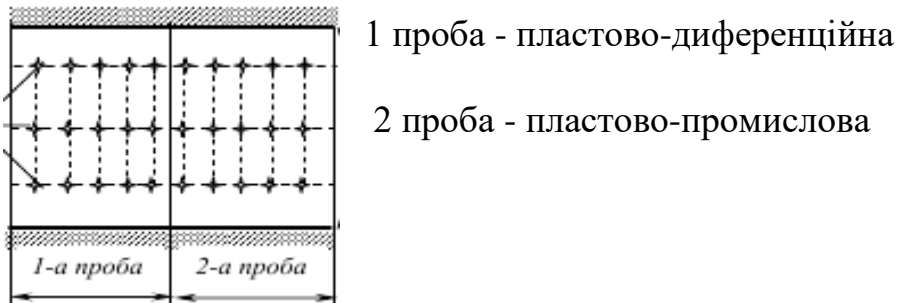


Рис. 22 - Схема взяття пластових проб

При відборі пластово-диференційної проби матеріал складають в окремий мішок, нумерують літерою Д кожна пачка вугілля та породні прошарки.

При відборі пластово-промислової проби пачки вугілля та прошарки збирають в один мішок, на який кріпиться ярлик, ставиться літера П та вказують всі пачки які увійшли в пробу (П-1,2,3). Після відбору проб, мішки відправляють в лабораторію. Результати відбору та аналізу проб оформлюють актом.

Експлуатаційна проба характеризує гранулометричний склад та якість добутого вугілля і призначені для ситового аналізу.

Товарні проби характеризують якість палива, відправленого споживачу. Залежно від призначення товарні проби розділяють на:

- *розрахункові* – для розрахунку за паливо;
- *контрольні* – для визначення можливості відправлення палива, якщо виникає сумнів по якості.

Партією називають певну кількість палива, яку випробували та відвантажили одному споживачу.

Контрольні питання:

1. Розкрийте поняття проба ?
2. Що називають товарною пробкою?
3. Чим відрізняється пластово-промислова проба від пластово-диференційної?
4. Перелічить основні завдання ВТК?
5. Що називають партією?

7.2 Організація технічного обслуговування обладнання на ЗФ

Метою технічного обслуговування устаткування є попередження передчасного його зносу шляхом забезпечення режимів роботи відповідно до паспортних або проєктних даних, належного догляду, змащення та регулювання, своєчасного виявлення й усунення несправностей, розробки і впровадження заходів щодо його вдосконалення.

Технічне обслуговування не є поточним або капітальним ремонтом, реконструкцією, модернізацією, технічним переозброєнням чи іншим видом поліпшення основних фондів.

Впровадження системи технічного обслуговування обладнання на ЗФ забезпечує:

- виконання правил і норм з технічного обслуговування агрегатів, машин і механізмів та організацію контролю за їх дотриманням;

- організацію контролю технічного стану устаткування, а також обліку й аналізу витрат на його технічне обслуговування;

- планування та проведення періодичних оглядів устаткування силами інженерно-технічного персоналу;

- установлення та дотримання норм технічного обслуговування устаткування в міжремонтний період;

- визначення складу робіт з технічного обслуговування з урахуванням умов експлуатації устаткування;

- організацію матеріально-технічного забезпечення матеріалами, запасними частинами та змінним устаткуванням, необхідними для утримання устаткування в справному стані.

Технічне обслуговування устаткування передбачає: перевірку технічного стану, виконання робіт для підтримки його належного зовнішнього вигляду, заправку експлуатаційними рідинами, усунення виявлених несправностей.

Технічне обслуговування устаткування виконується в планово-обов'язковому порядку відповідно до затвердженого графіка технічного обслуговування ЗФ.

Періодичність та тривалість технічного обслуговування окремих видів устаткування встановлюється цехом, погоджується з головним механіком та затверджується головним інженером ЗФ.

Роботи, що проводяться для підтримки устаткування в працездатному стані, повинні проводитися відповідно до правил технічної експлуатації устаткування.

