

The background of the entire page is a dense, high-magnification photograph of coal particles. The particles vary in size and shape, showing a complex, crystalline structure with many sharp edges and facets. The lighting creates a range of gray tones, from dark charcoal to light gray, highlighting the texture and three-dimensional nature of the coal.

Булава Ю. І., Бачурін Л. Л.

Переробка і якість вугілля

Красноармійськ 2006

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

Ю. І. БУЛАВА
Л. Л. БАЧУРІН

ПЕРЕРОБКА І ЯКІСТЬ ВУГІЛЛЯ

Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 0903
«Гірництво»

Красноармійськ
2006

УДК 622.7:622.33

Рекомендовано Навчально-видавничою радою Донецького національного технічного університету, пр. №3 від 17.06.2005

Рецензенти:

- Б. О. Блюсс, д.т.н., проф., завідувач відділу Інституту геотехнічної механіки НАН України
А. Д. Полулях, д.т.н., начальник Придніпровської лабораторії інституту «УкрНДІВуглезбагачення»
О. М. Туркеніч, д.т.н., проф. кафедри збагачення корисних копалин Національного гірничого університету

Булава Ю. І., Бачурін Л. Л.

Переробка і якість вугілля: Навчальний посібник. – Красноармійськ: КП ДонНТУ, 2006. – 111 с.: іл.

Наведені запитання та відповіді по основним розділам курсу (загальні відомості про копальне вугілля, вуглезбагачувальні фабрики, вуглеприйм і підготування вугілля до збагачення, грохочення вугілля, роздроблення вугілля, падіння твердих тіл у середовищі, гідралічна класифікація, фракційний аналіз і збагачення вугілля, основи гравітаційного збагачення вугілля, збагачення у важких середовищах, збагачення вугілля відсадженням, збагачення вугілля у протиточних гравітаційних апаратах, флотація вугілля, збезводнювання продуктів збагачення, фільтрування продуктів флотації і шламу, згущення шламів і освітлення оборотної води, знепилювання, знешламлювання і пиловловлювання, сушіння вугілля) в рамках дисципліни «Переробка і якість корисних копалин».

Для студентів, що навчаються по напрямку підготовки «Гірництво» (0903).

Табл. 3, іл. 39, літ. дж. 7.

УДК 622.7:622.33

© Ю. І. Булава, Л. Л. Бачурін, 2006

ВСТУП

Вугілля є одним з важливіших видів паливно-енергетичної сировини. Поряд з нафтою і газом, його видобуток у всьому світі щорічно зростає.

Запаси вугілля, які доцільно з точки зору економіки розробляти, дуже великі (на багато разів більше запасів нафти і газу), і в майбутньому вугілля може зіграти головну роль у вирішенні проблеми задоволення ростучої потреби в енергії. Основними споживачами вугілля в нашій державі є теплові електростанції (42 %), чорна металургія (20 %), котельні і комунально-житлове господарство (16 %), інші споживачі.

Поряд із зростанням видобутку, безперервно зростає маса вугілля, що потребує збагачення. Безперервний зріст обсягу вугілля, що збагачується, обумовлений вимогами підвищення його якості. Зріст зольності коксівного вугілля, що видобувається, призводить до росту витрат при його підготовці до коксування, витрат коксу та флюсів при виробництві чавуну і зниженню продуктивності доменних печей. Велика зольність палива знижує коефіцієнт корисної дії агрегатів, що його застосовують, викликає передчасне зношення окремих вузлів устаткування, сприяє засміченню димовими газами оточуючого середовища.

Таким чином, зріст якості вугілля за рахунок зменшення його зольності при видобутку та збагаченні – одна з важливих задач, що стоїть перед вугільною промисловістю.

Учебний посібник по переробці та якості корисних копалин складений у вигляді запитань та відповідей на них. У ньому розглянуто основні розділи даного курсу: загальні відомості про копальне вугілля та вуглезбагачувальні фабрики; вуглеприйм, грохочення та роздроблення вугілля; збагачення у важких середовищах і відсадженням; флотація вугілля, фільтрування продуктів флотації і шламу; згущення шламів і освітлення оборотної води, знепилування, знешламлювання і пиловловлення; сушіння вугілля. Посібник спрямований на стимулювання самостійної діяльності студентів при вивченні курсу по переробці та якості корисних копалин.

ГЛАВА 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КОПАЛЬНЕВЕ ВУГІЛЛЯ

1.1. Що таке копальневі вугілля?

Відповідь. Копальневі вугілля сформувалися з залишків різноманітних рослин, що росли багато десятків і сотень мільйонів років тому в так називаний кам'яновугільний період розвитку Землі. Це тверді горючі породи рослинного походження, що вміщують деяку кількість мінеральних домішок.

1.2. Як розрізняють вугілля в залежності від стадії метаморфізму?

Відповідь. В залежності від стадії метаморфізму розрізняють: буре вугілля, кам'яне вугілля й антрацит, які відрізняються хімічним складом, фізичними властивостями і показниками якості.

1.3. Як вугілля розрізняють за хімічним складом, фізичними властивостями і показниками якості?

Відповідь. Буре вугілля поділяють на дві групи: лігніти і власне буре вугілля.

Буре вугілля має різноманітний колір – від темно-бурого до чорного. Вміст вуглецю 68—80 %, гігроскопічної вологи 25—30 %, вихід летучих речовин більш 45 %, густина 800—1250 кг/м³.

Кам'яне вугілля має чорний колір, теплоту горіння 31—37 кДж/кг, густина 1250—1500 кг/м³, місткість гігроскопічної вологи 3—4 %, вуглецю 80—92 %, летучих речовин – 11—45 %.

Антрацит має чорну зі склоподібним блиском поверхню, гострі краї при зламі, теплоту згоряння 35—38 кДж/кг, вміст вуглецю – 93,97 %, летучих речовин до 6 %.

1.4. З яких петрографічних різновидів складається вугілля?

Відповідь. Вугілля не є однорідною речовиною, а складається з декількох петрографічних різновидів:

дюрен – матове, тверде, маюче шаруватості вугілля, зустрічається у вигляді потужних пачок;

кларен – блискуче вугілля з вираженою смугастою текстурою, зустрічається у вигляді потужних пачок, або навіть цілих шарів;

вітрен – блискуче вугілля, що нагадує кларен, але відрізняється невеличкими розмірами включень, відсутністю включень інших різновидів і більшою густиною;

фюзен – матове вугілля волокнистої будови, по зовнішньому вигляду нагадує здрібнене вугілля, зустрічається у вигляді невеличких лінз на площинах нашарування.

1.5. З чого складаються позначення аналітичних показників твердого палива?

Відповідь. Позначення аналітичних показників твердого палива складаються з:

- 1) символу, що характеризує основний показник палива;
- 2) нижнього індексу – символу, що доповнює характеристику основного показника;
- 3) верхнього індексу – символу, що уточнює стан палива, до якого відноситься відповідна властивість.

1.6. Які основні символи твердого палива, що вони означають, характеризують?

Відповідь. Основні символи: A – зола, S – сірка, W – волога, M – мінеральна речовина, V – летучі речовини, Q – теплота згорання, Y – товщина пластичного шару, Ri – індекс Рога.

При спаленні вугілля мінеральні домішки зазнають хімічні перетворення і утворюють твердий залишок, названий золою (A , %).

Сірка S (%) зустрічається у вугіллях в основному в трьох різновидах: органічна (S_o), піритна (S_p), сульфатна (S_{so4}). У Донбасі вміст сірки коливається від 1 до 7 %. При механічному збагаченні вугілля з нього видаляється частина піритної сірки. Волога (W , %) в вугіллі зустрічається в трьох формах: хімічно зв'язана з вугіллям, зв'язана (W_n), зовнішня (W_{ex}). Зв'язана і зовнішня складають загальну вологу (W_t). Вміст вологи робочого палива (W_t') в кам'яних вугіллях – 3—18 %, у бурих – до 60 %.

Вихід летючих речовин (V^{daf}) на суху беззолну масу коливається від 8 до 55 %.

Питома теплота згорання горючої маси Q_i^{daf} , кДж/кг – кількість тепла, виділеного при повному згоранні 1 кг палива.

Товщина пластичного шару Y , мм – максимальна відстань між межами твердих фаз незміненого вугілля і напівкоксу, де вугілля знаходиться в пластичному стані. Y характеризує коксівність вугілля.

Індекс Рога (Ri) характеризує схильність вугілля до спікання.

1.7. Які є фізичні і фізико-хімічні властивості вугілля?

Відповідь. Густина вугілля – відношення його маси до обсягу. Відрізняють дійсну густину, удавану густину, насипну густину вугілля.

Механічна міцність вугілля характеризується роздроблюваністю, крихкістю, твердістю, тимчасовим опором стиску, а також термічною стійкістю. Загальний показник міцності вугілля – індекс механічної міцності.

Вологоємність вугілля – властивість поглинання вологи – важливий показник для характеристики розмокаємості порід, що вміщують пласт.

Змочуваність вугілля – визначається крайовим кутом змочування, що змінюється від 0° до 180° . Використання властивостей змочування – основа флотаційного методу збагачення вугілля.

1.8. Що передбачає промислова класифікація вугілля?

Відповідь. Вона передбачає розподіл вугілля на різноманітні марки і групи в залежності від його фізико-хімічних властивостей і можливості використання для технологічних або енергетичних цілей.

1.9. Що прийнято у якості основних класифікаційних параметрів?

Відповідь. Це вихід летучих речовин на беззолну масу V^{daf} , %; товщина пластичного шару Y , мм; утримання загальної вологи W_i^r , %.

1.10. Як умовно поділяють всі вугілля?

Відповідь. Поділяють на дві технологічні групи:

Коксуючі – марок Г, Ж, К, ОС

Енергетичні – марок Д, Т, А, Б

Г – газовий, Ж – жирний, К – коксовий, ОС – спіснений спікльвий, Д – довгополуменевий, Т – пісний, А – антрацит, Б – бурий.

1.11. На які класи крупності розподіляється вугілля?

Відповідь. Класифікація вугілля по розміру кусків:

Назва класу	Позначення	Розмір кусків, мм
Плитний	П	100—200 (300)
Крупний	К	50—100
Горіх	О	25—50
Мілкий	М	13—25
Насіннячко	С	6—13
Штиб	Ш	0—6
Рядовий	Р	0—200 (300)

1.12. Які ставляться вимоги до вугілля, що використовується в металургійній промисловості?

Відповідь. Вугілля для коксування повинні мати $A^d = 7—9 \%$, $W_i^r = 5—8 \%$, $S \leq 2 \%$.

1.13. Які вимоги до якості енергетичного вугілля?

Відповідь. Для енергетичних цілей використовуються вугілля, що не придатні для коксування і хіміко-технологічної переробки. У залежності від умов використання кам'яного вугілля і антрацитів для комунально-побутових потреб до них подаються вимоги по зольності і крупності. На електростанціях із тепловугільними топками використовуються вугілля з підвищеною зольністю.

ГЛАВА 2. ВУГЛЕЗБАГАЧУВАЛЬНІ ФАБРИКИ

2.1. Які продукти одержують у процесі механічної переробки рядового вугілля?

Відповідь.

Концентрат – продукт, у якому вміст горючої маси більш високий, ніж у вихідному живленні;

Проміжний продукт (промпродукт) – продукт, у якому вміст зростків вугілля більш високий, ніж у вихідному живленні;

Відходи – продукт, у якому вміст негорючих компонентів більш високий, ніж у вихідному живленні і промпродукті;

Шлам – вугілля крупністю менше 0,5 мм.

Відсів – вугілля, виділене з рядового і не схильне до збагачення.

2.2. Що таке вихідне живлення і рядове вугілля?

Відповідь. Вихідним живленням називається вугілля, подане на машини й в апарати вуглезбагачувальних фабрик.

Рядовим вугіллям називають добуте вугілля, що не піддано опрацюванню.

2.3. Як розрізняють збагачувальні фабрики за цільовим призначенням?

Відповідь. Збагачувальні фабрики для коксівних вугілля; для енергетичних вугілля; для коксівних і енергетичних вугілля.

2.4. На які типи підрозділяються збагачувальні фабрики (ЗФ) у залежності від територіального положення.

Відповідь:

- 1) індивідуальні фабрики (ЗФ), розташовані на одній промисловій площадці із шахтою та збагачують вугілля тільки даної шахти;
- 2) групові фабрики (ГЗФ), що збагачують вугілля декількох (груп) шахт і розташовані на промисловій площадці однієї з них, що має найбільші виробничу потужність і термін служби;
- 3) центральні фабрики (ЦЗФ), що переробляють вугілля групи шахт, але територіально не пов'язані з жодною з них;
- 4) фабрики, що знаходяться у споживачів вугілля, наприклад, при коксохімічних заводах.

2.5. Як розрізняють ЗФ у залежності від середовища, що використовується для здійснення процесу збагачення?

Відповідь.

- 1) ЗФ з мокрими процесами. Розділювальне середовище – вода або магнетитова суспензія.
- 2) Пневматичні ЗФ Розділювальне середовище – повітря.
- 3) Комбіновані ЗФ Крупні класи вугілля збагачують у водяному середовищі, дрібні – у повітряному.

2.6. Які основні цехи мають ЗФ?

Відповідь. Вуглеприйому й вуглепідготовки, головний збагачувальний, флотаційний, сушильний. На пневматичних фабриках останні два цехи відсутні.

2.7. Який має вигляд принципова схема вузлів ЗФ?

Відповідь. Принципова схема збагачувальної фабрики зображена на рис. 2.1.

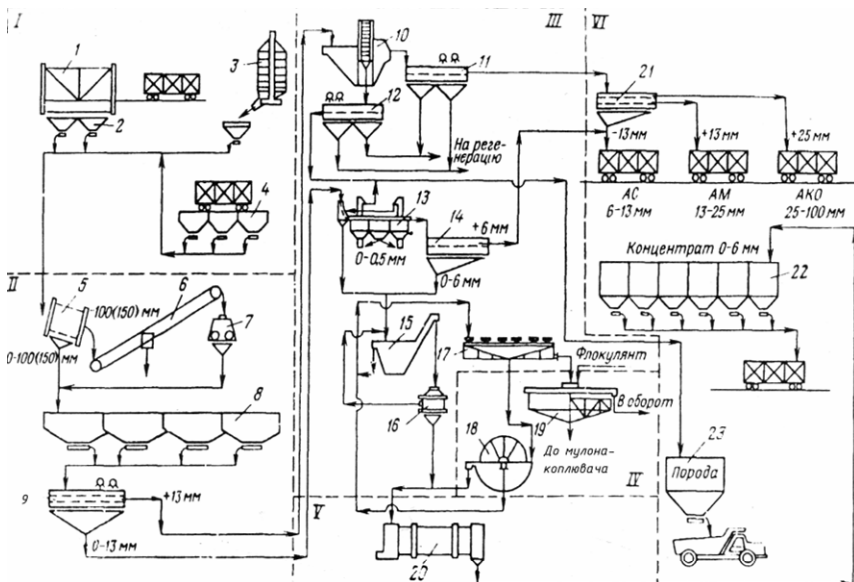


Рис. 2-1 – Принципова схема вузлів збагачувальної фабрики

I – ділянка вуглеприйому; II – ділянка вуглепідготовки; III – ділянка збагачення і зневоднювання; IV – водно-шламове господар-

ство; V – сушильне відділення; VI – ділянка розсортування і навантаження продуктів збагачення.

1 – вагоноопрокидувач; 2 – яма прийому вугілля; 3 – прийом вугілля від шахти; 4 – яма розвантаження несправних вагонів; 5 – грохот; 6 – конвеєр для вибірки сторонніх предметів; 7 – дробарка; 8 – акумулюючі бункера; 9 – грохот для мокрої класифікації; 10 – важкосередовищний сепаратор; 11 – грохот для відмивання магнетиту від концентрату; 12 – грохот для відмивання магнетиту від породи; 13 – відсадні машини; 14 – грохот для збездводнювання концентрату; 15 – багер-елеватор для класифікації шламу; 16 – центрифуга для збездводнювання; 17 – флотаційна машина; 18 – вакуум-фільтр для концентрату; 19 – радіальний згущувач; 20 – сушарка для концентрату; 21 – грохот для поділу концентрату на товарні сорти; 22 – навантажувальні бункера; 23 – породний бункер.

2.8. Як підрозділяються операції обробки, яким піддають на фабриці гірничу масу?

Відповідь. Основні (власне збагачувальні), підготовчі і допоміжні.

2.9. На чому засновані гравітаційні методи збагачення вугілля?

Відповідь: На розходженні в густині, крупності і швидкості пересування шматків вугілля і породи у водяному або повітряному середовищі.

2.10. Що застосовують для збагачення дрібних часток вугілля?

Відповідь. Метод флотації, заснований на різниці в поверхневих властивостях компонентів, що розділяються.

2.11. Що відносять до підготовчих операцій обробки вугілля?

Відповідь. Операції просівання (грохочення) і роздроблення.

2.12. Що відносять до допоміжних операцій обробки вугілля?

Відповідь. Обезпилювання, знешламлювання і збездводнювання вугілля.

2.13. Які показники використовують для оцінки процесу збагачення?

Відповідь:

– вихід продукту γ , %:

$$\gamma = 100 \frac{Q_1}{Q}, \%$$

де Q_1 і Q – маса відповідно отриманого продукту і вихідного живлення, т;

– витяг ε_ϕ , %, даних фракцій у якийсь продукт – відношення маси фракцій що витягаються до маси цих же фракцій у вихідному живленні:

$$\varepsilon_\phi = \frac{\gamma \cdot \beta}{\alpha}, \%$$

де γ – вихід продукту від вихідного живлення, %,

β – утримання даних фракцій у продукті, %,

α – утримання даних фракцій у вихідному живленні, %.

ГЛАВА 3. ВУГЛЕПРИЙОМ І ПІДГОТОВКА ДО ЗБАГАЧЕННЯ

3.1. Яка послідовність операцій від вуглеприйому до передачі вугілля в головний корпус передбачена у типових схемах вуглепідготовчих відділень фабрик?

Відповідь: Вуглеприйом → відділення металевих предметів і деревини → попередня класифікація → дробіння → акумулювання в бункерах → усереднення → передачі вугілля у головний корпус.

3.2. Які засоби вуглеприйому використовують на ЗФ?

Відповідь:

- безпосередньо від шахти через скиповий підйомник і конвеєрний транспорт;
- у залізничних вагонах із розвантаженням їх на вугільних ямах;
- у залізничних вагонах із розвантаженням їх вагонопрокидувачем;
- по пульпопроводам у вигляді гідропульпи;
- від розтинів у автомобільному транспорті.

3.3. Коли застосовують конвеєрний засіб доставки вугілля на ЗФ?

Відповідь: При невеликій відстані між шахтою (розтином) і фабрикою.

3.4. Який граничний кут нахилу стрічкових конвеєрів?

Відповідь: Для рядового вугілля – 20 %, для сортувального крупного – 18 %.

3.5. Вагонопрокидувачі яких типів застосовують на ЗФ?

Відповідь: Роторні і з бічним розвантаженням.

3.6. Як діють роторні вагонопрокидувачі?

Відповідь: Пристрій із роторним вагонопрокидувачем, у якому вісь обертання вагону приблизно збігається з його подовжною віссю. Вагон розвантажують при його повороті без вертикального переміщення.

3.7. Як діють вагоноопрокидувачі з бічним розвантаженням?

Відповідь: При розвантаженні вагон підіймають більше ніж на 4 м над рівнем залізничних колій і перекидають при обертанні навколо осі, розташованої поза вагоном.

3.8. Які використовують маневрові пристрої на ЗФ?

Відповідь: Маневровий пристрій МУ-25, що не вимагаючи ручної праці для зчіпки вагонів одночасно може переміщати до 28 вагонів і маневровий пристрій МУ-25А, що відрізняється від МУ-25 установкою електроустаткування перемінного струму.

3.9. Що застосовують для видалення з гірської маси металевих предметів?

Відповідь: Спеціальне устаткування – залізовіддільники.

3.10. Які типи залізовіддільників застосовують?

Відповідь: Застосовують чотири типи:

- 1) електромагнітний шків ШЕ.
- 2) електромагнітний барабан БЕ-140-100.
- 3) електромагнітний підвісний сепаратор ЕП.
- 4) саморозвантажний підвісний електромагнітний сепаратор ЕПР.

3.11. По якій крупності проводиться попередня класифікація?

Відповідь: На З.Ф, що збагачують коксівні вугілля в відсаджувальних машинах по крупності 100, 125 або 150 мм; при збагаченні вугілля і антрацитів у важкосередовищних сепараторах – 300 мм; в відсадних машинах типу ОМА – 150, 200 і 250 мм.

3.12. Грохоти яких типів застосовують для попередньої класифікації рядового вугілля?

Відповідь: Колосникові, валкові, вібраційні, циліндричні.

3.13. Куди надходить крупний продукт після попередньої класифікації?

Відповідь: Звільнений від сторонніх предметів, надходить у дробарку для доведення до необхідної крупності.

3.14. Які акумулюючі бункера використовують на ЗФ?

Відповідь: Прямокутні бункера з пірамідальними або похилими днищами і циліндричні дозувально-акумулюючі бункера силосного типу.

3.15. Де застосовують прямокутні бункера?

Відповідь: На антрацитових ЗФ, де зберігання сортності грає першочергову роль.

3.16. Які і для чого застосовують бункера силосного типу?

Відповідь: У вугільній промисловості у якості типових прийняті бункера силосного типу дворядні діаметром 19 м, місткістю 2500 або 1600 т у залежності від їх висоти. Для фабрик із меншою потужністю по кількості усередняемого вугілля застосовуються бункера діаметром 9 м, місткістю 1000 т. Такі бункера застосовують при надходженні вугілля з великої кількості шахт і якщо за умовами усереднення потрібна велика кількість працюючих осередків,

3.17. Як зменшують здрібнення вугілля при завантаженні і розвантаженні акумулюючих бункерів.

Відповідь: Для цього застосовують вуглеспускні пристрої, що представляють собою каскадні або спіральні спуски.

3.18. Що таке каскадний спуск?

Відповідь: Каскадний спуск складається з вертикальної металевої конструкції, на якій закріплені східчасто розташовані похилі полки. Завантажене вугілля пересипається по полках, змінюючи напрямок руху. Використання каскадних спусків знижує здрібнення у 5—7 разів.

3.19. Що таке спіральний спуск?

Відповідь: Спіральний спуск встановлюють по центру бункера у вигляді підвісних металевих конструкцій, за допомогою яких забезпечується завантаження бункерів практично без перепадів.

3.20. Які існують норми місткості акумулюючих бункерів?

Відповідь: 19 годин роботи для ЦЗФ; 16 годин роботи для ГЗФ; 8 годин для індивідуальних ЗФ

ГЛАВА 4. ГРОХОЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ

4.1. Як прийнято визначати крупність окремої частки (зерна) вугілля?

Відповідь: Кожну частку неправильної форми можна охарактеризувати трьома розмірами: довжиною l , шириною b , висотою h , обмірюваними по трьох взаємно перпендикулярних напрямках. Крупність окремої частки визначають середнім діаметром:

Середньоарифметичним:

$$d_{cp} = \frac{l+b}{2}, \quad d_{cp} = \frac{l+b+h}{3};$$

середньогометричним:

$$d_{cp} = \sqrt{l \cdot b}; \quad d_{cp} = \sqrt[3]{l \cdot b \cdot h};$$

Крупність частки також умовно характеризують розміром отвору сита.

4.2. Що таке клас крупності?

Відповідь: Класом крупності називають сукупність шматків із розмірами, обумовленими розмірами отворів сит, застосовуваних для виділення цих шматків.

4.3. Як позначається клас вугілля?

Відповідь: Двома цифрами, наприклад 13–25 мм, або однією, наприклад >13 мм або <13 мм.

4.4. Як визначається середня крупність класу та часток сипучої суміші?

Відповідь: Середня крупність класу визначається середньоарифметичним діаметром:

$$d_{cp} = \frac{d_1 + d_2}{2},$$

де d_1 і d_2 – відповідно *min* і *max* розміри часток класу, мм.

Щодо середньої крупності часток сипучої суміші, вона визначається середньоарифметичним діаметром:

$$d_{cp} = \frac{\gamma_1 \cdot d + \gamma_2 \cdot d_2 + \dots + \gamma_n \cdot \gamma_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n} = \frac{\Sigma \gamma d}{\Sigma \gamma};$$

де $\gamma_1, \gamma_2 \dots \gamma_n$ – вихід класів, %;

d_1, d_2, \dots, d_n – середня крупність відповідних класів, мм.

4.5. Що є вихід класу крупності?

Відповідь: Це відношення маси палива одного класу крупності до суми мас усіх класів палива випробуваної проби, виражене у відсотках.

4.6. Що таке гранулометричний склад?

Відповідь: Кількісну характеристику палива по розміру шматків називають гранулометричним складом. Його визначають безпосереднім вимірюванням ($d \geq 150—200$ мм), ситовим (150 мм $> d > 50$ мм), седиментаційним (50 мкм $> d > 5$ мкм) і мікроскопічним аналізами ($d < 5$ мкм).

4.7. Що називають ситовим аналізом, надгратним та підгратним продуктом?

Відповідь: Ситовий аналіз – це засіб визначення гранулометричного складу шляхом розсіву проби палива на ситах. Сукупність шматків палива, що після просіювання залишилися на ситі, називають надгратним продуктом, а минувших отвори сита – підгратним продуктом.

4.8. Яке призначення ситового аналізу?

Відповідь: Визначення виходу і якості окремих класів вихідного вугілля і продуктів збагачення; визначення ефективності роботи грохотів, дробарок і інших апаратів; розрахунок технологічних схем збагачення.

4.9. Як здійснюють ситовий аналіз?

Відповідь: Пробу з розміром шматків більш 1 мм розсіюють на стандартних ситах з отвором розміром 100; 50; 25; 13; 6; 3; 1 мм. Класи більш 25 мм піддають вуглерозробці з виділенням вугілля, зростків, породи, піриту. Масу класів і продуктів визначають зважуванням із точністю до 0,1 кг. Від кожного класу і продукту відбирають пробу для визначення їх якості. Результати ситового аналізу заносять у таблицю:

Таблиця результатів ситового аналізу

Клас крупності, мм, продукт	Маса, кг	Вихід класу продукту, %	Сумарний вихід надгратного продукту, %	Зольність, %
...
...

4.10. Як визначається вихід класів і продуктів вуглерозробки?

Відповідь: Вихід визначають, ділячи їх масу на масу проби. Сумарний вихід надгратного продукту визначають послідовним підсумовуванням виходів класів поверх. Сумарний вихід і зольність окремих класів, а також усього вугілля визначають по формулах балансу

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n = \Sigma\gamma,$$

$$A^d = \frac{\gamma_1 + A_1^d + \gamma_2 A_2^d + \dots + \gamma_n A_n^d}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n} = \frac{\Sigma\gamma A^d}{\Sigma\gamma},$$

де $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ – вихід відповідних класів, %;

A_1, A_2, \dots, A_n – зольність відповідних класів, %.

4.11. Що називають кривою гранулометричного складу палива, що по ній визначають?

Відповідь: Графічне зображення сумарного виходу класів крупності палива в залежності від граничної крупності класів називається кривою гранулометричного складу палива (рис. 4.1). По цій кривій визначається вихід будь-якого класу, що не ввійшов в таблицю ситового аналізу.

4.12. Що характеризує форма кривої ситового аналізу?

Відповідь: Опукла форма кривої показує переважання в поліві крупних класів, ввігнута – дрібних класів, пряма – рівномірний розподіл часток по крупності.

4.13. Що таке грохочення та класифікація вугілля?

Відповідь: Грохочення – це процес класифікації вугілля на поверхнях, що просівають.

Класифікацією називають поділ вугілля на класи.

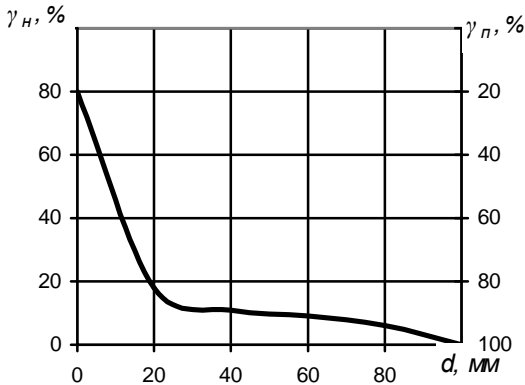


Рис. 4-1 – Крива гранулометричного складу: $\gamma_n, \%$ – сумарний вихід надгратних продуктів, $\gamma_p, \%$ – сумарний вихід підгратних продуктів,

4.14. Що називають шкалою грохочення і модулем шкали?

Відповідь: Послідовний ряд розмірів отворів сит (від великих до малих), застосовуваних при просіванні, називають шкалою грохочення (класифікації), а постійне відношення розмірів отворів суміжних сит – модулем шкали.

4.15. На які види розрізняються грохочення за технологічним призначенням?

Відповідь: Попереднє, підготовче, остаточне, допоміжне і збезднююче.

4.16. Що таке попереднє, підготовче, остаточне, допоміжне і збезднююче грохочення?

Відповідь:

- попереднє грохочення – відділення значних шматків від рядового вугілля для їхнього наступного роздроблення.
- підготовче грохочення – поділ вугілля на продукти, призначені для наступного збагачення.
- продукти підготовчого грохочення називають машинними класами.
- остаточне грохочення – поділ вугілля на класи крупності, розміри і якість яких відповідають стандартам і яке призначене для використання в якості готової продукції.

- допоміжне грохочення – виділення дрібноти перед роздробленням або перед відправленням сортового палива споживачам.
- збезводнююче грохочення – видалення основної маси води, що утримується в оброблювальному матеріалі, а також відділення суспензії й знешламливання на грохотах.

4.17. Як розрізняються грохочення по засобам виділення машинних класів?

Відповідь:

- сухе – без застосування обробного середовища або з застосуванням у якості його спеціально подаваного повітря;
- мокре або гідрогрохочення – із застосуванням у якості обробного середовища спеціально подаваної води;
- комбіноване – послідовне сполучення сухого і мокрого грохочення.

4.18. Які розрізняють засоби виділення класів у залежності від розташування сит на грохоті?

Відповідь:

- від дрібного до крупного – сита розташовані послідовно в одній площині; перемивання матеріалу відбувається від сит з меншими отворами до сит з великими отворами. (рис. 4.2, а);
- від крупного до дрібного – сита на грохоті розташовані каскадно, одне під іншим (рис. 4.2, б); прямування вугілля відбувається від сит з великими отворами до сит із меншими отворами;
- комбінований (рис. 4.2, в) – за своїми перевагами і недоліками займає проміжне положення між двома попередніми засобами грохочення.

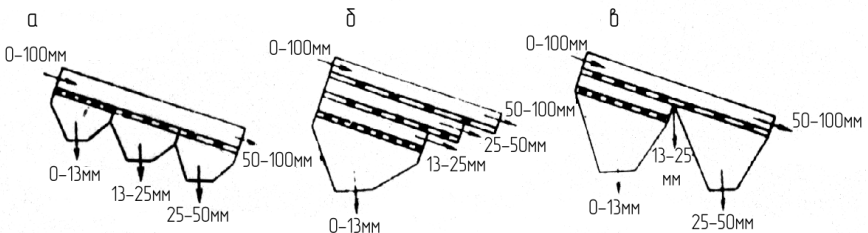


Рис. 4-2 – Засоби відділення класів

4.19. Які решета і сита застосовуються у збагаченні?

Відповідь: Колосникове решето, аркушеві сита, дротові сита, гумові сита струнного типу, секційні сита «Ажур» і «Поліриф», сита струнно-тросові, сита струнно-дротові, сита струнно-еластичні самоочисні, щілинні сита, тканинні сітки.

4.20. Де застосовують колосникові решета?

Відповідь: На ямах привізного вугілля для попереднього грохочення, а також для мокрого грохочення.

4.21. Що таке коефіцієнт живого перетину решета (сита)?

Відповідь: Це відношення площі всіх отворів до загальної площі решета (сита).

4.22. З чого виготовляють і де застосовують аркушеві сита?

Відповідь: Сита виготовляють з аркушевої сталі зі штампованими або пробуравленими отворами. Застосовують на грохотах для попереднього і підготовчого, сухого і мокрого грохочення.

4.23. З чого виготовляють і де застосовують дротові сита?

Відповідь: Сита виготовляють із сталевого дроту з квадратними і рідше з прямокутними отворами шириною 1000, 1250, 1500, 1750, 2000 мм і поставляють у вигляді карт або в рулонах. Довжина карт до 5000 мм. Дротові сита застосовують для класифікації на середні і дрібні класи.

4.24. Що таке щілинні сита, і де їх застосовують?

Відповідь: Щілинні сита виготовляють із латуні або нержавіючої сталі трапецієподібного перетину. Розмір отворів сит 0,3; 0,5; 0,75 і 1,0 мм. Вони міцні, але мають малий коефіцієнт живого перетину (9—27 %). Їх застосовують для збезводнення продуктів збагачення.

4.25. Які фактори впливають на процес грохочення?

Відповідь: Розмір і форма отворів сита і часток гірничої маси, відносна площа живого перетину сита, утримання у вихідному матеріалі важких зерен, вологи і глинистих домішок, кут падіння часток на сито, їх густина, відносна швидкість і напрямок прямування, а також товщина шару вугілля, що класифікується.

4.26. Як впливає розмір отворів сита на процес грохочення?

Відповідь: Він впливає на процес прямування часток уздовж сита і їхнє проходження через отвори. Частки розміру, значно мен-

шого розміру отвору сита, легко проходять крізь них. Частки близькі до розмірів отворів сита, дуже затрудняють процес грохочення. такі частки називають важкими, їх розмір знаходиться в межах 0,75—1,5 розміру отворів сита.

4.27. Як впливають швидкість прямування часток по сити, кут нахилу сита і його товщина на процес грохочення?

Відповідь: Швидкість прямування часток впливає на їхнє проходження через отвори. Зі зменшенням розміру отворів сита швидкість зменшується.

Кут нахилу сита і його товщина впливають на розміри часток підгратного продукту. З збільшенням кута нахилу сита і його товщини зменшується розмір часток, що проходять крізь отвори.

4.28. Як впливають питома продуктивність, гранулометричний склад, форма зерен, вологість та довжина сита на процес грохочення?

Відповідь: Якщо крупність нижнього (підгратного) продукту набагато менше розміру отворів сит, то грохочення відбувається ефективно. Ефективність грохочення максимальна при вмісті підгратного продукту у вихідному від 60 до 80 %, а потім знижується. Матеріал, що складається з зерен пластинчастої і продовгуватої форми, менш сприятливий для грохочення, ніж із зерен округлої і кубоподібної форми.

Підвищена вологість матеріалу призводить до злипання дрібних часток між собою, налипання їх на крупні шматки і замазування отворів сита.

Різде зниження ККД і питомої продуктивності відбувається при утриманні вологи більше 7 %. При волозі більше 12 % і мокрому грохоченні ККД зростає до 95 %.

Для одержання розсіву з ефективністю до 95 % оптимальна довжина сита знаходиться в межах 5,5—6,5 м.

4.29. Як класифікують грохоти: 1) по характеру прямування, 2) розташуванню, 3) відповідно до форми поверхні, що просіває?

Відповідь: 1) Грохоти поділяють на нерухомі, з прямуванням окремих елементів поверхонь, що просівають, і рухливі; 2) грохоти поділяють на похилі і горизонтальні; 3) грохоти поділяють на плоскі, з перемінним кутом нахилу, дугові, конічні, циліндричні (барабанні).

4.30. Як поділяють рухомі грохоти у залежності від насипної густини?

Відповідь: На три типи: легкі, середні і важкі.

4.31. З чого складається нерухомий колосниковий грохот для сухого грохочення, і де його застосовують?

Відповідь: Грохот складається з колосників, скріплених між собою поперечними стержнями з гайками на кінцях. Стержні проходять через отвори в колосниках, між якими встановлені розмірні трубки для фіксації розмірів отворів між колосниками.

Розмір отворів решета не менше 50 мм. Кут нахилу колосникового грохоту 25—45°. Ці грохоти застосовують для попереднього грохочення, відділення значних шматків при розвантаженні вугілля на приймальних устроях.

4.32. З чого складається інерційний грохот, яких типів його випускають і де застосовують?

Відповідь: Інерційний грохот складається з похило розташованого короба із ситами, дебалансного вібробуджувача, пружинних амортизаторів, електродвигуна і клиноремінної передачі.

Інерційні грохоти з дебалансним вібробуджувачем випускають легкого (ГІЛ-42 і ГІЛ-43) і важкого типів (ГІТ-51 і ГІТ-71).

Грохоти легкого типу застосовують для підготовчого і остаточного грохочення вугілля і антрацитів.

Грохоти важкого типу застосовують для попереднього грохочення.

4.33. Для чого призначені грохоти інерційні самобалансні легкого типу (ГІСЛ)?

Відповідь: Грохоти типу ГІСЛ призначені для збезводнювання, знешламлювання, мокрого і сухого грохочення вугілля, а також відмивання суспензії від продуктів збагачення.

4.34. З чого складаються легкі грохоти циліндричного типу (ГЦЛ), де їх застосовують?

Відповідь: Грохоти типу ГЦЛ складаються з похилої рами, чотирьох ковзанок, барабана, бічна поверхня якого виконана у вигляді багатозаходної спіралі Т-образного перетину. Відстань між витками визначає розмір шматків підгратного продукту. Ці грохоти застосовують для попереднього грохочення.

4.35. З чого складаються шнекові грохоти, як вони працюють і для чого застосовуються?

Відповідь: Грохоти типу ГШ-500 і ГШ-1000 призначені для підготовчого грохочення вологого вугілля по граничному зерну 13 мм (ГШ-500) і 25 мм (ГШ-1000). Робочий штахет грохоту складається з трьох однакових каскадів, кожний із яких включає систему валів-шнеків правого і лівого виконання. Вихідний матеріал надходить на грати і транспортується по їх поверхні завдяки обертанню шнеків. Дрібний матеріал провалюється між валами в підгратний продукт.

4.36. Для чого застосовують дугові і конічні грохоти?

Відповідь: Конічні грохоти застосовують для знешламлювання живлення відсадних машин, збезводнювання грубозернистих матеріалів і класифікації шламів перед флотацією. Дугові грохоти застосовують для класифікації вугільної пульпи, відділення магнетиту від продуктів збагачення в багатосередовищних гідроциклонних комплексах. Дугові грохоти в залежності від способу живлення поділяються на напірні (подача насосом) і безнапірні (подача самопливом).

ГЛАВА 5. РОЗДРОБЛЕННЯ ВУГІЛЛЯ

5.1. Що називають роздробленням та дробленістю вугілля, від чого залежить дробленість вугілля?

Відповідь:

Роздробленням називають процес руйнації часток вугілля під дією зовнішніх механічних зусиль для одержання продукту заданої крупності.

Дробленість вугілля характеризує здатність його руйнуватися при заданих навантаженнях і визначеній крупності. Вона залежить від стадії метаморфізму, петрографічного складу, ступеню мінералізації, твердості, міцності, тривкості, крихкості, тріщинуватості тощо.

5.2. Які є види роздроблення?

Відповідь: Розрізняють три види роздроблення:

- 1) самостійне – продукти роздроблення є кінцевими (товарними) і не підлягають подальшій обробці;
- 2) підготовче – для підготування вугілля до збагачення;
- 3) виборче – для збагачення по тривкості, коли один із компонентів матеріалу відрізняється незначною тривкістю і руйнується ефективніше іншого.

5.3. Що таке стадія роздроблення і від чого вона залежить?

Відповідь: Стадією роздроблення називають частину загального процесу роздроблення, здійснювану в одній дробильній машині. В залежності від верхньої межі крупності дробленого продукту умовно розрізняють три стадії роздроблення і здрібнювання: значне – до 100—300 мм, середнє – до 25—100 мм, дрібне – до 3—25 мм; здрібнювання – менше 3 мм.

5.4. Що називають ступенем роздроблення?

Відповідь: Ступенем роздроблення j називають відношення максимального розміру D_{max} часток у вихідному живленні до максимального розміру d_{max} часток дробленого продукту:

$$j = \frac{D_{max}}{d_{max}}.$$

Іноді ступінь роздроблення визначають як відношення середніх діаметрів часток вихідного живлення і дробленого продукту:

$$j = \frac{D_{cp}}{d_{cp}}.$$

5.5. Які методи роздроблення використовують для вугілля?

Відповідь: Для вугілля в основному використовують чотири методи роздроблення або їх комбінації:

- 1) роздавлення (рис. 5.1, а) – для значного і середнього роздроблення твердого вугілля і порід;
- 2) розколювання (рис. 5.1, б) – для значного роздроблення крихких рогів з метою одержання меншого виходу дрібниці;
- 3) удар (рис. 5.1, в) для дрібного роздроблення вугілля і промпродукту. При цьому методі одержують великий вихід дрібниці;
- 4) стирання (рис. 5.1, г) – для здрібнювання.

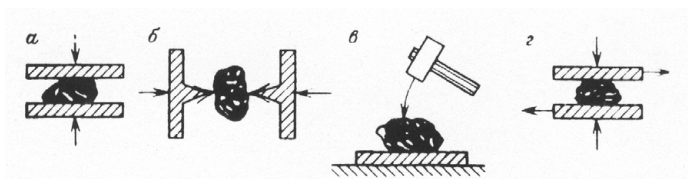


Рис. 5-1 – Методи руйнації вугілля

5.6. Які бувають схеми роздроблення вугілля?