Устаткування, для якого немає правил технічної експлуатації, обслуговується відповідно до інструкцій з експлуатації, які розроблюються підприємством самостійно на підставі паспортів, проєктних даних та діючих нормативних документів та затверджуються керівництвом підприємства.

Усе устаткування виробничих цехів має бути закріплене за визначеними бригадами (й окремими особами в середині бригади) ремонтного, чергового й експлуатаційного персоналу цеху. Закріплення устаткування не знімає з

експлуатаційного та чергового персоналу відповідальності за його працездатність протягом зміни.

Технічне обслуговування устаткування виконується ремонтним, черговим та експлуатаційним персоналом ремонтних та виробничих цехів відповідно до посадових інструкцій з метою виявлення й усунення несправностей, що можуть викликати поломки й аварійний вихід устаткування з ладу.

Стан устаткування цеху протягом зміни, експлуатаційний та черговий персонал повинен фіксувати в журналах приймання й передачі змін, а також у вахтових журналах машиністів вантажопідйомних машин.

У журналах мають бути зафіксовані:

- ✓ результати оглядів закріпленого устаткування відповідно до затвердженого графіка;
- ✓ стан устаткування протягом зміни, дефекти та несправності, що порушують його працездатність або безпеку умов праці;
- ✓ заходи, здійснені для усунення дефектів та несправностей;
- ✓ випадки порушення правил технічної експлуатації устаткування.

Дані журналів використовуються для визначення обсягу й переліку робіт з усунення несправностей у цій зміні, а також при найближчій зупинці устаткування на плановий ремонт.

Експлуатаційний і черговий персонал протягом зміни зобов'язаний:

вести систематичне спостереження за роботою устаткування, перевіряти показання контрольно-вимірювальних приладів, ступінь нагрівання вузлів тертя і достатність надходження до них мастильних матеріалів, робити регулярні записи в журналі приймання-передавання змін;

здійснювати огляди устаткування на закріплених ділянках відповідно до графіків, затверджених головним механіком ЗФ;

здійснювати заміну змінного устаткування, окремих деталей, запасних частин і технологічних пристроїв, виконувати найпростіші електрозварювальні роботи для відновлення надійності з'єднань елементів металоконструкцій;

усувати дрібні несправності й неполадки в роботі устаткування, виконувати ревізію деталей і вузлів з метою запобігання виходу їх з ладу, використовуючи для цього міжзмінні зупинки, внутрізмінні технологічні паузи, а при потребі, спеціально зупиняючи для цього устаткування відповідно до діючих правил його зупинки;

здійснювати регулювання пристроїв, механізмів, схем і систем;

здійснювати змащення вузлів тертя устаткування мастильними матеріалами призначеного сорту в установленому режимі і контролювати подачу їх централізованими системами густого і рідкого мащення;

перевіряти кріплення контрвантажів, кришок підшипників, редукторів, корпусів механізмів, важелів, шестерень відкритих передач та інших деталей і вузлів машин, ослаблення яких може викликати аварійну зупинку агрегата, у разі потреби закріплювати болтові і шпонкові з'єднання;

стежити за безупинним надходженням води для охолодження механізмів і стиснутого повітря до пневматичних циліндрів, перевіряти справність деталей і вузлів магістралей води, стиснутого повітря і мащення;

перевіряти, чи немає витоку мастила із зубчастих муфт, редукторів, картерів і інших ємностей, перевіряти ступінь нагрівання вузлів тертя машин, наявність мастила у ванних картерних системах, характер шуму в редукторах, зубчастих передачах і підшипниках, вживати заходів з усунення виявлених несправностей;

оглядати сталеві канати, перевіряти і регулювати натяг ланцюгів, транспортерних стрічок, у разі потреби робити заклеювання, проклепування або заміну стрічок, з'єднання або заміну ланцюгів;

стежити за наявністю, справністю і кріпленням огорожень, у разі потреби проводити роботи з їх відновлення.

Робітники експлуатаційного персоналу повинні бути забезпечені необхідним інструментом та запасними деталями для усунення несправностей, що є типовими для обслуговуваного устаткування. У разі, якщо вони самі не в змозі ліквідувати несправність, вони зобов'язані викликати з цією метою бригадира чергових слюсарів або чергового слюсаря. При виявленні несправності, що може спричинити аварію або тривалий простій устаткування, необхідно повідомити про це механіка цеху і начальника зміни та зупинити устаткування для проведення аварійного ремонту.