Відповідь: Схеми роздроблення передбачають роздроблення вугілля у відкритому і замкнутому циклах.

При відкритому циклі вугілля пропускають крізь дробарку тільки один раз. Дроблений продукт звичайно містить шматки більше заданого розміру.

При замкнутому циклі дроблений продукт надходить на просівання для відділення дрібного класу. Недодроблений продукт повертають у ту ж дробарку. Продукт, що надходить на повторне роздроблення, називають циркулюючим навантаженням.

5.7. Що таке ефективність роздроблення?

Відповідь: Ефективністю роздроблення $E, \%$ називають відношення кількості утвореного при роздробленні класу заданої крупності до кількості матеріалу у вихідному живленні, що потребує дроблення:

$$E = 100 \cdot \frac{a_{1-S} - a_{1-S}}{a_{>S}},$$

де S – задана крупність роздроблення, мм;

a_{1-S}, a_{1-S} – утримання класу $1-S$ відповідно у вихідному живленні і дробленому продукті, %;

$a_{>S}$ – утримання класу більш S у вихідному живленні, %.

5.8. Від чого залежить процес роздроблення, які гіпотези існують у теорії роздроблення?

Відповідь: Процес роздроблення залежить від крупності і форми часток дробленого матеріалу, його фізико-механічних властивостей (твердості, тривкості, крихкості). У теорії роздроблення є дві основні гіпотези: поверхнева і об'ємна. По одній з гіпотез робота, що витрачається на роздроблення, пропорційна площі і знову утвореній поверхні, по іншій – робота, що витрачається на роздроблення, пропорційна обсягу шматків, що дробляться.

5.9. Як поділяють дробарки в залежності від конструкції й основного засобу роздроблення дробарки класифікують на такі типи:

– **щоківі**, що працюють за принципом роздавлення, розколювання і зламу. Матеріал руйнується між двома поверхнями, одна з яких нерухома;

– **конусні**, що працюють за принципом роздавлення і зламу. Матеріал руйнується між двох конусних поверхонь, одна з яких нерухома;

– **валкові (зубцюваті)**, що працюють за принципом розколювання. Матеріал руйнується між двома валками, що обертаються назустріч один одному;

– **барабанні**, працюючі за принципом удару. Матеріал руйнується при вільному падінні й ударі об корпус обертового барабану;

– **молоткові і роторні**, що працюють за принципом удару швидко обертових біл по матеріалу.

5.10. Де застосовують різноманітні типи дробарок?

Відповідь:

- 1) щоківі дробарки застосовують для роздроблення гірничої маси, що містить крупнокускову породу середньої і вели-

- кої тривкості. Ступінь роздроблення в щоккових дробарках від 4 до 6.
- 2) конусні дробарки застосовують для роздроблення гірничої маси і міцної породи.
 - 3) валкові (зубцюваті) дробарки типу ДДЗ найбільш поширені. Їх використовують для значного і середнього роздроблення гірничої маси з коефіцієнтом міцності по шкалі М. М. Протодьяконова $f \leq 4—6$. Ступінь роздроблення у зубцюватих валкових дробарок $i = 4—6$.
 - 4) барабанні дробарки застосовують для видалення з гірничої маси крупнокускової породи й інших сторонніх предметів.
 - 5) молоткові дробарки застосовуються для дрібного роздроблення промпродукту і рідше для значного роздроблення гірничої маси, роторні – для роздроблення твердих порід.

ГЛАВА 6. ПАДІННЯ ТВЕРДИХ ТІЛ У СЕРЕДОВИЩІ

6.1. Яким буває падіння тіл у середовищі?

Відповідь: Частки, що рухаються у середовищі, відчувають сили опору, що залежать від швидкості прямовання часток, їхнього розміру і густини, а також від фізичних властивостей середовища – густини і в'язкості. Падіння відбувається як у вільних, так і в щільних умовах. Вільно падають ізольовані одна від одної частки в необмеженому середовищі, при цьому вони відчувають тільки опір середовища. Щільне падіння часток відбувається при їхньому масовому осадженні в обмеженому середовищі, у цьому випадку частки, що рухаються, зазнають впливу від інших часток і середовища.

6.2. Як поділяють режими прямовання рідини?

Відповідь: Сила опору середовища тілу, що рухається в ньому, залежить від режимів прямовання, які умовно поділяють на два види: турбулентний і ламіна́рний. Режим прямовання рідини, що обтікає тіло і носить безладний характер із завихренням і різноманітною швидкістю часток рідини, називають турбулентним.

Турбулентний режим прямовання рідини виникає при прямованні часток крупністю більш 2 мм і з великою швидкістю. При такому прямованні переважає опір сили інерції середовища – динамічний опір. Режим прямовання рідини, при якому окремі течії потоку переміщуються паралельно одна іншій і безвідривно обтікають частку, називають ламіна́рним. Цей режим виникає при прямованні часток крупністю менше 0,1 мм. і з малою швидкістю. При такому режимі переважає опір сили тертя – сила в'язкого опору. Різкої межі між ламіна́рним і турбулентним режимами немає. Обидва режими прямовання рідини діють одночасно.

6.3. Чим у гідравліці характеризують режими прямовання рідини?

Відповідь: У гідравліці ці режими характеризуються безрозмірним числом Рейнольдса (Re).

Числом Рейнольдса (Re) називають відношення твору швидкості частки на її діаметр і густину рідини до коефіцієнта в'язкості рідини:

$$Re = \frac{vd\Delta}{\mu},$$

де v – швидкість прямування частки, м/с;

d – діаметр частки, м;

Δ – густина рідини, кг/м³;

μ – коефіцієнт в'язкості рідини, Па·с;

При $Re > 1000$ режим прямування рідини турбулентний, при $Re < 1$ – ламінальний і при $Re = 1—1000$ – хитливий.

6.4. Що таке кінцева швидкість вільного падіння, рівнопадаючі частки і коефіцієнт рівнопадасмості?

Відповідь: У перший момент падіння частка рухається у воді прискорено, тому що її сила ваги більше сили опору середовища. Цей момент дуже малий і вимірюється частками секунди. Незабаром настає рівновага сил і частка рухається рівномірно зі швидкістю v_0 .

Постійна швидкість v_0 падіння частки називається кінцевою швидкістю вільного падіння.

Існують частки вугілля і породи, що мають однакову кінцеву швидкість вільного падіння.

Такі частки називають рівнопадаючими, а відношення їх діаметрів – коефіцієнтом рівнопадіння (e)

$$e = \frac{d_1}{d_2} = \frac{Re_1}{Re_2},$$

де d_1 і d_2 – розміри часток вугілля і породи, що рівнопадають, м;

6.5. Що означає широка і вузька шкала класифікації?

Відповідь: Широкою шкалою класифікації називають шкалу, що перевищує коефіцієнт рівнопадіння. У протилежному випадку шкалу називають вузькою.

6.6. Від чого залежить швидкість щільного падіння і що означає щільне падіння тіл у середовищі?

Відповідь: У практичних умовах вуглезбагачення частки рухаються не вільно, а в масі й в обмеженому просторі, тобто в щільних умовах.

При щільному падінні часток виникає ряд додаткових опорів за рахунок можливої сутички часток, тертя їх одна об іншу й об стінки апарата, виникнення вихідних потоків рідини в проміжках між частками. У разі цього дійсна кінцева швидкість падіння часток у щільних умовах значно менше, ніж при вільному падінні.

$$v_{cm} = v \cdot v_0,$$

де v_{cm} – кінцева швидкість падіння часток рідини в щільних умовах,
 v_0 – кінцева швидкість вільного падіння часток,
 v – коефіцієнт зниження швидкості. $v = 0,08—0,21$ в залежності від положення часток різноманітної крупності в масі, що рухається, згуртованості та ін.

Швидкість щільного падіння залежить від розпушеності маси часток, що рухаються, та кінцевої швидкості їх вільного падіння.

Розпушеність характеризується коефіцієнтом розпушення (ε), що являє собою відношення обсягу пустот між частками зваженого шару до загального обсягу цього шару:

$$\varepsilon = \frac{V_n}{V} = \frac{V - V_m}{V} = 1 - \frac{V_m}{V},$$

де $V_n = V - V_m$ – сумарний обсяг пустот у зваженому шарі, м³,
 V – загальний обсяг зваженого шару, м³,

6.7. Чому дорівнює коефіцієнт рівнопадаємості в щільних умовах і де використовують закони вільного та щільного падіння часток?

Відповідь: Коефіцієнт рівнопадаємості в щільних умовах значно більше (досягає 13—20), ніж при вільному падінні. Це дозволяє збагачувати в одному апараті вугілля із широкою шкалою класифікації, а в деяких випадках і некласифіковане вугілля, що значно спрощує технологічні схеми процесів збагачення. Закони вільного і щільного падіння часток використовуються при розробці процесів гравітаційного збагачення, гідрокласифікації й освітлення шламових вод.

ГЛАВА 7. ГІДРАВЛІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ

7.1. Що є гідравлічною класифікацією, де і коли її застосовують?

Відповідь: Гідравлічною класифікацією називають процес поділу суміші дрібних часток на окремі класи по швидкості їх падіння в потоці води. Гідрокласифікацією застосовують для відділення шламу від дрібного вугілля і визначення гранулометричного складу дрібного вугілля (седиментаційний аналіз). Крупність матеріалу, що піддається гідравлічній класифікації, не перевищує 13 мм.

7.2. Де і як здійснюють гідравлічну класифікацію?

Відповідь: Гідрокласифікацію здійснюють в апаратах, названих гідравлічними класифікаторами, у горизонтальному, вертикальному або криволінійному потоці. У класифікаторах із горизонтальним потоком поділ матеріалу по висоті відбувається в неоднакових умовах. У верхній частині класифікатора пульпа більш рідкіша, у нижній частині відбувається масове осадження зерен. Швидкість поділу матеріалу не є постійною і змінюється від максимального значення при вільному падінні на початку процесу до значення, близького до нуля, наприкінці.

7.3. Що таке гранична крупність та коефіцієнт шкали гідравлічної класифікації?

Відповідь: Граничною крупністю класифікації називають розмір d_n часток вугілля, можливість улучення яких у продукти поділу однакова.

Коефіцієнтом шкали гідравлічної класифікації (e_n) називають відношення послідовних швидкостей потоків води в класифікаторі:

$$e_n = \frac{\omega_n}{\omega_{n+1}},$$

де ω_n – швидкість потоку води в класифікаторі, м/с,

$$\omega_n = \varepsilon^3 v_{oc},$$

де v_{oc} – кінцева швидкість вільного падіння частки граничної крупності, м/с;

ε – коефіцієнт розпушення.

7.4. Як поділяються гідравлічні класифікатори в залежності від засобу розвантаження та за принципом дії?

Відповідь: По засобу розвантаження грубозернистої частини матеріалу розрізняють класифікатори з розвантаженням самопливом (пірамідальні, конічні, гідроциклони, дугові грохоти) і з механічним розвантаженням (елеваторні, скребкові). За принципом дії гідравлічні класифікатори поділяють на відстійні, поділ у яких відбувається під дією гравітаційних сил (пірамідальні, конічні, елеваторні, скребкові), і відцентрові з використанням дії відцентрових сил (гідроциклони, дугові грохоти).

7.5. Для чого застосовують пірамідальні та елеваторні класифікатори, від чого залежить їх ефективність класифікації?

Відповідь: Пірамідальні класифікатори застосовують для класифікації шламів. Ефективність роботи пірамідальних класифікаторів у значній мірі залежить від схеми підключення осередків (рівнобіжна або послідовна). Гранична крупність класифікації при послідовному підключенні осередків завжди на 0,1—0,15 мм більше отриманого при рівнобіжному підключення осередків.

Елеваторний класифікатор застосовують для попереднього збездводнювання дрібного концентрату і класифікації його по граничній крупності 0,5 мм. Ефективність класифікації залежить від продуктивності класифікатора й утримання твердого у вихідній пульпі.

7.6. У чому полягають принцип роботи елеваторного класифікатора та його переваги?

Відповідь: Принцип роботи елеваторного класифікатора заснований на осадженні часток під дією сил ваги. Шлам осаджується разом із відносно крупними зернами концентрату. Вихідне живлення подається безупинно по жолобі в залізобетонний зумпф. Завдяки перегородці пульпа в зумпфі змінює напрямок прямування, створюючи висхідний потік. Частки розміром менше d_c виносяться через зливальний поріг у злив, а розміром більш d_c осідають і за допомогою перфорованих ковшів багер-елеватора вивантажуються з апарата.

Переваги елеваторних класифікаторів – порівняно висока ефективність, можливість підйому матеріалу на необхідну висоту. Недолік – громіздкість.

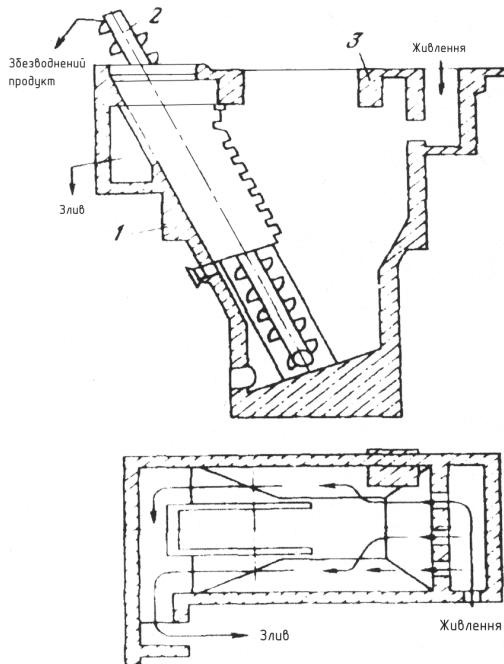


Рис. 7-1 – Схема елеваторного класифікатора: 1 – залізо-бетонний зумпф, 2 – багер-елеватор, 3 - перегородка

Продуктивність W , м³/год. елеваторного класифікатора

$$W = q_1 F,$$

де q_1 – питома продуктивність по пульпі, м³/(г·м²), $q_1 = 25-30$ м³/(г·м²) для часток розміром менше 0,5 мм;

F – площа дзеркала класифікатора, м².

7.7. У чому полягає принцип роботи класифікатора відстійного скребкового типу ДО, та його переваги?

Класифікатор відстійний скребковий типу ДО призначений для класифікації і збезводнювання дрібного концентрату й знешламлиювання вугілля.

Вихідна пульпа подається у ванну.

Внаслідок безупинного надходження пульпи у ванній створюється висхідний потік. Частки крупністю менше d_c видаляються зі зливом через шибєрні пристрої в бічні жолоба. Частки крупністю бі-

льше d_c осідають на дно ванни, шкребки, насаджені на ланцюг, транспортують їх по дну і видаляють по жолобі. При проходженні над щільним ситом матеріал збездводнюється й омивається водою з порскала. Переваги класифікатора типу ДО - компактність конструкції, низька чутливість до коливань завантаження і порівняно висока ефективність класифікації (70—90 %). Відстійні класифікатори застосовують при утриманні твердого в живленні не більше 120 г/л.

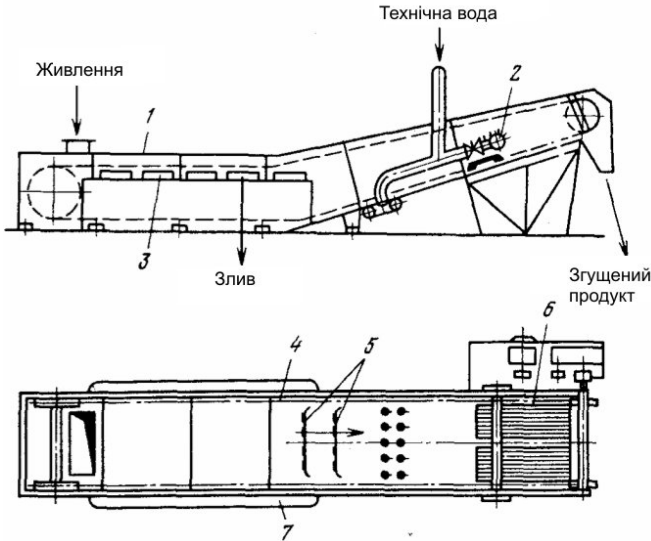


Рис. 7-2 – Схема скребкового класифікатора: 1 – ванна, 2 – порскала, 3 – шибєрні пристрої, 4 – ланцюг, 5 – скребок, 6 – сито, 7 – бокові жолоба

7.8. Для чого застосовують відцентрові класифікатори, як вони працюють та в чому їх переваги?

Відповідь: Відцентрові класифікатори (гідроциклони) застосовують для класифікації шламів і їх згущення. Використовуються гідроциклони малих діаметрів (350 мм) із високим тиском, і великих діаметрів (1000 мм) із малим тиском.

Вихідна пульпа надходить у гідроциклон під тиском крізь живлячий патрубок. Оскільки живлячий патрубок розташований по дотичній до циліндричної частини корпусу, пульпа одержує обертальне прямування. Пульпа в гідроциклоні рухається по спіралі униз, потім, дійшовши до вершини конічної частини апарата, рідина, що

знаходиться ближче до осі гідроциклону, зберігаючи обертальне прямування, змінює напрямок і надходить на гору до зливального патрубку. Потік пульпи, що знаходиться в безпосередній близькості до стінки гідроциклону, не змінює напрямку і виходить з апарата через нижній отвір.

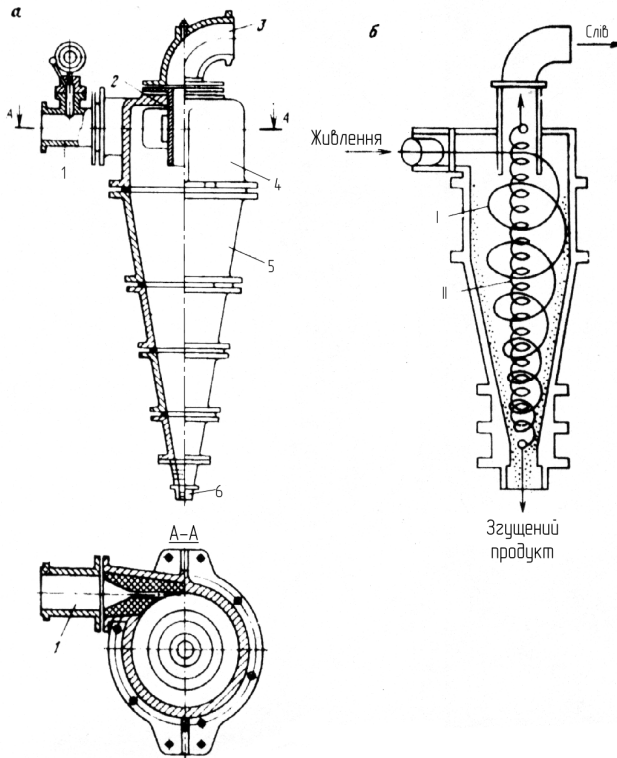


Рис. 7-3 – Гідроциклон (а) і схема прямування в ньому пульпи (б): 1 – живлячий патрубок, 2 – перегородка, 3 – зливний патрубок, 4 – циліндрична частина корпусу, 5 – конічна частина корпусу, 6 – злив для згущеного продукту

На вуглезбагачувальних фабриках знаходять застосування гідроциклони малих діаметрів, змонтовані по декілька штук у вигляді окремих батарей, які живляться від загального підводу шламової пульпи. Переваги гідроциклонів: висока продуктивність і ефективність класифікації.

ГЛАВА 8. ФРАКЦІЙНИЙ АНАЛІЗ І ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ

8.1. Що називають фракційним аналізом і у чому полягає його мета?

Відповідь: Фракціями називають сукупність зерен густиною, обумовленою густиною рідини, застосовуваних при їхньому розшаруванні.

Фракційним аналізом називають засіб визначення фракційного складу матеріалу шляхом розшарування проби у важких рідинах установлених густин.

Процес поділу проби матеріалу на фракції шляхом занурення її в рідину різноманітної густини називають розшаруванням проби.

Мета фракційного аналізу вугілля – одержання характеристики вихідного вугілля або продуктів його збагачення по утриманню в них фракцій різноманітної густини.

8.2. Як проводять фракційний аналіз?

Відповідь: Для фракційного аналізу відбирають проби вугілля від класів, отриманих за допомогою ситового аналізу. Для проведення фракційного аналізу використовують важкі рідини.

Пробу вугілля перед розшаруванням збезшламлюють, промивають водою на ситі з отворами 1(0,5) мм. Шлам збирають, висушують, і відбирають від нього пробу для хімічного аналізу.

Вугілля крупніше 1(0,5) мм розшаровують у спеціальних бачках, наповнених рідиною густиною 1300; 1400; 1500; 1600; 1800 і 2000 кг/м³, по такій схемі (рис 8.1).

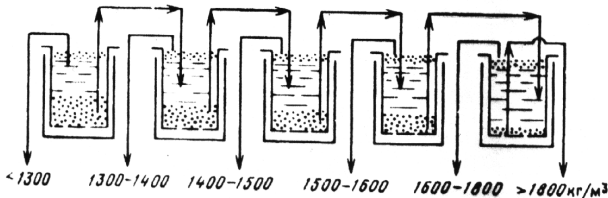


Рис. 8-1 – Схема проведення фракційного аналізу

Пробу вугілля частинами (не більш 7 кг для класів 25 мм і більш; 5 кг для класів 3—25 мм, 2 кг для класів із нижньою межею

крупності 1(0,5) мм поміщують у бачок із сітчастим дном, який опускають в інший бачок, заповнений важкою рідиною з найменшою густиною – 1300 кг/м³. Вугілля старанно перемішують і дають відстоятися. Фракцію, що спливла і має густину менше густини рідини, знімають ґратчастим черпаком, промивають водою, підсушують до повітряно-сухого стану в сушильній шафі при температурі (50±5)°С, зважують із точністю до 5 г. Потоплену фракцію, що має густину, рівну і більшу густини рідини, виймають разом із сітчастим бачком і після набрякання залишків розчину занурюють у бачок, що заповнений більш щільною рідиною – 1400 кг/м³ тощо. У останній, найбільш щільній рідині (2000 кг/м³), одержують також дві фракції – що спливла і потонула, їх оброблюють так як і попередні.

Результати фракційного аналізу оформлюють таблицею, що аналогічна таблиці на рис. 8.2.

Результати фракційного аналізу класу 13–25 мм								
Густина фракцій, кг/м ³	Вихід фракції, γ		Зольність фракції, A^d , %	γA^d	Фракції, що спливли		Потоплені фракції	
	кг	%			Вихід поверх, γ_n , %	A^d , %	Вихід знизу, γ_n , %	A^d , %
До 1300	-	-	-	-	-	-	100	18,93
1300–1400	9,070	56,0	2,63	147,3	56,0	2,63	44,0	39,66
1400–1500	2,525	15,6	9,27	144,6	71,6	4,08	28,4	56,35
1500–1600	0,915	5,7	19,21	109,5	77,3	5,19	22,7	65,68
1600–1800	0,445	2,7	28,75	77,6	80,0	5,99	20,0	70,68
1800–2000	0,520	3,2	40,93	130,9	83,2	7,33	16,8	76,35
2000–2100	0,950	5,9	68,50	404,1	89,1	11,38	10,9	80,64
Понад 2100	1,765	10,9	80,64	878,5	100,0	18,93	-	-
Збезшламлена проба	16,190	100	18,93	1892,5	-	-	-	-
Шлам	0,500	-	22,50	-	-	-	-	-
Вихідна проба	16,690	-	19,05	-	-	-	-	-

Рис. 8-2 – Зразок таблиці результатів фракційного аналізу класу 13—25 мм

Результати фракційного аналізу використовують для упорядкування теоретичного балансу продуктів збагачення, визначення категорії збагачення, а також для експрес – контролю на діючих фабриках.

8.3. Для чого потрібен теоретичний баланс продуктів збагачення?

Відповідь: Теоретичний баланс продуктів збагачення потрібен для визначення теоретично можливих якісно-кількісних показників гравітаційного збагачення при заданій щільності поділу.

8.4. Що таке збагачуваність вугілля, як обчислюють показник збагачення?

Відповідь: Збагачуваність вугілля – це його здатність розділятися на продукти збагачення по заданих показниках якості, її визначають за результатами фракційного аналізу.

Показник збагачуваності $T, \%$ обчислюють як відношення виходу проміжних фракцій до безпородної маси по формулі

$$T = \frac{100 \cdot \gamma_1}{100 - \gamma_2},$$

де γ_1 – вихід фракції промпродукту, %;

γ_2 – вихід фракції відходів, %.

У залежності від значення показника T вугілля поділяють на категорії збагачуваності:

легка ($T < 5 \%$),

середня ($T = 5—10 \%$),

важка ($T = 10—15 \%$),

дуже важка ($T > 15 \%$).

8.5. Що таке криві збагачуваності вугілля і як їх будують?

Відповідь: Криві збагачуваності вугілля – графічне зображення результатів фракційного аналізу вугілля. По таблицях результатів фракційного аналізу неможливо визначити вихід продуктів збагачення будь-якої заданої зольності. Ця задача легко вирішується за допомогою кривих збагачуваності.

Криві збагачуваності будують за даними фракційного аналізу (рис. 8.3) наступним способом. Квадрат розбивають сіткою на рівні частини. На лівій стороні квадрата відкладають у масштабі зверху вниз вихід (γ в %) фракцій, що спливли; на нижній зліва праворуч – зольність (A^d) фракцій; на правій стороні квадрата знизу вверх – вихід ($\gamma_n, \%$) потоплених фракцій; на верхній стороні квадрата ліворуч – густина $\rho, \text{кг/м}^3$.

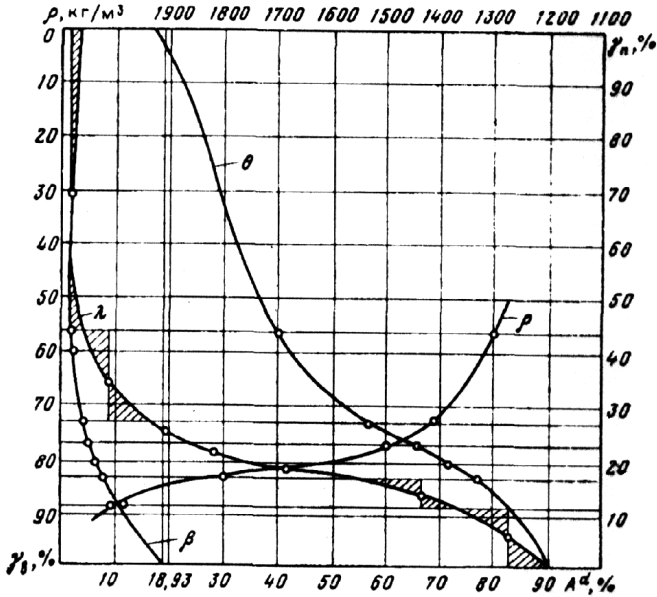


Рис. 8-3 – Криві збагачуваності вугілля

Криву фракцій β , що спливли, (криву концентрату), що показує залежність між виходом фракцій, що спливли і їхньою зольністю, будуть за даними граф 6 і 7. На осі ординат відкладають поверх вниз сумарні виходи фракцій, що спливли (графа 6), з проведених точок проводять паралельно осі абсцис лінії виходів фракцій. На цих лініях відкладають послідовно сумарну зольність фракцій, що спливли (графа 7). Отримані крапки з'єднують плавною кривою.

Криву потоплених фракцій θ (криву відходів), що показує залежність між виходом потоплених фракцій і їхньою зольністю, будують за даними граф 8 і 9. На осі ординат (правої) відкладають знизу нагору сумарні виходи потоплених фракцій (графа 8). На лініях виходів фракцій відкладають послідовно сумарну зольність потоплених фракцій (графа 9). Отримані крапки з'єднують плавною кривою.

Для побудови кривої елементарних фракцій λ , що показує залежність між виходом фракцій, що спливли, і зольністю елементарних шарів, на лініях виходів відповідних фракцій відкладають послідовно зольність окремих фракцій (графа 4) і з отриманих крапок проводять у межах кожної фракції лінії, паралельні осі ординат. Че-

рез середини цих ліній проводять плавну криву таким чином, щоб площі трикутників, що відтинаються кривою в межах кожної фракції, були рівні між собою. Кінцева і початкова крапки кривої λ повинні лежати на прямій, проведеній паралельно осі ординат через крапку сумарної зольності вихідної проби без шламу (графа 4).

Криву густини ρ , що показує залежність між виходом фракцій, що спливли, і їх граничною максимальною густиною, будують за даними граф 1 і 6.

На лініях, проведених паралельно осі абсцис, за даними графи 6 відкладають послідовно граничні (великі) густини фракцій (графа 1). Отримані крапки з'єднують плавною кривою.

8.6. Чи пов'язані між собою криві збагачуваності, як в цілому можна їх характеризувати?

Відповідь: Криві λ , β і θ пов'язані між собою: на основі однієї з них можна побудувати інші.

Початкові крапки кривих β і λ і кінцеві крапки кривих λ і θ повинні збігатися. Їх знаходять графічно, дотримуючи рівності площ трикутників, що відтинаються відрізками елементарної кривої λ , у межах фракції густиною менше 1300 і більш 2000 кг/м³.

Криві збагачуваності в цілому можна характеризувати наступним образом: уся площа квадрата кривих збагачуваності відповідає кількості вихідного вугілля, прийнятого за 100 %, площа під кривою λ – утримання породи важких компонентів (відходів) у вихідному живленні, а площа над кривою λ – утримання легких компонентів (концентрату).

8.7. Які задачі можна вирішувати за допомогою кривих збагачуваності?

Відповідь: За допомогою кривих збагачуваності вирішують ряд задач, що встають при проектуванні і експлуатації вуглезбагачувальних фабрик:

- 1) визначення теоретичних виходів продуктів збагачення по їх заданій зольності і навпаки;
- 2) визначення теоретичного виходу і зольності продуктів збагачення по заданій щільності поділу ρ_p і навпаки;
- 3) знаходження теоретичної щільності поділу;
- 4) упорядкування теоретичного балансу продуктів збагачення.

ГЛАВА 9. ОСНОВИ ГРАВІТАЦІЙНОГО ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ

9.1. Що таке гравітаційне збагачення вугілля, як залежить поділ часток по густині від розміру рівнодіючих сил, що діють на тіло?

Відповідь: Гравітаційне збагачення – збагачення вугілля, засноване на розходженні густин компонентів, що розділяються, відбувається під дією сили ваги й опору середовища, що розділяє. При прямованні у середовищах тіла відчувають дію таких сил: ваги G , підйимальної (архімедової) сили G_I , і опору середовища P . Сила ваги G спрямована униз і залежить від обсягу тіла і його густини. Підйимальна сила G_I спрямована на гору і залежить від обсягу тіла і густини середовища. Сила опору середовища P залежить від розмірів тіла, густини середовища, швидкості прямовання тіла і гідродинамічних параметрів середовища. Рівнодіючі сили, що діють на тіло: $R = G - (P + G_I)$. Поділ часток по густині залежить від співвідношення діючих на них сил: при $R < 0$ частки піднімаються на гору, при $R > 0$ осаджуються і при $R = 0$ знаходяться у зваженому стані. При цьому частки з меншою густиною будуть знаходитися поверх, а з більшою густиною – знизу.

9.2. Які застосовують середовища, що поділяють, і як їх властивості впливають на ефективність гравітаційного збагачення?

Відповідь: Середовищами, що розділяють, застосовуваними при гравітаційному збагаченні, можуть бути важкі суспензії (суспензії тонко здрібненого мінералу у воді), важкі рідини, вода і повітря. На ефективність гравітаційного збагачення впливають фізичні властивості середовищ, що розділяють – густина і в'язкість. Зі зменшенням густини, ефективність знижується. Зі зменшенням в'язкості, ефективність підвищується. Продукти гравітаційного збагачення характеризуються густиною поділу: для концентрату $\rho_p < 1400$ (1500) кг/м³; промпродукту $\rho_p = 1400$ (1500–1800) кг/м³ і відходів $\rho_p > 1800$ кг/м³.

9.3. Як поділяються гравітаційні процеси збагачення в залежності від застосовуваного середовища, що поділяє?

Відповідь: Гравітаційні процеси збагачення класифікуються в залежності від застосовуваного середовища, що розділяє:

- 1) збагачення у важких середовищах – поділ по густині у важких суспензіях;
- 2) відсадка – поділ по густині в постелі, що розпушується вертикальним пульсуючим потоком води;
- 3) збагачення в протиточних сепараторах – поділ по густині, заснований на використанні відцентрової сили у криволінійному потоку води;
- 4) концентрація на столах – поділ по густині в тонкому потоку води, що тече по похилій площині;
- 5) пневматичне збагачення – поділ по густині в постелі, що розпушується вертикальним пульсуючим потоком повітря.

9.4. Чим характеризують ефективність роботи машин для гравітаційного збагачення і як вона визначається?

Відповідь: Ефективність роботи машин для гравітаційного збагачення характеризують точністю поділу вугілля по густині на продукти збагачення.

Найпростішу оцінку роботи гравітаційної машини дає розширення в розчинах хлористого цинку продуктів збагачення (фракційний аналіз).

При цьому утримання сторонніх фракцій у кожному продукті збагачення порівнюють із установленими нормами. Кількісно ефективність може бути визначена як відношення виходу концентрату γ_K до виходу абсолютно чистого вугілля:

$$E_K = \frac{\gamma_K}{100 - A_{\text{вихід}}^d},$$

а якісно – як різниця зольності вихідного вугілля: $A_{\text{вихід}}^d$ і концентрату A_K^d , віднесене до зольності вугілля.

$$E_{\text{ЯК}} = \frac{A_{\text{вихід}}^d - A_K^d}{A_{\text{вихід}}^d}.$$

Загальна ефективність:

$$E_{\text{заг}} = \frac{\gamma_K}{100 - A_{\text{вихід}}^d} \cdot \frac{A_{\text{вихід}}^d - A_K^d}{A_{\text{вихід}}^d} \cdot 100.$$

9.5. Що означають і де використовуються криві поділу Тромпа, що називають граничною густиною поділу ρ_p та середнім ймовірним відхиленням $E_{\rho m}$?

Відповідь: Графічні і графоаналітичні методи оцінки ефективності процесів збагачення засновані на використанні кривих збагачення і кривих поділу Тромпа (рис 9.1).

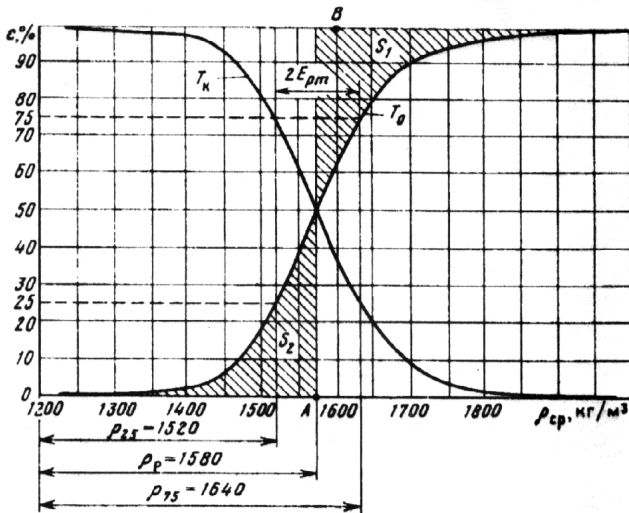


Рис. 9-1 – Криві поділу Тромпа T_e і T_k

Криві поділу Тромпа показують залежність між витягом ϵ фракції і їх середньої густини ρ_{cp} . Будують їх за результатами фракційного аналізу вихідного живлення і продуктів збагачення.

Граничною густиною поділу ρ_p називають густину елементарної фракції, можливість улучення якості в продукти поділу однакова. Густину поділу по кривій Тромпа визначають проектуванням на вісь абсцис крапки перетину кривої з координатою $\epsilon = 50\%$.

Кількість сторонніх фракцій густиною більш ρ_p , які перейшли у концентрат, визначають заштрихованою площею S_1 (рис. 9.1), а кількість фракцій густиною менше ρ_p , які перейшли у відходи, — заштрихованою площею S_2 . При ідеальній роботі машини крива T перетвориться в пряму АВ, рівнобіжну осі ординат і засмічення продуктів збагачення сторонніми фракціями дорівнює нулю.

Середнім ймовірним відхиленням $E_{\rho m}$, кг/м^3 , називають піврізницю густин точок кривої поділу T , яким відповідає витяг 75 і 25 %,

тобто $E_{\rho m} = \frac{1}{2} (\rho_{75} - \rho_{25})$, де ρ_{75} і ρ_{25} густина при витягу відповідно 75 і 25 %, кг/м³.

При збагаченні в збагачувальних апаратах із важким середовищем розмір $E_{\rho m}$ змінюється незначно при зміні густини поділу ρ_p (криві поділу симетричні).

При збагаченні в машинах із водяним середовищем $E_{\rho m}$ зростає пропорційно ρ_p (криві поділу несиметричні).

$$E_{\rho m} = I \cdot (\rho_p - 1000); \quad I = \frac{E_{\rho m}}{(\rho_p - 1000)},$$

де I – коефіцієнт погрішності поділу.

I дозволяє судити про точність поділу у машині незалежно від густини поділу;

Параметри $E_{\rho m}$ і I визначають ефективність роботи збагачувальних машин, залежать від крупності вихідного живлення, питомої продуктивності машин і не залежать від фракційного складу вихідного вугілля. Зі зменшенням $E_{\rho m}$ і I ефективність роботи машини підвищується.

По параметрах $E_{\rho m}$ і I можна визначити вихід і зольність продуктів збагачення і їх фракційний склад при заданому фракційному складі вихідного вугілля.

ГЛАВА 10. ЗБАГАЧЕННЯ У ВАЖКИХ СЕРЕДОВИЩАХ

10.1. Що називають збагаченням у важких середовищах, що використовують у якості важких середовищ?

Відповідь: Збагаченням у важких середовищах називають процес поділу вугілля по густині в середовищі з густиною, проміжною між густинами роздільних компонентів. Важкими середовищами можуть бути однорідні органічні рідини, розчини солей і суспензії. Суспензією називають завісь у рідині тонко здрібнених (менше 0,1 мм) мінеральних часток, що є обважнювачем середовища.

У промисловості одержали поширення мінеральні суспензії з обважнювачем із магнетиту. Дисперсійне середовище – вода.

10.2. Які найбільше важливі властивості мінеральних суспензій, що вони означають?

Відповідь: Найбільше важливі властивості мінеральних суспензій – густина, в'язкість і стійкість.

Густина суспензії – відношення її маси до займаного обсягу. Це основна властивість суспензії, що визначає можливість поділу в ній матеріалу. Вона залежить від густини обважнювача і його утримання.

В'язкістю суспензії називають її властивість чинити опір переміщенню прошарків щодо один одного. В'язкість збільшується зі зростанням густини суспензії, дисперсності обважнювача і залежить від утримання і складу вугільного шламу, що знаходиться в ній. Магнетитові суспензії при високому утриманні обважнювача, наявності шламу і глини стають структурно в'язкими. У таких суспензіях погіршується поділ вугілля, особливо дрібних зерен, що не спливають і не тонуть, тому, що вони не можуть перебороти опір середовища.

Стійкість суспензії – спроможність зберігати густину на протязі порівняно тривалого періоду часу в різноманітних по висоті прошарках. Ступінь стійкості суспензії багато в чому визначає конструкцію основного і допоміжного збагачувального устаткування, його режим і умови роботи, точність поділу вугілля. Стійкість суспензії визначається швидкістю осадження твердої фази, що залежить від крупності, складу, густини й утримання обважнювача в суспензії.

10.3. По яким ознакам класифікують сепаратори для збагачення у важких середовищах?

Відповідь: Конструкції важкосередовищних сепараторів різноманітні і можуть бути класифіковані по ряду ознак:

- 1) по крупності збагачуваного вугілля – сепаратори для значних і середніх класів, сепаратори для дрібних класів;
- 2) за принципом дії – із розшаруванням у гравітаційному полі сил, із розшаруванням у відцентровому полі сил;
- 3) по числу кінцевих продуктів збагачення – двопродуктові, трьохпродуктові;
- 4) по засобу стабілізації густини суспензії – із механічним перемішуванням суспензії, із висхідним або спадним прямуюванням, із горизонтальним прямуюванням, із комбінованим прямуюванням;
- 5) за формою робочою камери – пірамідальні, конусні, коритні, барабанні;
- 6) по засобу видалення продуктів збагачення – із самопливним видаленням, за допомогою скребкового конвеєра, ланцюгового пристрою, лопатного пристрою, елеваторного колеса.

Конструкція сепаратора повинна забезпечувати підтримку стійкості густини суспензії в зоні розшарування збагачуваного матеріалу, швидке видалення з ванної сепаратора продуктів збагачення і достатньої продуктивності.

10.4. Які важкосередовищні сепаратори застосовують для збагачення значного та дрібного вугілля?

Відповідь: Для збагачення важкого вугілля (класу 13-300 мм) застосовують сепаратор двопродуктовий із вертикальним елеваторним колесом типу СКВ і з високою ефективністю поділу $E_{pm}=30...50...50$, та сепаратор трьохпродуктовий типу СТТ.

У породне відділення сепаратора СТТ надходить суспензія, що має густину, необхідну для виділення відходів, наприклад, 1900 кг/м³. У промпродуктове відділення, куди суспензія з першого відділення переходить разом із промпродуктом, що сплив, надають злив регенераційних сепараторів для розведення суспензії і доведення її до густини, необхідної при поділі на концентрат і промпродукт, наприклад, 1450 кг/м³. Густину суспензії в обох відділеннях контролюють і підтримують за допомогою автоматичних регуляторів.