При прийманні-передаванні зміни оглядати устаткування зобов'язані чергові слюсарі (за ділянками), машиністи (оператори) та їхні помічники й збагачувальники широкого профілю; усі вони повинні завчасно, до початку зміни, перебувати на робочих місцях.

При оглядах під час приймання змін необхідно:

- ✓ перевіряти деталі, вузли і механізми, у роботі яких під час попередньої зміни виявлені дефекти й несправності;
- ✓ перевіряти надійність кріплення вузлів і деталей, ослаблення яких при подальшій роботі може викликати аварію або зупинку устаткування;
- ✓ перевіряти справність мастильних пристроїв, наявність у них мастильного матеріалу, чи немає витоку мастила, тощо;
- ✓ визначати за характером шуму стан відповідальних зубчастих зчеплень і редукторів, а також наявність ненормальних вібрацій і поштовхів в елементах приводу;
- ✓ перевіряти наявність інструменту і пристроїв, запчастин і справність захисних огорожень;
- ✓ перевіряти чистоту устаткування і робочого місця;
- ✓ у разі потреби усувати несправності і неполадки, виявлені в процесі перевірки роботи устаткування.

Технологічний і ремонтний персонал під час приймання змін, профілактичних оглядів і проведення профілактик зобов'язаний проводити складання, очищення устаткування.

Інженерно-технічний персонал ремонтної служби ЗФ зобов'язаний періодично перевіряти технічний стан устаткування цехів. Перевірку проводити відповідно до графіка, затвердженого головним механіком ЗФ.

Щороку за місяць до початку планованого року заступник начальника цеху з устаткування (механік) складає графік технічних оглядів устаткування цеху і графіки технічного обслуговування його ремонтним персоналом. Ці графіки погоджуються з начальником цеху і затверджуються головним механіком ЗФ.

Результати оглядів і всі зміни в стані устаткування повинні бути занесені в журнал стану відповідного устаткування.

З метою підвищення ефективності роботи устаткування, попередження аварійних випадків його зупинки необхідно проводити періодичне діагностування його технічного стану.

Устаткування, що вичерпало свій ресурс, відповідно до вимог нормативних документів з охорони праці визначене як травмонебезпечне, повинно пройти експертизу технічного стану.

При цьому визначаються:

стан і відповідність параметрів устаткування нормативним значенням;

місця і причини ушкодження устаткування;

додатковий ресурс експлуатації устаткування до виходу на ремонт або до списання;

можливість продовження безпечної експлуатації устаткування;

устаткування, що не відповідає вимогам безпеки.

Контрольні питання:

1. Що передбачає технічне обслуговування обладнання на ЗФ?
2. Що забезпечує впровадження системи технічного обслуговування обладнання на ЗФ?
3. Що оглядають під час приймання змін чергові слюсарі?
4. Що повинні робити протягом зміни експлуатаційний та черговий персонал?
5. Хто виконує технічне обслуговування устаткування на ЗФ?

Тема 8. Охорона навколишнього середовища

8.1 Джерела забруднення та основні заходи по зниженню рівня забруднення навколишнього середовища на збагачувальних фабриках

Одним із найважливішим фактором зменшення забруднення навколишнього середовища – удосконалення виробничих процесів. Виробництво повинно бути безвідходним, а відходи – повинні стати корисною сировиною для інших галузей промисловості.