Для збагачення дрібного вугілля у важких суспензіях використовують гідроциклони двох типів: циліндричні двопродуктові і каскадні трьохпродуктові.

Важкосередовищні гідроциклони застосовують для збагачення вугілля, антрациту і шламу крупністю 0,5–6; 6–25 і 0,5–25 мм відповідно, а також для збагачення промпродукту крупністю 0,5–25 мм. В окремих випадках верхня межа крупності може бути збільшена до 30 (40) мм.

10.5. У чому полягає принцип роботи двопродуктового сепаратора типу СКВ?

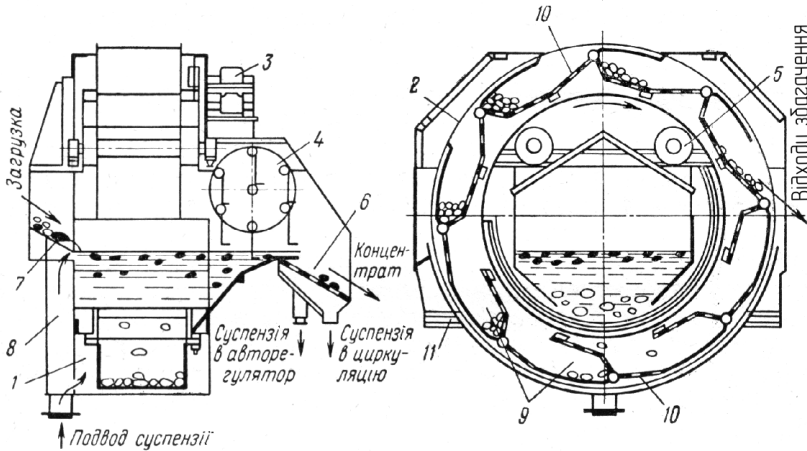


Рис. 10-1 – Сепаратор типу СКВ

Відповідь: Сепаратор типу СКВ (рис. 10.1) складається з ванни, пристроїв для розвантаження продуктів, що спливли і втонули та приводів цих пристроїв. На корпусі (1) сепаратора встановлені елеваторне колесо (2), привід елеваторного колеса (3), гребковий механізм (4) з приводом, опорні катки (5) елеваторного колеса і жолоб (6) для прийняття фракції, що спливла. Корпус має чотири опорних кронштейни (11) з отворами для установаження і кріплення сепаратора на раму чи опорні балки. Вихідне живлення надходить по завантажувальному жолобу (7) на поверхню суспензії у ванні сепаратора. Одночасно крізь нижчий патрубок і розподільчий пристрій (8) в ванну подається транспортуєчий і висхідний потік суспензії. В ванні сепаратора відбувається розподіл вихідного матеріалу відповідно з густиною суспензії. Продукт, що спливл, розвантажуються гребковим механізмом, той що потонув – опадає в ковшах (9) елеваторного колеса і при його обертанні розвантажується з сепаратора.

10.6. У чому полягає принцип роботи двопродуктового важкосередовищного гідроциклону?

Відповідь: Циліндричний двопродуктовий важкосередовищний гідроциклон (рис. 10.2) складається з живлячого патрубку (1), приймальної камери (2), зливної камери (3), зливної насадки (4), циліндричної частини (5), конічної частини (6), нижньої насадки (7).

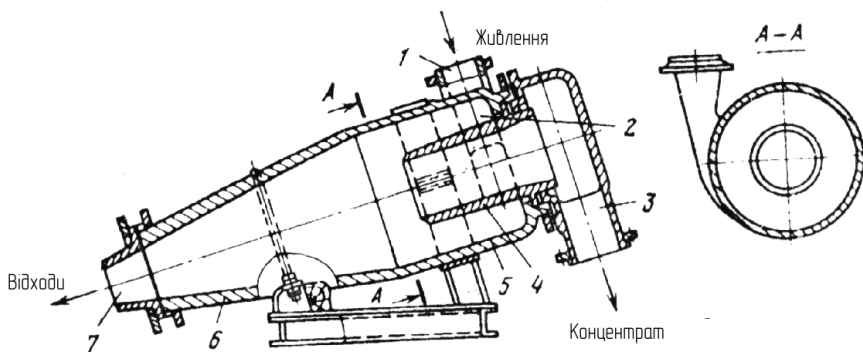


Рис. 10-2 – Циліндроконічний гідроциклон

Принцип роботи полягає в наступному. Вугілля і суспензія під напором тангенціально надходять у приймальну камеру гідроциклону (2). Під дією відцентрової сили суспензія в гідроциклоні розшаровується, при цьому густина її зростає від центру до стінок гідроциклону. Частки збагачуваного матеріалу також розшаровуються по густині. Легкі фракції спливають на поверхню суспензії і разом із частиною суспензії виходять із гідроциклону через зливну насадку (4). Матеріал більш високої густини переміщується по спіралі уздовж стінок гідроциклону і розвантажується крізь нижню насадку (7). Утримання вугілля у пульпі, що надходить у гідроциклон, коливається в межах 200—400 кг/м³. Використання відцентрових сил, у багато разів переважаючих сили ваги, дозволяє підвищити густину поділу приблизно на 20 %.

10.7. У чому полягає принцип роботи трьохпродуктового гідроциклону-сепаратору?

Відповідь: Трьохпродуктовий гідроциклон-сепаратор (рис. 10.3) складається з двох послідовно встановлених гідроциклонів, призначених для поділу матеріалу на три кінцевих продукту (конце-

нтраг, промпродукт, відходи) при використанні суспензії однієї густини, що надходить у перший гідроциклон.

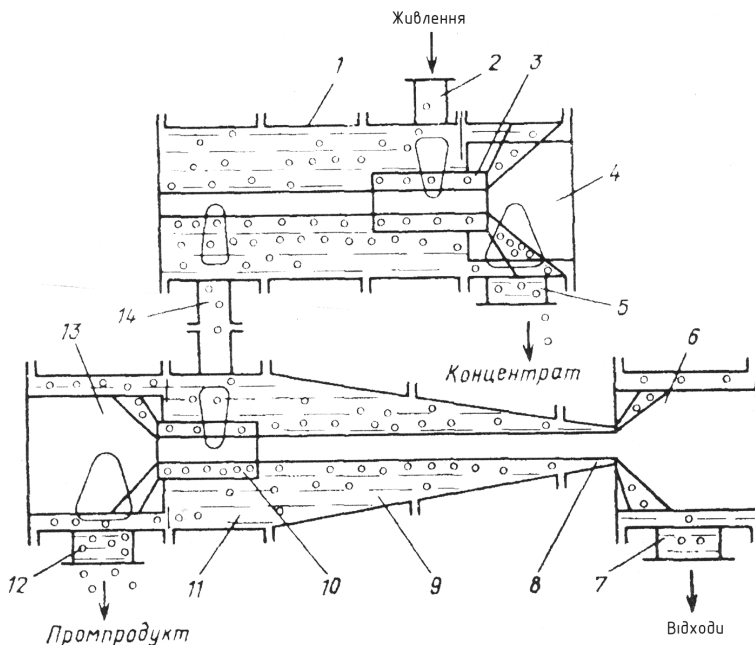


Рис. 10-3 – Схема трьохпродуктового каскадного гідроциклон-сепаратору: 1 – циліндричний гідроциклон; 2 – живлячий патрубок; 3 – зливний патрубок; 4 – камера зливу; 5, 7, 12 – розвантажувальні патрубки; 6 – камера для прийняття відходів; 8 – випускна насадка; 9 – конічна частина гідроциклону; 10 – зливний патрубок; 11 – циліндрична частина гідроциклону; 13 – камера зливу; 14 – перехідний патрубок

I ступінь збагачення відбувається у циліндричному гідроциклоні з тангенціальним розвантажувальним патрубком і служить для відділення концентрату;

II ступінь – у циліндроконічному гідроциклоні, у якому відбувається поділ матеріалу на промпродукт і відходи. Важка фракція I рівню разом із суспензією надходить у II рівень. Принцип поділу в трьохпродуктовому гідроциклоні заснований на спроможності маг-

нетитової суспензії розташовуються у відцентровому полі, у результаті чого густина суспензії, що переходить із першого апарату в другий, стає вище густини суспензії, що знаходиться в системі циркуляції.

10.8. Яке допоміжне обладнання випускають з гідроциклонами?

Відповідь: Гідроциклони випускають у комплекті з допоміжним обладнанням, необхідним для роботи важкосередовищних гідроциклонних установок.

Змішувачі С-3 (однокамерні) і С-4 (двокамерні) призначені для змішування збагачуваного вугілля і робочої суспензії і забезпечення постійного заданого п'єзометричного напору потоку на вході в гідроциклоні за рахунок установки змішувачів на необхідній висоті над гідроциклоном. Дільник Д-2 призначений для відводу частини кондиційної суспензії з потоку на регенерацію. Бак регулюючий БР-3 служить для розподілу робочої суспензії на два регульованих потоки.

До допоміжного устаткування важкосередовищних установок для збагачення значного і дрібного вугілля відносяться збірники суспензії, призначені для збереження і прийому робочої (СБ) і розведеної (СБН) суспензії.

Дуговий грохот призначений для відділення суспензії від продуктів збагачення. Крім цього для важкосередовищного збагачення застосовують віялове порскало.

10.9. Що називають кондиційною і некондиційною суспензією, що таке регенерація суспензії і як вона здійснюється?

Відповідь: Суспензію, густина і в'язкість якої відповідають установленим вимогам називають кондиційною, якщо не відповідають – некондиційною. Процес очищення суспензії від вугільних і породних шламів, найтонших часток обважнювача для надання їй необхідних технологічних властивостей називають регенерацією.

У залежності від властивостей обважнювача застосовують регенерацію суспензії магнітним збагаченням і гідравлічною класифікацією. Для регенерації з обважнювачем, що володіє високою магнітною проникністю, застосовують магнітне збагачення в сепараторах типу ЕБМ. Принцип роботи сепаратора ЕБМ заснований на виділенні з тонкого потоку поточної пульпи сильномагнітних часток магнетиту за допомогою електромагнітного поля, створеного електромагнітною системою, розташованою в обертовому барабані.

10.10. Які існують технологічні операції при збагаченні вугілля у магнетитовій суспензії?

Відповідь: Процес збагачення вугілля у магнетитовій суспензії включає такі технологічні операції:

- 1) класифікацію й обезшламлення вугілля перед збагаченням; поділ вихідного вугілля по густині і видалення отриманих продуктів збагачення зі збагачувального апарату;
- 2) відділення суспензії від продуктів збагачення і повернення її в процес;
- 3) відділення прилиплих часток обважнювача від поверхні продуктів збагачення шляхом промивання струменями води, під час якого відокремлюється не тільки обважнювач, але й глина і вугільний шлам.

10.11. На які етапи розподіляється процес регенерації магнетитової суспензії?

Відповідь: Процес регенерації магнетитової суспензії включає:

- 1) збір води після відмивання обважнювача від продуктів збагачення на дренажно-промивочних грохотах;
- 2) виділення обважнювача з промивних вод з одночасним відділенням його від вугільного і глинистого шламів за допомогою магнітної сепарації;
- 3) повернення витягнутого обважнювача у вигляді суспензії високої густини (суспензія, густина котрої вище густини поділу) у процес;
- 4) безупинне очищення часток кондиційної суспензії від вугільного і глинистого шламів.

10.12. Коли застосовують схеми збагачення вугілля в магнетитовій суспензії в одну стадію та у дві стадії?

Відповідь: технологічні схеми збагачення вугілля в одну стадію з поділом на два продукти застосовують на збагачувальних установках механізованої породовиборки і на збагачувальних фабриках для збагачення енергетичних вугілля, антрацитів і легкозбагачуваних коксівних вугілля при поділі по густині від 1600 до 2100 кг/м³.

Схеми збагачення вугілля у дві стадії з поділом на три продукти в двох сепараторах застосовують для збагачення вугілля важкої і середньої збагачуваності при одержанні концентрату для коксування і спеціальних цілей. Виділення концентрату в дві стадії рекоменду-

ється при збагаченні вугілля із великим виходом легких фракцій (більш 50 %) і відсутності розмокаємих порід. У протилежному випадку у першій стадії варто виділяти породу.

10.13. Які бувають схеми регенерації магнетитової суспензії і в яких випадках вони застосовуються?

Відповідь: У залежності від прийнятої технології збагачення вугілля, можуть застосовуватись такі схеми:

1. Регенерацією суспензії в одну стадію використовують при збагаченні значних класів вугілля, якщо забезпечене його ефективне обезшламлювання, відсутність розмокаємих порід, а суспензія, що спрямовується на регенерацію, містить не більш 300 кг/м³ твердих часток. Якщо зазначені умови не дотримуються, то застосування схеми регенерації в одну стадію припускається лише при зменшенні продуктивності електромагнітного сепаратора до 50—60 % від номінальної.

2. Регенерацією суспензії в дві стадії застосовують при збагаченні дрібного кам'яного вугілля і бурих вугілля, а також при збагаченні значного вугілля, що містить розмокаємі породи і незабезпеченості ефективного обезшламлювання. Регенерацію проводять у двох послідовно встановлених електромагнітних сепараторах. На II стадію спрямовують хвости і частину зливу I стадії регенерації. Продуктивність сепараторів II стадії регенерації приймають рівною 50 % від номінальної.

3. Комбіновану схему регенерації використовують при збагаченні значних класів вугілля по високих густинах поділу й утриманні у регенеруючій суспензії шламу і глинистих часток більш 150 г/л. При цьому сепаратори розташовують каскадно, що дозволяє проводити регенерацію при рівнобіжній або послідовній їх роботі з переміщенням відходів верхнього сепаратора.

4. Схема відокремленої регенерації суспензії передбачає окрему подачу насосами розведеної суспензії з грохотів через індивідуальні збірники в окремі магніти і сепаратори. Відходи регенерації спрямовують в окремі класифікаційні гідроциклони, а їхні згущені продукти – у відповідні продукти флотації, і збезводнюють разом із ними. Тонкі шлами (злив класифікаційних гідроциклонів) або циркулюють разом із промивною водою, або їх об'єднують і спрямовують на флотацію. Схему застосовують тільки при збагаченні дрібних класів вугілля у важкосередовищних гідроциклонах.

5. Схему повної регенерації суспензії використовують при збагаченні значного вугілля в трьохпродуктових сепараторах або при збагаченні вугілля без обезшамлювання. Обов'язкова умова при цьому – автоматичне регулювання густини суспензії. Схема повної регенерації може бути одностадійною, двостадійною або комбінованою.

ГЛАВА 11. ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ ВІДСАДЖЕННЯМ

11.1. Що називають гідравлічним відсадженням, як з'ясується сутність процесу відсадки на прикладі роботи безпоршневої відсадної машини?

Відповідь: Гідравлічним відсадженням називають процес гідравлічного збагачення вугілля у вертикальному пульсуючому потоці рідини.

Для з'ясування сутності процесу відсадки розглянемо схему безпоршневої відсадної машини (рис 11.1)

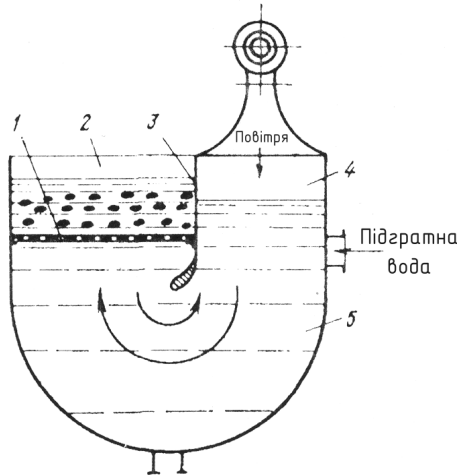


Рис. 11-1 – Схема безпоршневої відсадної машини

Зварний корпус (5) з V-подібним днищем розділений у подовжньому напрямку перегородкою (3) на два сполучені відділення: відсадне (робоче) (2) і повітряне (4). У відсадному відділенні вкріплене нерухоме решето (1), на яке завантажуване вихідне вугілля.

Повітряне відділення служить для створення коливального прямування води в машині за допомогою періодичного впускання стиснутого повітря і випуску його в повітряне відділення. Під час роботи машина заповнена водою. Тому що обидва відділення поєднуються між собою, під час впускання повітря в повітряне відділення вода кинеється нагору через отвори решета в робоче відділення. У цей час матеріал, що лежить на решеті, піддається дії висхідного струму води. При випуску повітря з повітряного відділення вода

прагне зайняти початкове положення і на матеріал починає діяти спадний струм води. У результаті дії змінних по напрямку струменів води відбувається поділ збагачуваного матеріалу на важкий продукт, що концентрується у нижніх прошарках постелі.

Постіллю називають усю масу вугілля, зростків і породи, що лежить на решітці відсадочної машини.

11.2. Що називають прошарком постелі, природною та штучною постіллю, чим характеризується стан відсадочної машини?

Відповідь: Прошарком називають частину постелі, що складається з часток майже однакової густини.

Природною постіллю називають нижній прошарок матеріалу, що складається з часток важких матеріалів, які утримуються у вихідному вугіллі.

Штучною постіллю називають прошарок матеріалу, розташований між решетом і природною постіллю, що складається з часток матеріалу, що утримуються у вихідному вугіллі (гумових кубиків, пробок та ін.) і використовуваний для поліпшення технологічних показників відсадження.

Стан відсадочної постелі характеризується її розпушеністю, тобто відношенням сумарного обсягу проміжків між частками до загального обсягу постелі. Розпушеність постелі змінюється протягом циклу відсадки і залежить як від фізичних властивостей збагачуваного матеріалу, так і від гідравлічних параметрів.

11.3. На чому заснована швидкісна гіпотеза, як складова теоретичних уявлень процесу відсадки?

Відповідь: Швидкісна гіпотеза заснована на вивченні різниці у швидкостях падіння легких і важких мінеральних часток у різноманітні періоди циклу відсадки.

Відповідно до цієї гіпотези, при однакових діаметрах більш щільна частка при прямованні обжене легку і швидше досягне поверхні решета. Тому кожний прошарок постелі буде складатися з часток важких мінералів. Більш легкі частки, що мають меншу швидкість прямовання, розташовуються у верхніх прошарках постелі. По цій гіпотезі поділ матеріалу можливий тільки при збагаченні вузьких класів крупності.

11.4. На чому заснована суспензійна гіпотеза, як складова теоретичних уявлень процесу відсадки?

Відповідь: Суспензійна гіпотеза заснована на проведенні аналогії між процесом відсадки і поділом у суспензіях (важких середовищах). Завись твердих тіл у воді в процесі відсадки розглядається як важке середовище, густина якого дорівнює сумарній масі часток і рідини, віднесеної до обсягу, у якому вони знаходяться. Частки при відсадці якби занурені у важке середовище й у залежності від їх густини і густини середовища спливають або тонуть. Ця гіпотеза якоюсь мірою справедлива в окремі моменти процесу відсадки, що виникають при розшаровуванні тонкого матеріалу. У відсадочній постелі стійку суспензію створюють тільки дрібні частки. Значні шматки не можуть розглядатися як обважнювач середовища.

11.5. На чому заснована енергетична гіпотеза, як складова теоретичних уявлень процесу відсадки?

Відповідь: Енергетична гіпотеза заснована на тому, що суміш мінеральних часток різноманітної густини має різну потенційну енергію до і після розшарування. Потенційна енергія не розшарованої суміші завжди більше, ніж розшарованої. Коли висока потенційна енергія системи зерен перетвориться в більш низьку, відбувається поділ. Для цього перетворення енергії зерна повинні бути приведені в стан розпушення, що досягається повідомленням системі додаткової енергії за допомогою висхідного потоку. Енергетична гіпотеза не враховує зовнішню енергію (гідродинамічні сили), що виникає в постелі в разі коливального прямування середовища.

11.6. На чому заснована статистична гіпотеза, як складова теоретичних уявлень процесу відсадки?

Відповідь: Статистична гіпотеза розглядає відсадку як масовий процес, у якому переміщення зерен постелі залежить не тільки від строго обумовлених, але і від випадкових чинників, поява яких характеризується визначеною можливістю. Тому формування постелі відсадної машини підпорядковується не тільки функціональним, але і статистичним закономірностям. Постіль відсадної машини розглядають як масову систему, у якій переміщення окремого зерна носить випадковий характер, але переміщення групи однорідних зерен підпорядковується статистичним закономірностям. Ця гіпотеза подає відсадку як масовий процес, спливання якого змінюється в часі.

Ця гіпотеза дозволяє одержувати кількісні результати в залежності від часу протікання процесу.

11.7. Що відносять до гідродинамічних параметрів відсадки, що називають циклом відсадки, які бувають цикли відсадки?

Відповідь: До гідродинамічних параметрів відсадки відносяться: характеристики циклу відсадки, ступінь розпушення постелі, швидкість розшарування матеріалу, амплітуду і частоту пульсації води.

Цикл відсадки. Тривалість одного циклу відсадки, с

$$T = \frac{60}{n},$$

де n – частота пульсації води, хв^{-1} .

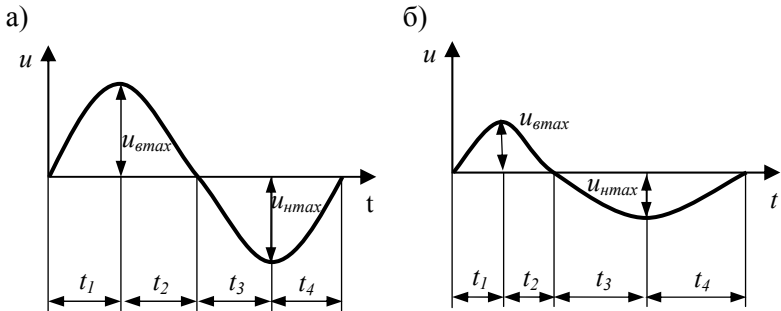


Рис. 11-2 – Цикли відсадки: а) синусоїдальний, б) асиметричний

При синусоїдальному циклі час дії висхідного (t_e) і спадного (t_n) потоків і їх максимальні швидкості $u_{\epsilon\max}$ і $u_{\eta\max}$ майже однакові (рис. 11.2, а). У початковий період (t_1) швидкість висхідного потоку зростає від нуля до максимуму, постіль знаходиться в ущільненому стані і робить максимальний опір прямуюванню води. Потім відбувається підйом постелі і її розпушення. У період (t_2) швидкість висхідного потоку зменшується від максимуму до нуля. Вплив крупності і форми часток на відстані зменшується. Розшарування в більшому ступені відбувається по густині. У період (t_3) спадний потік постелі осідає на решето під дією потоку води і сили ваги. У цей період відбувається ефективне розшарування по густині. У період (t_4) осідання постелі закінчується і відбувається її ущільнення. Під дією спадного

потокі дрібні важкі частки проникають у нижні прошарки постелі і під решето. Для зменшення інтенсивності спадного потоку і запобігання надмірного ущільнення постелі в період його дії подається підгратна вода, що збільшує швидкість висхідного струму і зменшує швидкість спадного.

Асиметричний цикл відсадної машини відрізняється від синусоїдального тим, що час дії висхідного потоку менше, ніж спадного, тобто $t_e < t_n$ а $u_{vmax} > u_{nmax}$ (рис 11.2, б), або навпаки. Характер циклу у відсадної машині залежить від співвідношення власної і змушеної частот коливань. Пауза після впускання повітря збільшує час розпушеного і текучого стану постелі, що позначається на ефективності і продуктивності відсадки. Невелика пауза сприятливо позначається на характеристиці симетричного і асиметричного циклів.

11.8. Які чинники впливають на ступінь розпушення постелі?

Відповідь: На розпушення постелі істотний вплив роблять частота пульсації n і тиск повітря P . Зі збільшенням частоти пульсації зменшуються усі вихідні гідродинамічні параметри постелі. При незначній частоті пульсації ($n=30 \text{ хв}^{-1}$) відбувається більш різка зміна вихідних гідродинамічних параметрів, ніж при більш високій. З технологічної точки зору доцільно проводити режим відсадки при низькій частоті пульсації. У цьому випадку збільшується швидкість висхідного потоку, амплітуда пульсації, максимальний підйом постелі, і як слідство, підвищується ступінь розпушення постелі.

Важливе значення в процесі відсадки має тиск повітря P . З його збільшенням майже пропорційно збільшується швидкість висхідного потоку й амплітуда пульсації, у більшому ступені – швидкість спадного потоку, підйом і розпушеність постелі.

Змінюючи частоту пульсації n і тиск P , можна вибрати найбільш сприятливий режим пульсації, що відповідає вимогам технологічної ефективності і стійкості режиму відсадки.

Підгратна вода служить чинником оперативного регулювання відсадки шляхом підтримки оптимальної розпушеності відсадочної постелі. Вона служить для покриття дебалансу витрати води у висхідному і спадному потоках. Зниження витрати підгратної води призводить до зменшення амплітуди пульсації, підйому постелі, її розпушеності. Ефект впливу підгратної води на постіль відсадної машини залежить від частоти пульсації n .

Швидкість V розшарування матеріалу в відсадочній машині визначається швидкістю переміщення часток у постелі.

Втрата транспортної води впливає на час перебування вугілля в машині. При великій втраті транспортної води зменшується час відсадки і збільшується продуктивність машини. Витрата транспортної води складає $1 - 2 \text{ м}^3/\text{т}$.

Амплітуда h пульсації води залежить від крупності матеріалу, коефіцієнту пористості породного прошарку постелі і частоти пульсації n .

Витрата повітря, подаваного в машину, впливає на амплітуду пульсації води. При збільшенні гідравлічного опору постелі витрата подаваного повітря повинна бути збільшена.

11.9. Що відносять до технологічних параметрів процесу відсадки?

Відповідь: До технологічних параметрів процесу відсадки відносять: фракційний і гранулометричний склад вихідного живлення і питома продуктивність машини. Технологія і гідродинамічні параметри відсадки тісно пов'язані між собою. На ефективність роботи відсадних машин впливають також її конструктивні особливості, головним чином засіб розвантаження продуктів відсадки.

11.10. Як впливають крупність і гранулометричний склад вихідного живлення на процес відсадки?

Відповідь: Крупність і гранулометричний склад вихідного живлення визначають структуру постелі. Чим менша крупність збагачуваного вугілля, тим вище гідравлічний опір постелі й відсадка дрібних часток більш утруднена. Значне вугілля збагачується більш ефективно. Точність поділу по густині зі зменшенням розміру часток зменшується. Особливо погіршується показник при крупності менше 1 мм. Тому відсадка необезшламленого продукту не виправдана.

11.11. Від чого залежить товщина постелі відсадочної машини?

Відповідь: Товщина постелі на решеті відсадної машини залежить від крупності матеріалу. Для значного вугілля вона складає 350—400 мм, для дрібного 250—350 мм. Товщина прошарків відходів і промпродуктів постелі повинна бути постійною. При тонкому прошарку утрати вугілля з відходами і промпродуктом збільшується

ся. Регулювання товщини постелі здійснюють автоматичними регуляторами.

11.12. Як впливає фракційний склад вихідного вугілля на ефективність процесу відсадки, та якість концентрату?

Відповідь: Фракційний склад вихідного вугілля характеризує ступінь трудності його збагачення. Чим вище утримання у вихідному вугіллі промпродуктових фракцій, тим нижча ефективність процесу відсадки. Зі збільшенням утримання важких фракцій у вихідному вугіллі якість концентрату погіршується, і навпаки.

11.13. Що називають питомою продуктивністю відсадочної машини і чим вона обумовлена?

Відповідь: Питома продуктивність – продуктивність на 1 м² площі решета. Вона обумовлена рядом чинників, зокрема фізичними властивостями вихідного вугілля, вимогами до якості кінцевих продуктів, конструктивними особливостями відсадних машин, крупністю збагачуваного вугілля та інше. Між питомою продуктивністю відсадної машини, швидкістю розшарування і точністю поділу існує визначений взаємозв'язок. Чим вище швидкість формування постелі, тим вище за інших рівних умов продуктивність відсадних машин. Зі збільшенням питомої продуктивності знижується ефективність збагачення. За низької питомої продуктивності технологічні показники збагачення також погіршуються в наслідок значного збільшення утримання легких фракцій у важких продуктах відсадки.

11.14. Скільки продуктів виділяють одноступінчаті, двохступінчаті, та трьохступінчаті відсадні машини?

Відповідь: Розрізняють одноступінчаті відсадні машини з одним відсадним решетом, що виділяють два продукти – концентрат і відходи, двохступінчаті з двома відсадними решітками, що виділяють три продукти – концентрат, промпродукт і відходи і треступінчасті з трьома відсадними решітками, що виділяють чотири продукти – концентрат, промпродукт, відходи і пірит. У практиці вуглезбагачення найбільше застосування одержали двохступінчасті і треступінчасті відсадні машини.

11.15. Що називають схемою відсадки, які існують типові схеми збагачення вугілля відсадкою?

Відповідь: Схемою відсадки називають з'єднання декількох машин у єдиній комплекс з метою більш ефективного збагачення вугілля (рис. 11.3)

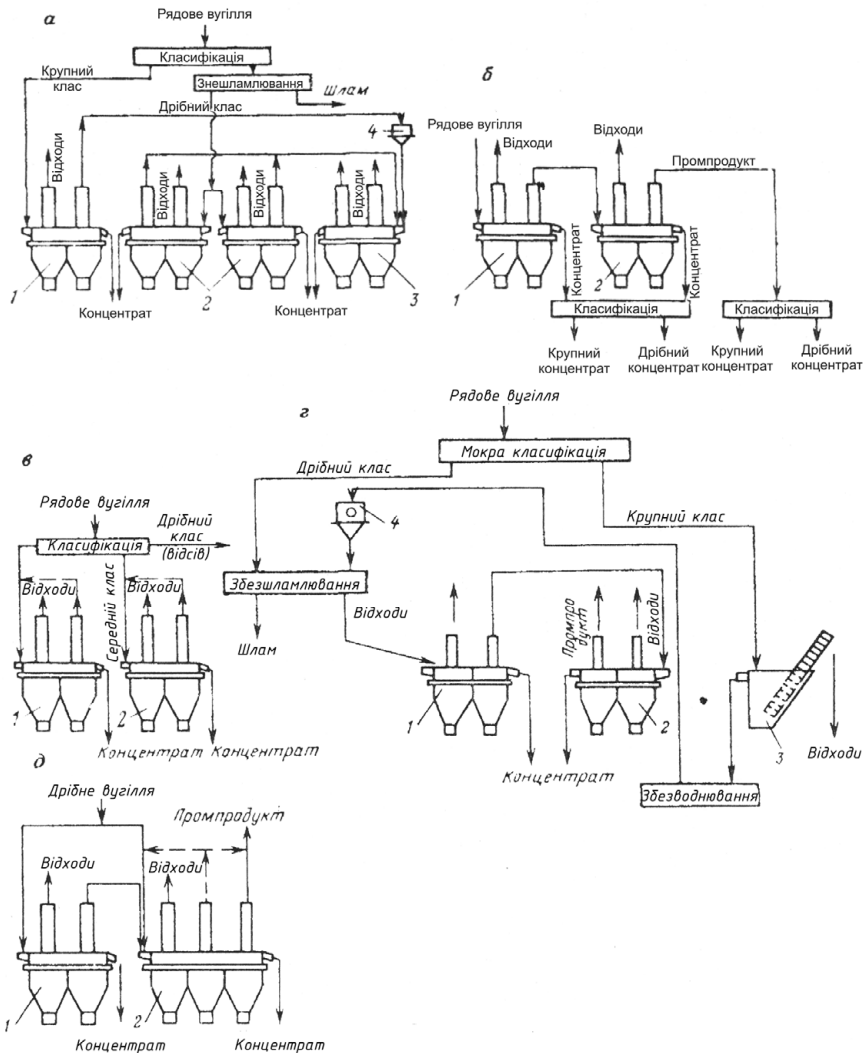


Рис. 11-3 – Типові схеми збагачення вугілля відсадкою.

Схема, зображена на рис (11.3, а) передбачає роздільне збагачення значних і дрібних класів вугілля, при цьому відсадна машина (1) призначена для збагачення крупного вугілля, відсадна машина (2) для дрібних класів вугілля, а контрольна відсадна машина (3) – для промпродуктів.

Промпродукт відсадної машини (1) перед подачею в відсадну машину (3) дробиться в молотковій дробарці (4).

Технологічну схему, приведену на рис. (11.3, б) застосовують при збагаченні рядових коксівних вугіль (некласифікована відсадка). Поділ вугілля на класи роблять у наступних стадіях. Концентрат і промпродукт після відсадки в машинах (1) і (2) звичайно піддають грохоченню по граничній крупності 13 або 25 мм з метою виділення дрібних класів перед центрифугами.

Схему, приведену на рис.(11.3, в) застосовують на фабриках, що збагачують енергетичне вугілля, де промпродукт не виділяють і контрольні відсадні машини не передбаченні. Відходи виділяються в обох ступінях відсадної машини. Іноді важкий продукт II ступіню спрямовують у вигляді навантаження, що циркулює, у ту ж машину. На сучасних вуглезбагачувальних фабриках характерно для технологічних схем збагачення значних класів вугілля у важких середовищах, а відсадженню піддають тільки дрібні класи вугілля.

На рис (11.3, г) приведена схема відсадки дрібних класів вугілля в відсадних машинах (1) і (2) (значні класи збагачують у важких середовищах).

Іноді в ці ж відсадні машини спрямовують дроблений продукт, отриманий після одностайного збагачення значних класів вугілля в важкосередовищному сепараторі (3). Цей продукт, що складається із суміші легких і середніх фракцій, попередньо дроблять у дробарці (4).

На рис. (11.3, д) приведена схема збагачення тільки дрібного вугілля з застосуванням двохступінчатої (1) і триступінчатої (2) відсадних машин. З середнього рівня відсадної машини (2) важкий продукт направляється на Perezбагачення у вигляді навантаження, що циркулює, або ж виділяється у відходи або кінцевий промпродукт. Частіше I і II рівень відсадної машини (2) використовуються для одержання відходів, а III – для виділення кінцевого промпродукту. В даний час на вуглезбагачувальних фабриках застосовують безпоршневі відсадні машини.

ГЛАВА 12. ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ У ПРОТИТОЧНИХ ГРАВІТАЦІЙНИХ АПАРАТАХ

12.1. Що являють собою шнекові сепаратори, які їх різновиди використовують у вуглезбагаченні?

Відповідь: шнекові сепаратори являють собою протиточні апарати, у яких процес поділу сипучої суміші часток по густині відбувається під дією гравітаційних сил і сил, що утворюються при розбіжності швидкостей криволінійних потоків рідини і часток. Сформовані в процесі збагачення зустрічні транспортні потоки продуктів поділу рухаються в межах робочих зон із заданим гідродинамічним опором, створюючи визначну густину поділу, значно більшу, між густиною середовища, що розділяє. При цьому потік легких фракцій є побіжним потоком середовища, а потік важких фракцій – зустрічним.

Розроблено два різновиди сепараторів із горизонтально і вертикально розташованим шнеком.

12.2. З чого складається і як діє горизонтальний шнековий сепаратор СШ-15?

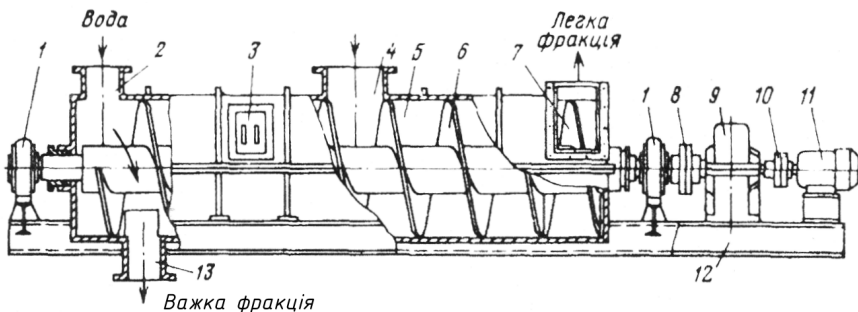


Рис. 12-1 – Горизонтальний шнековий сепаратор СШ-15

Відповідь: Горизонтальний шнековий сепаратор СШ-15 (рис. 12.1) являє собою горизонтально розташований рознімний циліндричний корпус (5), у середині якого обертається шнек (6), приводимий до руху за допомогою електродвигуна (11), редуктора (9) і клиноремінної передачі (10). Корпус сепаратора і привід закріплені на рамі (12). У середній частині корпуса встановлена лійка (4), через яку подається живлення. У породній частині сепаратора є тангенціаль-

льний патрубков (2) для підводу води і породна тічка (13). У протилежній від породної тічки частини сепаратора тангенційно розташована тічка для розвантаження концентрату (7). (1) – опорні підшипники, (3) – люки для ремонту, (8) – півмуфта.

Вода, подавана в сепаратор тангенційно через патрубок, рухається під тиском по гвинтовому каналі, утвореному внутрішньою стінкою корпусу і шнеком, що обертається в напрямку переміщення рідини. Швидкості прямування потоку й обертання шнека підбираються з таким розрахунком, щоб забезпечити максимальну ефективність збагачення при мінімальній витраті води.

Вода, що надходить у сепаратор, виконує дві функції: розділювального середовища і транспортуючого потоку вугільних фракцій.

Вихідне вугілля подають через завантажувальну лійку в середину робочої зони сепаратора, де відбувається змішування матеріалу, що збагачується, з водою. Тут же, на ділянці каналу довжиною 1—1,5 кроку спіралі шнека, відбуваються основне збагачення і формування двох транспортних потоків, спрямованих у протилежні сторони – до концентратної і породної розвантажувальної тічок.

Зони робочого каналу, розташовані по обидві сторони основної розділювальної ділянки сепаратора, виконують перемішувальні функції. Ефективність перемішування зумовлюється інтенсивністю обмінної взаємодії часток у кожному витку даного каналу. В міру посування матеріалу від місця завантаження щодо горизонтальної осі апарата забезпечуються кращі умови для поділу фракцій, тому що менш щільні умови й інтенсивне перемішування матеріалу підвищують ефективність перемішування.

12.3. З чого складається і як діє крутопохилий сепаратор КПК?

Відповідь: Крутопохилий сепаратор КПК (рис. 12.2) являє собою короб (3) прямокутного перетину, нахилений під кутом 46—50° до горизонту. У середній частині корпусу встановлений завантажувальний жолоб (5), що розділяє сепаратор на відділення: верхнє концентратне і нижнє породне. На верхній кришці кожного з відділень сепаратора укріплені гвинтові регулятори (4), що підтримують у середині робочого каналу дві спеціальні деки (2), постачені зигзагоподібними поперечними перегородками. Деки забезпечують необхідний перетин каналу. Крім того, перегородки на деках збільшують опір потокові у верхній частині каналу і створюють у ньому пере-

мінне по довжині і ширині поле швидкостей потоку, що забезпечує найбільш сприятливі умови для поділу вугілля і породи в робочій зоні. Нижня частина сепаратора за допомогою фланця і перехідного жолоба (1) сполучена з елеватором (6), що збезводнює, для видалення відходів, а верхня частина закінчується жолобом для розвантаження концентрату.

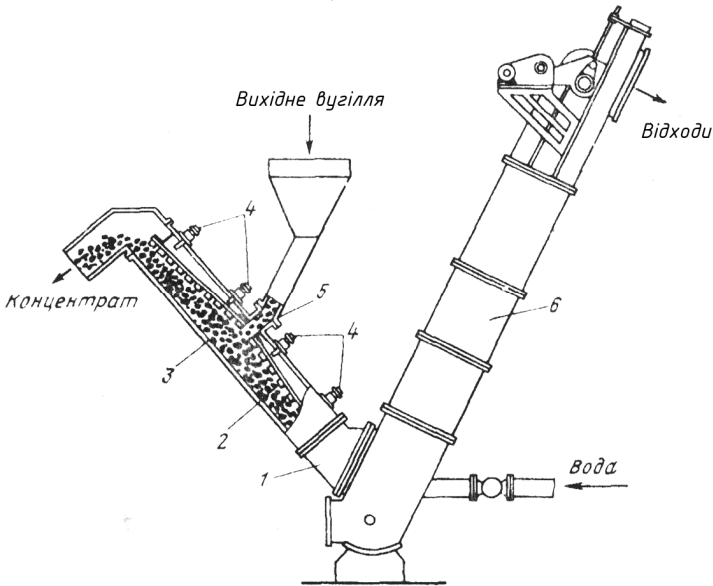


Рис. 12-2 – Крутопохилий сепаратор КПК.

Вихідне вугілля подають по завантажувальному жолобі в центральну частину каналу сепаратора. Одночасно в нижню частину сепаратора через башмак елеватора надходить вода. Легкі фракції часток виносяться потоком нагору і розвантажуються через поріг у концентратний розвантажувальний жолоб. Важкі фракції, рухаючись на зустріч потокові води природним прошарком, надходять через перехідний жолоб в елеватор, що збезводнює.

При нормальному плинні процесу і безупинній подачі вихідного живлення в сепараторі існують два потоки матеріалу: спадний і висхідний, що займають визначену площу перетину похилого каналу.

Зони перегородок є ділянками локального збільшення швидкості потоку і водночас являють собою багаторазові повторювані зони підвищеного розпушення матеріалу. Спадний потік матеріалу,

що несе важкі частини, періодично розпушується й ущільнюється, виділяючи легкі частини в зону висхідного потоку. Таким чином, по всій довжині робочої зони сепаратора здійснюється протиточний процес із поділом часток переважно по густині.