Безвідходна технологія переробки корисних копалин передбачає такі аспекти цієї проблеми: комплексне використання корисних копалин; переведення збагачувальних фабрик на безстічну технологію; утилізація відходів збагачення. Комплексне використання корисних копалин – один з найважливіших напрямків розвитку гірничодобувної промисловості. Але вимоги до комплексного використання мінеральної сировини дуже складні, тому для їх вирішення необхідно застосовувати найбільш ефективні технологічні процеси. Рівень комплексного використання сировини може бути показником технічного розвитку галузі. Використання оборотного водопостачання збагачувальних фабрик дозволяє скоротити споживання чистої води. Повний перехід фабрик на оборотне водопостачання в значній мірі запобігає забрудненню навколишнього середовища. Одна з проблем при збагаченні корисних копалин – раціональне використання відходів, зберігання яких пов'язане зі значними матеріальними витратами. Відходи можуть бути використані при виготовленні будівельних матеріалів та добрив, у керамічній та скляній промисловості. Разом з цим вміст корисних компонентів у відходах повинен бути мінімально можливим, тому що втрати у відходах стають безповоротними після їх використання в інших галузях промисловості. Важливе значення для охорони навколишнього середовища має раціональне розміщення джерел забруднення (винесення промислових підприємств з великих міст, розміщення промислових підприємств з урахуванням рози вітрів і топографії місцевості, створення санітарних зон навколо підприємств) і очищення стоків промислових підприємств від шкідливих домішок.

Збагачувальні фабрики споживають на технологічні потреби значні об'єми води від 3 до 8 м³/т сировини. Збільшення збагачувальною фабрикою об'єму водоспоживання приводить до збільшення обсягу стічних вод. З метою зниження об'ємів стічних вод збагачувальні фабрики повинні повністю перейти на оборотне водопостачання. Крім того, внаслідок посилення заходів щодо охорони водних ресурсів все актуальнішою стає проблема очищення стічних вод збагачувальних фабрик. Хімічний склад стічних вод залежить від характеру корисної копалини, що перероблюється, наявності токсичних флотаційних реагентів та застосованого методу збагачення. До стоків збагачувальних фабрик відносять флотаційні відходи, зливи згущувачів, фільтрати вакуум-фільтрів. Стічні води фабрик з гравітаційними процесами, забруднені в основному грубодисперсними домішками, що складаються з породних частинок різної крупності. У стічних водах флотаційних фабрик містяться флотаційні реагенти – збирачі, спінювачі та модифікатори.

Природне очищення стічних вод збагачувальних фабрик відбувається в басейнах-сховищах, де під дією сили ваги тверда фаза відходів осаджується, а прояснений злив через водозабірні пристрої безперервно відкачується на збагачувальну фабрику та використовується як оборотна вода або частково скидається у природні водойми. Видалення грубодисперсних частинок, які містяться у стічних водах, здійснюють за одну або дві стадії: за першу – відділяють на решітках та ситах найбільш крупні частинки, за другу – відстоюванням у полі сил тяжіння та відцентрових сил видаляють тонкі частинки. Для збільшення швидкості осадження тонких частинок в стічні води додають коагулянти і флокулянти. Також в басейнах-сховищах крім відстоювання води відбувається розкладення шкідливих домішок. При відстоюванні у басейні-сховищі під дією температури та кисню повітря, сонячної радіації, біологічних і інших факторів концентрація реагентів в стічних водах зменшується.

До хімічних методів очищення стоків відносять нейтралізацію кислот та окиснення різних мінеральних сполук. У стічних водах збагачувальних фабрик можуть бути присутніми мінеральні кислоти. Частіше в них присутня сірчана кислота, що додається у флотаційний процес як регулятор середовища. Основний реагент, що застосовується для нейтралізації кислих стічних вод, – гашене вапно. Кислі води нейтралізують також лугами і їхніми відходами, крейдою, магнезитом, мармуром і меленим вапняком. Незважаючи на дешевизну вапняку, цей метод має ряд недоліків, головний з яких – невелика швидкість реакції між кислотою і частинками вапнякової суспензії. Нейтралізація води звичайно настає через 15 – 20 хв. після введення вапна у стічні води.

Контрольні питання:

1. Перелічить основні джерела забруднення навколишнього середовища на ЗФ?
2. Що передбачає безвідходна технологія переробки корисних копалин?
3. Від чого залежить хімічний склад стічних вод на ЗФ?
4. Які процеси відносяться до природного очищення стічних вод збагачувальних фабрик?
5. Що відноситься до хімічних методів очищення стоків на збагачувальних фабриках?