Розмір перетину каналу насподі і вгорі (у породному і концентратному відділеннях) є головним регулювальним параметром при настроюванні режиму. Цими параметрами визначається максимальна пропускна спроможність породної і концентратної частини каналу сепаратора, а також відносна витрата води на переробку вихідної сировини при оптимальному завантаженні. У крутопохилих сепараторах досягається рівномірне збагачення практично по всіх класах крупності аж до класу 0—3 мм. Засмічення значного концентрату в середньому складає 1,1—2 %, дрібного – не перевищує 3 %.

ГЛАВА 13. ПНЕВМАТИЧНЕ ЗБАГАЧЕННЯ

13.1. Що являє собою пневматичне збагачення, чим воно відмінне від мокрих процесів, у чому особливість процесу пневматичного збагачення, його достоїнства й недоліки?

Відповідь: Пневматичне збагачення – процес поділу суміші мінеральних часток по густині на перфорованій поверхні (деці) під дією вертикального пульсуючого потоку повітря. Пневматичне збагачення протікає відповідно до законів гравітаційного поділу твердих часток різноманітної густини в струмені повітря.

Істотна відмінність повітряного середовища від водяного — низька густина ($\Delta = 1,23 \text{ кг/м}^3$) і не значна в'язкість. Тому прискорення падіння тіла у повітряному середовищі можна вважати рівним прискоренню вільного падіння. Коефіцієнт рівнопадаємості двох зерен у повітрі нижче ніж у водяному середовищі. Отже, для збагачення у повітряному середовищі потрібна більш вузька шкала класифікації. Особливість процесу пневматичного збагачення полягає в тому, що він відбувається при коефіцієнті розпушення (ϵ) постелі, значно більшому, ніж при відсадці у воді. Це викликано більш важкими умовами транспортування продуктів розшарування по деці.

Достоїнство пневматичного збагачення – простота технологічних схем, низька вартість збагачувальних фабрик і собівартість процесу, невелика енергоємність, відсутність водно-шламового господарства, одержання сухого продукту збагачення.

Недоліки процесу – вологість вугілля, що збагачується, не повинна перевищувати 5 %, низька точність поділу, збагачуваність повинна бути легкою. Внаслідок цього пневматичне збагачення знайшло обмежене застосування, в основному в районах із суровим кліматом і для бурого вугілля.

Для пневматичного збагачення застосовують пневматичні сепаратори.

ГЛАВА 14. ФЛОТАЦІЯ ВУГІЛЛЯ

14.1. Що називають флотацією вугілля, які бувають види флотації, у чому сенс пінної флотації і коли її застосовують?

Відповідь: Флотацією називають процес збагачення дрібних класів вугілля, заснований на різній змочуваності водою поверхні вугілля і відходів.

Розрізняють пінну, масляну і плівкову флотацію.

Масляна і плівкова флотація через низьку продуктивність апаратів і нестійкість процесу має обмежене застосування. Найбільше поширення одержала пінна флотація. Вона полягає в тому, що у флотаційній машині частки вугілля, що не змочуються водою, при зустрічі з бульбашками повітря прилипають до них і спливають на поверхню пульпи. Бульбашки повітря із частками вугілля, що спливли, утворюють піну (пінний концентрат), що видаляється з машини. Частки породи, що добре змочуються водою, до бульбашок повітря не прилипають і залишаються у пульпі. Пінна флотація – найбільш ефективний процес збагачення тонких класів вугілля. Недоліком флотації є висока вартість і питома витрата електроенергії.

Флотацію застосовують для збагачення шламів крупністю 0–0,5 мм коксівного вугілля і регенерації оборотної води. У сполученні з іншими операціями флотацію можна застосувати для одержання надчистих концентратів ($A^d < 1\%$) для спеціальних цілей.

14.2. З чим пов'язаний процес флотації, які явища мають найбільш важливі значення для процесу флотації?

Відповідь: Флотаційна пульпа являє собою багатофазну систему. Вона складається з твердої фази (Т) – дрібних часток вугілля і породи; рідкої фази (Р) – води; газоподібної фази (Г) – бульбашок повітря крім того, у пульпу подають флотаційні реагенти для змін властивостей поверхні твердої фази.

Процес флотації пов'язаний із фізико-хімічними явищами, що відбуваються на поверхні поділу фаз.

Найбільш важливе значення для процесу флотації мають поверхневий натяг, змочуваність і адсорбція.

14.3. Що називають поверхневим натягом і змочуваністю, від чого вони залежать?

Відповідь: У рідині (рис. 14.1) молекули знаходяться в рівновазі тому, що вони відчувають однакові в усіх напрямках сили тя-

жіння сусідніх молекул. Рівнодіюча сил, що діють на молекулу, дорівнює нулю.

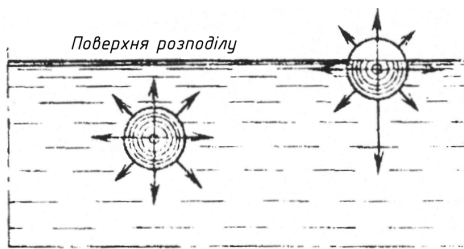


Рис. 14-1 – Схема дії молекулярних сил

На поверхні поділу фаз Р–Г молекули рідини відчувають тяжіння молекул рідини і повітря. Проте сили тяжіння молекул повітря менше, ніж молекул рідини. Тому нерівноважені сили ринуться втягнути молекулу усередину рідини. Неврівноважені сили на поверхні поділу фаз спроможні виконувати роботу, тобто молекули поверхневого прошарку рідини мають запас вільної поверхневої енергії.

Поверхневий натяг – сила, що діє уздовж поверхні поділу на одиницю її довжини. Поверхневий натяг і поверхнева енергія чисельно рівні.

Вільною поверхневою енергією володіють і тверді тіла. Їх поверхневий натяг значно більше, ніж рідини. При флотації поверхневий натяг рідини зменшують, додаючи флотаційні реагенти.

Змочуваність – явище взаємодії поверхні мінеральних часток із молекулами води під дією нерівноважених сил. Змочуваність залежить від вільної поверхневої енергії часток. При великому запасі вільної поверхневої енергії частки добре змочуються водою, при малому – погано. Якщо помістити частку у воду, то під дією нерівноважених сил на поверхні поділу фаз утвориться тонкий прошарок молекул води. Цей процес називають гідратацією. Кількісно змочуваність визначається значенням крайового кута змочування Θ .

14.4. Що називають крайовим кутом змочування, які частки називають гідрофобними, а які гідрофільними?

Відповідь: Крайовий кут змочування Θ (рис. 14.2) це кут, утворений дотичною до поверхні краплі (або бульбашки повітря) і поверхнею мінералу, що відрховується з боку краплі.

Крайовий кут змочування змінюється від 0 до 180° і складає для вугілля 60—90° і породи 0—10°. Розтікання краплі води по поверхні мінералу припиняється при зрівноважуванні сил поверхневого натягу.

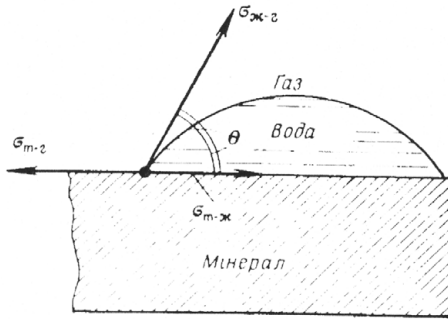


Рис. 14-2 – Схема дії сил поверхневого натягу

Частки, які погано змочуються водою, називають гідрофобними; частки, які добре змочуються водою – гідрофільними. До гідрофобних відносяться частки вугілля, до гідрофільних – породи. З поверхні гідрофобних часток повітря легко витискує воду, а з поверхні гідрофільних часток вода легко витискує повітря. Зменшення змочуваності водою флотуємих часток за допомогою флотаційних реагентів сприяє кращому їх прилипанню до бульбашок повітря.

14.5. Що таке адсорбція, де використовують це явище у вуглезбагаченні?

Відповідь: Адсорбція – поглинання речовини з газового або рідкого середовища поверхневим прошарком твердого тіла або рідини, що називається адсорбентом. При адсорбції реагентів змінюються властивості поверхні часток. Явище адсорбції використовують при флотації для зміни змочуваності флотуємих часток. Флотаційні реагенти є одним з найважливіших засобів здійснення і регулювання процесу флотації і призначені для підвищення гідрофобності або зниження гідратованості флотуємих матеріалів, а також надання стійкості (тривкості) бульбашкам повітря у пульпі й зменшення їх крупності.

14.6. В чому різниця між неполярними, полярними та гетерополярними речовинами, які застосовують речовини у якості флотаційних реагентів?

Відповідь: До неполярних органічних реагентів відносять вуглеводні (олії, жири та ін.) із симетричною будівлею молекул, у яких збігаються електричні центри ваги позитивних і негативних зарядів. Ці речовини слабо гідратуються і практично не розчинні.

Полярні речовини – сполуки, у молекулах яких електричні центри ваги позитивних і негативних зарядів не збігаються: один кінець молекули має позитивний, а інший – негативний заряди. Полярні речовини у воді розпадаються на іони, хімічно активні, розчинні у воді.

Гетерополярні речовини — сполуки, молекули яких складаються з полярної і неполярної групи атомів і володіють одночасно властивостями полярних і неполярних речовин. Полярні кінці молекул змочуються водою (гідрофільні), а неполярні – ні (гідрофобні). Розчинність гетерополярних речовин у полярному (воді) або неполярному розчиннику залежить від довжини вуглеводневого ланцюга. З подовженням вуглеводневого ланцюга розчинність гетерополярних речовин у воді падає.

В якості флотаційних реагентів застосовують гетерополярні і неполярні речовини або їх суміші.

14.7. Як відбувається адсорбція неполярних реагентів на поверхні часток вугілля?

Відповідь: Адсорбція неполярних реагентів на поверхні часток вугілля відбувається таким чином, що крапельки мастил, емульговані у пульпі, при зіткненні з поверхнею частки розтікаються по ній, утворюють тонку масляну плівку або облямівку уздовж трифазного периметра змочування. У цьому випадку частка стає гідрофобною.

14.8. Як відбувається адсорбція змішаних (неполярних і гетерополярних) реагентів на поверхні часток?

Відповідь: Спочатку на поверхні частки адсорбуються молекули гетерополярної речовини (рис. 14.3, а), що закріплюються на поверхні полярною групою молекул, а неполярні групи орієнтуються у воду.

Потім неполярні речовини, що входять до складу реагенту, обволікають уже частково гідрофобізовану поверхню часток (рис. 14.3, б). У результаті цього частка стає гідрофобною. При великому

утриманні гетерополярних речовин у реагенті молекули його закріплюються на плівці мастила й орієнтуються полярними кінцями молекул у воду (рис. 14.3, в). У цьому випадку поверхня частки стає гідрофільною, що знижує флотуємість вугілля.

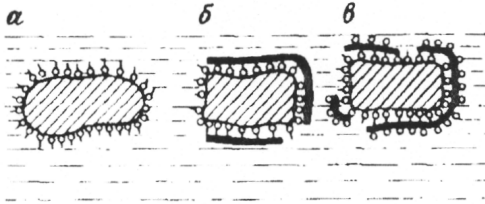


Рис. 14-3 – Схема послідовного закріплення гетерополярного і неполярного реагентів на поверхні вугілля.

14.9. Як відбувається адсорбція гетерополярних речовин?

Відповідь: Адсорбція гетерополярних речовин на поверхні бульок повітря і на поверхні поділу фаз Р–Г відбувається наступним чином (рис 14.4).

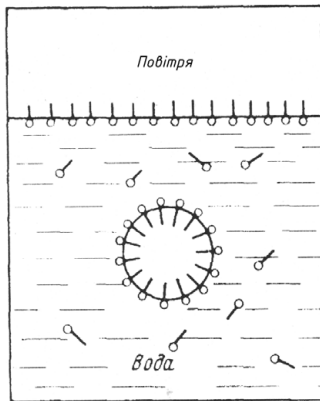


Рис. 14-4 – Схема адсорбції гетерополярних речовин на поверхні бульок повітря

Гетерополярні молекули на поверхні бульки і поверхні поділу Р–Г орієнтуються неполярними кінцями молекул у повітря, а полярними – у воду. При цьому знижується поверхневий натяг води. Речовини, що адсорбуються на поверхні поділу фаз і сильно знижуючи поверхневий натяг, називають поверхнево-активними. Утворення у

водяному середовищі флотаційного комплексу: мінеральна частка – булька повітря – найважливіший процес при флотації.

14.10. Як флотаційні піни поділяються по структурі?

Відповідь: По структурі флотаційні піни поділяють на плівкові, плівково – структурні, агрегатні (рис 14.5).

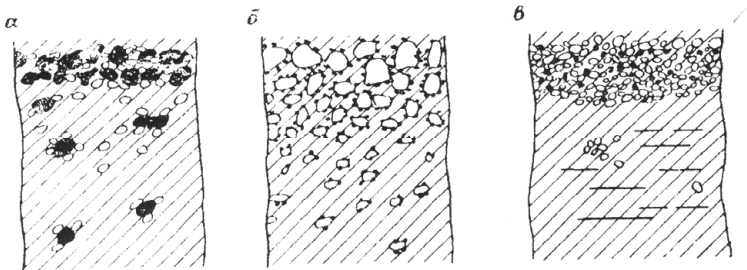


Рис. 14-5 – Структура флотаційних пін

Плівкова піна (рис 14.5, а) складається з тонкого шару спливших на поверхню пульпи мінеральних часток, поєднаних між собою дрібними бульбашками повітря.

Плівково-структурна піна (рис. 14.5, б) складається з крупних бульок повітря, які покриті тонкими частками вугілля. Проміж бульок знаходиться значна кількість води. Ця піна характерна для флотації вугілля.

Агрегатна піна (рис 14.5, г) складається з більш крупніших часток вугілля і агрегатів, що заповнюють основну частину простору між бульбашками. Розміри бульок у агрегатній піні менше ніж у плівково-структурній. Ця піна добре мінералізована і менш обводнена ніж плівково-структурна.

14.11. Які вимоги пред'являють до флотореагентів і як вони поділяються за своїм призначенням?

Відповідь: Реагенти виконують найважливішу роль у процесі флотації, визначаючи його селективність і швидкість дії.

До флотаційних реагентів пред'являють такі вимоги: високу ефективність, низька вартість і недефіцитність, висока селективність (вибірність) дії стосовно часток вугілля, значні ресурси і сприятливе географічне розташування підприємства-постачальника, стійкість його властивостей і хімічного складу, гарна текучість і незначна в'язкість при низьких температурах, незначна токсичність, відсут-

ність неприємного запаху, пожежобезпечність, помірна тривкість утвореної піни.

Реагенти, застосовувані при флотації вугілля, поділяють на:

- збирачі, призначення яких – збільшувати гідрофобність часток вугілля і забезпечувати швидке і тривке примикання їх до бульбашок повітря. Найбільш часто уживані з них: керосин (освітлюючий, тракторний, відсульфований), активований флотореагент АФ-2, ароматизовані аполярні реагенти ААР-1 і ААР-2.
- піноутворювачі, призначення яких – утворювати піну. До складу піноутворювачів входять поверхнево-активні речовини, що знижують поверхневий натяг води. Найбільш часто використовують: мастило X, пінореагент, реагент Т-66, кубові залишки виробництва бутилового спирту.

Реагенти для флотації вугілля можуть одночасно виконувати функції збирача і зпінювача. Тоді в їх склад входять неполярні і гетерополярні речовини.

14.12. Що повинні забезпечувати флотаційні машини для здійснення ефективного флотаційного процесу?

Відповідь: Ефективність флотаційного процесу багато у чому залежить від досконалості конструкцій машин і апаратів, у яких він здійснюється. З урахуванням особливостей флотації вугілля флотаційні машини повинні забезпечувати:

- 1) інтенсивне і рівномірне перемішування пульпи для того, щоб усі мінеральні частки у робочій зоні машини знаходилися у зваженому стані;
- 2) достатню аерацію (насичення) пульпи дрібними бульбашками повітря;
- 3) диспергування (здрібнювання) повітряних бульбашок із метою створення максимальної поверхні для прилипання часток;
- 4) створення спокійної зони для спливання мінералізованих бульок на поверхні пульпи й утворення стійкості піни;
- 5) безупинне зняття всього прошарку піни, що утворилася, без захоплення нижче розташованого прошарку пульпи;
- 6) безупинне видалення частини пульпи, що не сфлотувалася;
- 7) безперервність дії;
- 8) зручність для ремонту й обслуговування;

9) мінімальна питома витрата електроенергії.

14.13. Як поділяють флотаційні машини в залежності від засобу аерації пульпи?

Відповідь: По засобу аерації пульпи флотаційні машини поділяють на:

- 1) механічні, у яких аерація і перемішування пульпи здійснюються імпелерами, ежекторами і насосами, що засмоктують повітря з атмосфери;
- 2) пневматичні, у яких аерація пульпи здійснюється безпосереднім введенням стиснутого повітря у пульпу за допомогою різноманітних механізмів (повітродувки, компресори);
- 3) пневмомеханічні (комбіновані), у яких аерація пульпи здійснюється механічним перемішуванням за допомогою імпелера й одночасно додаткової подачі повітря під тиском.

14.14. Як поділяють флотаційні машини в залежності від характеру прямування пульпи?

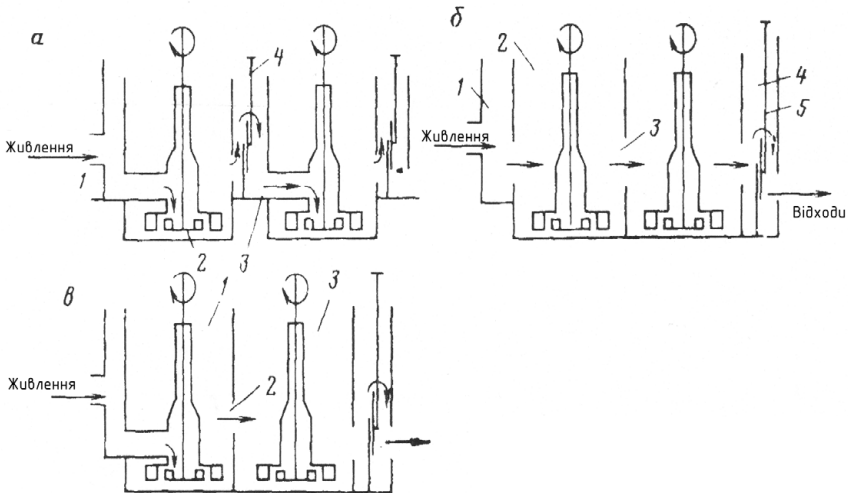


Рис. 14-6 – Схеми механічних флотаційних машин

Відповідь: По характеру прямування пульпи флотаційні машини поділяють на (рис 14.6.)

- 1) камерні, у яких прямування пульпи відбувається послідовно з камери в камеру через переливні кишені (рис. 14.6, а)

- 2) прямоточні, у яких пульпа переходить із камери в камеру самопливом крізь отвори в перегородках (рис. 14.6, б)
- 3) комбіновані, що складаються з двокамерних секцій. Перша камера кожної секції працює як у камерній машині, друга, як у прямоточній (рис 14.6, в). У практиці флотації вугілля найбільш широке застосування одержали механічні флотаційні машини – камерні, прямоточні і комбіновані.

14.15. У чому полягає принцип дії флотаційної машини МФУ 12?

Відповідь: Флотаційна машина МФУ12 являє собою механічну прямоточну машину, що складається із шести однакових послідовно розташованих камер місткістю 12,5 м³ кожна, об'єднаних у дві секції по три камери. Секції, змонтовані з перепадом 300 мм і сполучені між собою проміжною кишенею, мають свій рівень пульпи, регульований автоматично за допомогою шибера. Камера машини має прямокутну форму з вертикальними бічними стінками, скошеними в нижній частині. У кожній камері розташовано по два блока-аератора, що виконують функції осьового насоса і відцентрового імпелера.

Процес флотації протікає таким чином. Вихідна пульпа з приймальної кишені надходить у першу камеру машини, де вона потрапляє у відцентровий імпелер. Одночасно на імпелер надходить повітря з атмосфери, що засмоктується через повітряну трубку. Відбувається насичення пульпи повітрям (аерація). При обертанні імпелера його лопатки викидають пульпоповітряну суміш у радіальному напрямку на вигнуті ряди стержнів статора. При цьому відбувається інтенсивне роздроблення бульбашок повітря (диспергування). Аерована пульпа надходить у флотаційну камеру, де частки вугілля прилипають до бульок повітря. Мінералізовані бульки повітря спливають на поверхню пульпи, створюючи піну, яку видаляють із камери пінофонами. Пульпа з першої камери через отвір у перегородці надходить у другу прямоточну камеру, потрапляє там у блок –аератор і процес флотації повторюється. Породні частки залишаються у пульпі, перетікають з нею із камери в камеру, і віддаляються з останньої камери через спеціальну кишеню.