8.2 Рекультивация земель, занятых отходами обогащения

Землі, які використовуються для зберігання відходів збагачення, займають значні площі та служать джерелом забруднення навколишнього середовища газами та пилом. Зменшення земельних площ, відчужуваних для зберігання відходів, досягається застосуванням різних схем обробки відходів збагачення. Найпростішою є схема зі згущенням відходів флотації до вмісту твердого $700 - 800 \text{ кг/м}^3$, після чого вони змішуються з породою гравітаційного відділення в співвідношенні 1:4 (по масі). Якщо отримана суміш виявляється не достатньо зневодненою, у суміш додають негашене вапно в кількості 1 – 10 кг/т. Підготовлену в такий спосіб суміш відходів можна транспортувати автосамоскидами в плоскі відвали, яри, відпрацьовані кар'єри. Засипані площі після покриття шаром чорнозему піддають рекультиватії. Різновидом розглянутої технології є схема, за якою до згущених відходів флотації для стабілізації суміші флотовідходів з крупною породою додають цемент (6 % від маси твердої фази у відходах).

Перспективною є технологічна схема, що передбачає послідовне зневоднення відходів флотації в циліндроконічних згущувачах та фільтр-пресах та зберігання їх разом з відходами гравітаційного відділення. Маса відходів збагачення, що знаходяться у відвалах, становить десятки мільйонів тонн. Відвали минулих років, які звичайно розташовані поблизу або всередині населених пунктів, є джерелами пило- і газоутворення, а також займають значні площі, що можуть бути використані під забудову.

Породні відвали, що закладаються наново, повинні бути плоскої форми (рис.23). Доцільно розміщувати їх у балках, ярах та відроблених кар'єрах із забезпеченням відводу та пропуску дощових та паводкових вод з обов'язковим зняттям родючого шару. Породні відвали слід розташовувати з підвітряного боку (для вітрів переважного напрямку) відносно житлових будинків, приміщень громадського та комунального призначення.



Рис. 23 – Породний відвал

Усі породні відвали підлягають рекультивації (озелененню рис. 24). Матеріал відвалів може бути сировиною для видобування деяких металів, в тому числі й рідкісних. Можливі такі технологічні рішення по приведенню площ, зайнятих відвалами, у первісний стан або під забудову:

- розробка відвалів з вивозом породи для використання її як закладний матеріал або для заповнення вільних ємностей у кар'єрах;
- гасіння відвальних мас і перетворення териконів у плоскі відвали, озеленення та використання їх як вільних територій, позбавлених зон шкідливого впливу;
- планування породної маси на вільній площі або в межах відвалу;
- осушення, нанесення родючого ґрунтового шару та озеленення територій, зайнятих басейнами-сховищами.



Рис. 24 – Рекультивація породного відвалу

При цьому необхідно попутно здійснювати радіаційний контроль відвалів, а також контролювати інших виділення, які притаманні тим чи іншим гірничим породам, залежно від їх складу.

Контрольні питання:

1. Перелічить схеми обробки відходів збагачення?
2. Де облаштовуються породні відвали?
3. Як облаштовуються породні відвали з урахуванням напрямку вітру?
4. Що таке рекультивація породних відвалів?
5. Якої форми повинні бути породні відвали?

Список літератури

1. Смирнов В.О., Сергєєв П.В., Білецький В.С. Технологія збагачення вугілля : Навч. посібник. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2011. – 476 с.
2. Братичак М.М., Пилєв С.В., Рудкевич М.І. Хімія та технологія переробки вугілля.- Л.: Бескид Біт, 2006. – 256 с.
3. Смирнов В. О., Білецький В. С. Флотаційні методи збагачення корисних копалин. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2010. – 492 с.
4. Смирнов В. О., Білецький В. С. Проєктування збагачувальних фабрик (видання друге) : Навч. посібник. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2008. – 296 с.
5. Білецький В. С., Смирнов В. А.. Переробка і якість корисних копалин. Навч. посібник. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2005. – 324 с.
6. Гірничий енциклопедичний словник. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2001. – Т. 1.– 514 с.
7. Гірничий енциклопедичний словник. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2002. – Т. 2.– 632 с.