14.16. Які з основних властивостей вугілля мають вплив на процес флотації і в чому полягає їх вплив?

Відповідь: До основних властивостей вугілля, що впливають на процес флотації, відносяться: стадія метаморфізму, петрографічний склад, окисдованість, гранулометричний склад, збагачуваність і склад мінеральних домішок.

Стадія метаморфізму. Вугілля середнього ступеня вуглефікації марок Ж, К, ОС флотуються краще, ніж молоде вугілля, марок Д, Г і старе, марок Т, А.

Петрографічний склад. Компоненти вугілля, що володіють глянуватю поверхнею (вітриніт) добре флотуються. Компоненти вугілля з матовою поверхнею мають середній ступінь флотуємості, погано флотуються частки фюзеніта, що містять вкраплення мінеральних домішок.

Окисдованість вугілля погіршує процес флотації.

Гранулометричний склад. Вугілля не повинно містити частки крупніше 0,5 мм. Утримання в пульпі тонких шламів (0—0,1 мм) погіршує процес флотації, тому що при цьому утворюється багата і стійка піна, знижується швидкість флотації, зменшується продуктивність флотаційних машин.

Фракційний склад. При високому утриманні проміжних фракцій і їх високій зольності практично неможливо утримати два кондичійних продукти – концентрат і відходи. Проміжні фракції важко флотуються.

Мінеральні домішки (кремнезем, глинозем, оксиди заліза і кальцію) флотаційна активність вугільних часток із яскраво вираженою неоднорідною поверхнею знижується.

14.17. Як впливає зміна характеристик флотаційної пульпи на процес флотації?

Відповідь: До характеристики пульпи відносять густину, температуру, концентрацію водневих іонів рН.

Густина пульпи. Зі збільшенням густини пульпи підвищується продуктивність флотаційної машини, знижуються витрати реагентів на одиницю об'єму пульпи, електроенергії і води. Проте при надмірному збільшенні густини пульпи знижується її аерація і погіршується флотація значних часток у наслідок їхнього відриву від бульок повітря при сутичці із сусідніми частками – втрата вугілля з хвостами (відходами) збільшується.

Температура пульпи. Підігрів пульпи до 27—30°C позитивно впливає на процес флотації. Підвищення температури пульпи зменшує в'язкість не тільки пульпи але і ступінь емульгування, а також збільшує швидкість флотації і покращує її якісно-кількісні показники. При цьому продуктивність флотаційних машин збільшується на 15—20 %.

Зміна концентрації водневих іонів рН у пульпі впливає на процес флотації не значно. При рН=7,2—8,1 якість продуктів збагачення не змінюється, при рН=10 (лужна реакція) зольність концентрату підвищується. Звичайно флотацію вугілля проводять у нейтральному середовищі рН=6,9—7.

14.18. Як впливає реагентний режим на процес флотації?

Відповідь: Під реагентним режимом флотації розуміють нomenклатуру реагентів, їхню витрату, порядок і місце подачі в процес, час контакту реагентів із пульпою. Реагентний режим на фабриці встановлюється режимною картою.

Витрата реагентів залежить від стадії метаморфізму, петрографічного складу вугілля, властивостей реагентів, крупності матеріалу і густини пульпи. Метаморфізоване вугілля потребує більшої витрати реагентів, ніж вугілля середньої стадії метаморфізму. Підвищеної витрати реагентів потребують окислене вугілля і вугілля з великим утриманням домішок і тонких шламів. При флотації в розведених пульпах витрата реагентів також збільшується.

Подача реагентів може бути одночасною і дробною. Дробну подачу реагентів застосовують для підвищення ефективності флотації. Проте надмірно добре дозування реагентів може виявитись шкідливим, тому що може призвести до зменшення швидкості флотації і продуктивності флотомашини.

Успішне ведення процесу флотації залежить від часу контакту вугілля з реагентами, протягом якого вони встигають закріпитися на поверхні вугільних часток. Невеличка можливість суточки часток із крапельками реагенту збільшує необхідний час контакту. Час контакту реагентів із пульпою в апаратах підготування пульпи складає декілька хвилин. Час взаємодії реагентів із вільними частками зменшується при застосуванні їх у вигляді емульсій.

14.19. Як впливають конструктивні особливості флотаційних машин на ефективність роботи і їх продуктивність?

Відповідь: Конструктивні особливості флотаційних машин впливають на аерованість пульпи, інтенсивність її перемішування, збирання і видалення піни, час флотації, продуктивність машини.

Аерованість пульпи дуже впливає на продуктивність і технологічні показники. Рівномірний розподіл повітря по обсягу пульпи підвищує ефективність роботи машини і її продуктивність.

Інтенсивність перемішування пульпи в машині підвищується зі збільшенням частоти обертання імпелера. Проте вона не повинна бути надмірною високою тому, що це може призвести до відриву грубозернистих часток від повітряних бульбашок і випаданню їх у відходи або повне порушення флотаційного процесу. Недостатня аерація пульпи призводить до зниження продуктивності машини і погіршенню якості продуктів флотації. При надмірній аерації відбувається бурління пульпи і порушення процесу.

Швидкість і умови видалення піни з флотаційних машин впливають на продуктивність машин і якісно-кількісні показники флотації. Повинна бути дотримана визначена відповідність швидкості утворення пінного прошарку і швидкості його видалення.

Часом флотації називають тривалість перебування пульпи у машині. Цей показник установлюють досвідним шляхом для кожного типу вугілля в залежності від флотуємості вугілля, складу реагентів, їхнього дозування, режиму процесу і необхідної якості продуктів флотації. Звичайно час флотації складає 5—9 хв.

14.20. Як впливає утримання твердих фракцій у пульпі на продуктивність флотаційних машин?

Відповідь: Утримання твердої фази в пульпі є важливим технологічним чинником, що впливає на продуктивність флотомашини, питомі витрати реагентів електроенергії і води. Максимальне утримання твердого в пульпі не повинно перевищувати 300 г/л. В останні роки на діючих вуглезбагачувальних фабриках здійснюється флотація розведених пульп з утриманням твердих фракцій менше 150 г/л.

14.21. Від чого залежить вибір раціональної технологічної схеми флотації?

Відповідь: Вибір раціональної технологічної схеми флотації залежить від таких чинників: вимог до якості продукції флотації; зольності і ступеня метаморфізму вихідного вугілля, його грануломет-

ричного складу, утримання проміжних фракцій, наявності розмокаємих порід і глини, петрографічного складу, флотаційної активності; характеристик флотаційних машин; продуктивності флотаційного відділення, техніко-економічних показників та ін.

14.22. Які застосовують схеми флотації при збагаченні шламів?

Відповідь: В залежності від зольності вихідного живлення застосовуються прямі схеми флотації, схеми флотації з переміщенням пінного продукту останніх камер машини в одній з перших камер цієї ж машини, схеми флотації з переміщенням концентрату у самостійній машині (рис 14.7).

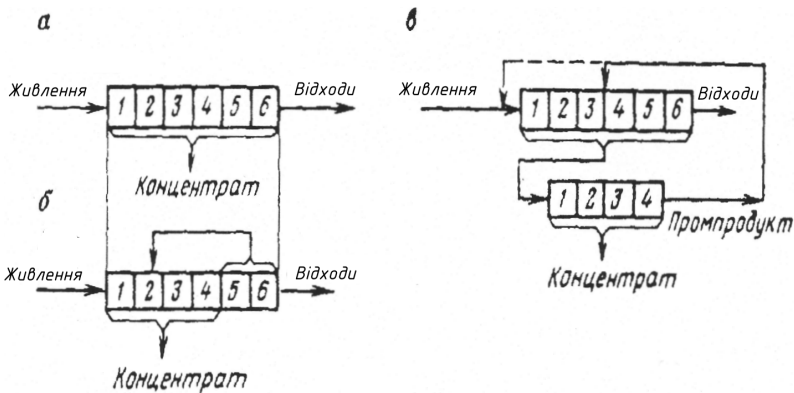


Рис. 14-7 – Технологічні схеми флотації вугілля: а – пряма; б – з переміщенням пінного продукту останніх камер; в – з переміщенням усього концентрату основної флотації; 1–6 – флотаційні камери.

14.23. Коли застосовують одностадійну пряму схему флотації?

Відповідь: Можливість одержання при флотації вугілля продуктів кондиційної якості в один прийом дозволяє застосувати одностадійну пряму схему флотації (рис. 14.7, а). При такій схемі інший продукт усіх камер (основної флотації) об'єднують у загальний концентрат, а відходи видаляють з останньої камери. Прості (прямі) схеми звичайно застосовують при зольності живлення не більш 20 % і флотації розведених пульп.

Флотація шламів підвищеної зольності потребує застосування більш складних схем із розведенням пульпи, що технологічно майже

рівнозначно. Застосовують схеми з перечисткою концентрату в різноманітних варіантах. На рис. 14.7, б показана найбільш поширена схема флотації з перечисткою пінного продукту останніх камер машини в одній з перших камер цієї ж машини.

Перечисна флотація дозволяє поліпшити якість концентрату. Проте застосування схем із декількома операціями в одній машині знижує її продуктивність.

Іноді при флотації дуже зольних і важкозбагачуваних шламів необхідна перечистка всього пінного продукту. При високому обсязі концентрату його перечищають у самостійній машині (рис 14.7, б). Схеми з очисною флотацією, коли відходи основної флотації піддають перезбагаченню з метою зниження витрат цінних концентратів, при збагаченні вугілля не застосовують.

ГЛАВА 15. ЗБЕЗВОДНЮВАННЯ ПРОДУКТІВ ЗБАГАЧЕННЯ

15.1. Які застосовують методи збагачення на вуглезбагачувальних фабриках?

Відповідь: На вуглезбагачувальних фабриках застосовують такі основні методи збезводнювання:

- 1) дренажування – природне стікання води під дією сили ваги на нерухомих грохотах, в елеваторах і штабелях;
- 2) центрифугування – збезводнення у відцентровому полі, здійснюване в центрифугах що фільтрують та відсадительного типу;
- 3) фільтрування через просту перегородку за допомогою вакууму на вакуум-фільтрах або надлишковому тиску на фільтрпресах;
- 4) грохочення – збезводнювання під дією сили ваги води і вібрації;
- 5) згушення – осадження у воді й ущільнення осадка, здійснюване в різноманітного роду відстійниках, згущувачах;
- 6) осадження в гідроциклонах;
- 7) сушіння – термічне збезводнювання в сушарках різноманітних конструкцій.

Застосування того або іншого процесу збезводнювання залежить в основному від крупності гранулометричного складу збезводнюваного матеріалу. Дренажування застосовуються при збезводнюванні значного, центрифугування – дрібно, фільтрування і згушення – тонкого матеріалу.

15.2. Для яких вугілля застосовують метод дренажування, які умови вологості матеріалу повинні виконуватися при цьому?

Відповідь: На дренажних площадках збезводнюють вугільні й антрацитові шлами й відходи флотації. Цей метод застосовується тільки в літній період і при відсутності дощу. Вологість шламів при складуванні на дренажну площадку не повинна перевищувати 15 % для відходів флотації і 35 % для вугільних шламів. Відвантажуваний просушений на дренажних площадках матеріал повинен містити не більш 30 % вологи для відходів флотації і не більш 20 % для вугільних шламів.

15.3. З чого складається і як діє збезводнюючий елеватор типу ЕО?

Відповідь: Збезводнювання вугілля, промпродуктів і відходів в елеваторах, що збезводнюють, роблять при транспортуванні цих промпродуктів із класификаторів, мийних жолобів, відсадочних машин, шнекових і крутопохилих сепараторів.

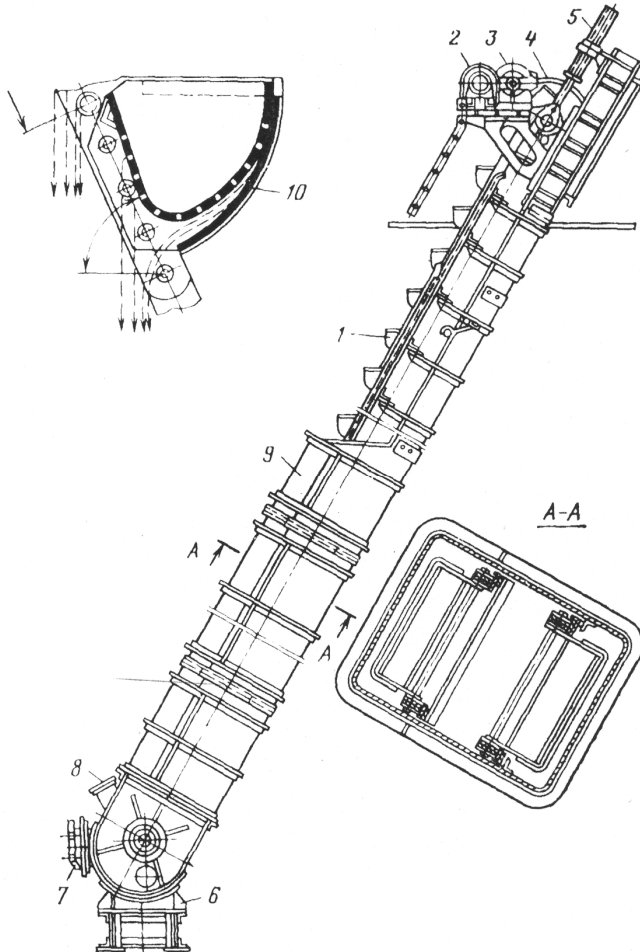


Рис. 15-1 – Збезводнюючий елеватор ЕО: 1 – перфоровані ковші, 2 – електродвигун, 3 – редуктор, 4 – зубчаста передача, 5 – гвинтовий пристрій, 6 – зварна конструкція, 7 – люк для ремонту, 8 – завантажувальний отвір, 9 – корпус

Елеватор типу ЕО складається з безкінечного ланцюга з перфорованими ковшами; направляючих у похилому корпусі; верхньої приводної голівки з приводом. Корпус елеватора складається з нижньої закритої і верхньої відкритої частини. У нижній частині елеватора є завантажувальний отвір, отвір для випуску води і люк для ремонту.

Вихідне живлення надходить через завантажувальний отвір у нижню частину елеватора, захвачується ковшами і транспортується ними знизу до верху. Вода видаляється з матеріалу під дією сили ваги після того, як ківш підіймається над рівнем води, що заповнює нижню частину елеватора. Розвантаження збезводненого продукту відбувається при перекиданні ковша через верхні зірочки. Висота точки розвантаження елеватора над рівнем води повинна бути неменше 4 м.

15.4. Від чого залежить ефективність збезводнювання в елеваторах типу ЕО, яка вологість збезводненого продукту?

Відповідь: Ефективність збезводнювання в елеваторах типу ЕО залежить від крупності матеріалу, що збезводнюється, висоти частини елеватора, що збезводнює і швидкості прямування ланцюга. Швидкості прямування ланцюга приймають рівної для значного матеріалу 0,25—0,27 м/с, для дрібного 0,15—0,17 м/с.

Вологість збезводненого продукту в елеваторах (%): значного продукту 10—16; дрібного продукту 18—25; крупних відходів 10—14; дрібних відходів 15—25.

15.5. Який матеріал збезводнюють на грохотах і які типи грохотів при цьому використовують?

Відповідь: Значний і дрібний концентрат, шлам, промпродукти й відходи збезводнюють на грохотах різноманітних типів (нерухомих і рухомих).

Для попереднього збезводнювання використовуються нерухомі грохоти. Найбільш ефективно збезводнювання відбувається на грохотах з рухливою поверхнею, що просіває. Під дією сили ваги і підкидання матеріалу вода з тонкими частками шламу інтенсивно проходить через щільні сита або отвори сіток.

15.6. Що застосовують для поліпшення збезводнювання надгратного продукту і які використовують при цьому устрої?

Відповідь: Для поліпшення процесу збезводнювання надгратний продукт обполіскують струменями технічної води. При цьому вода зливає глинистий шлам із поверхні часток, що знижує вологість

і зольність збезводненого продукту. При ополіскуванні дрібного концентрату крупністю 0,5—13 мм утримання вологи знижується на 1,1 % при ополіскуванні шламу – на 1,8 %. Для ополіскування продуктів збагачення застосовують спеціальний устрій – порскала.

Порскала діляться на самопливні безнапірні, призначені для оборотної води і напірні для технічної води або що до чистої оборотної води.

Із самопливних використовують зливеве безнапірне порскало яке працює за принципом дощування або водозливу. Із напірних порскал використовують трубчасті порскала, віялові порскала та напірне порскало з механічною очисткою форсунок.

15.7. На які види поділяють процес центрифугування продуктів збагачення вугілля?

Відповідь: У залежності від характеру прямування води і твердого матеріалу в роторі, процес центрифугування розділяють на два види:

- 1) відцентрове фільтрування, при якому рідка фаза під дією відцентрових сил проходить крізь тверду фазу і видаляється з матеріалу;
- 2) відсадне центрифугування, при якому тверда фаза осаджується з пульпи під дією відцентрових сил.

15.8. З чого складається і як діє шнекова відсадна центрифуга?

Відповідь: Відсадне центрифугування здійснюється в центрифугах із перфорованим ротором (рис. 15.2).

Пульпа крізь живлячу трубу (9) вводитьься в шнековий барабан (6). Крізь отвори у барабані (10) пульпа потрапляє в ротор (4), де під дією відцентрової сили в циліндричній, і частково в конічній, частинах обертового ротора утвориться кільцевий прошарок рідини (3), називаний «рідинним стаканом», і відбувається поділ пульпи на тверду і рідку фази. Тверді частки витками шнека (5), що обертаються зі швидкістю, декілька меншої швидкості обертання ротора, транспортуються до кінця ротора меншого діаметра і розвантажуються крізь розвантажувальні отвори (8) в приймальну камеру (7). Рідка фаза по спіральному каналу, утвореному витками шнека і стінкою ротора, рахується в протилежному напрямку і стікає крізь зливні вікна (2) в камеру для прийому фугата.

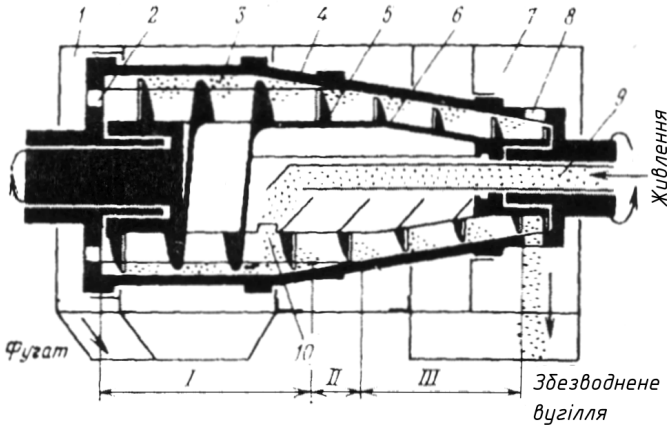


Рис. 15-2 – Схема шнекової відсадної центрифуги: 1 – камера для прийому фугату; 2 – зливні вікна; 3 – кільцевий шар рідини; 4 – ротор; 5 – шнек; 6 – шнековий барабан; 7 – приймальна камера; 8 – розвантажувальний отвір; 9 – живильна труба; 10 – отвори у барабані.

У роторі шнекової відцентрової центрифуги одночасно і безупинно протікають три основних процеси, що мають свої зони: осадження часток твердої фази (зона I), транспортування утвореного осадка витками шнека по роторі (зона II) і збезводнення осадка після його виходу за межі рідинного стакану в кінчній частині ротора (зона III).

15.9. За якими ознаками проводиться класифікація центрифуг?

Відповідь: Класифікація центрифуг проводиться по таких основних ознаках:

по технологічному призначенню – фільтруючі з перфорованими стінками ротора (ФВВ-100, ФВВ-150, ФВШ-950, ФВШ-150), відсадні із суцільними стінками ротора (НОГШ і ОГШ), відсадно-фільтруючі;

по засобу розвантаження осадка – шнекові (ФВШ, НОГШ, ОГШ) вібраційні (ФВВ-100, ФВВ-150, ФГВ-132), інерційні (ФВШ-100);

по розташуванню осі обертання ротора в просторі – вертикальні (ФВВ-100, ФВВ-150, ФВШ-950, ФВШ-100) і горизонтальні (НОГШ-1320Ф, ОГШ-132).

ГЛАВА 16. ФІЛЬТРУВАННЯ ПРОМПРОДУКТІВ ФЛОТАЦІЇ ШЛАМУ

16.1. Що називають фільтруванням, які тканини застосовують у якості робочої поверхні фільтрів і що отримують у результаті фільтрування?

Відповідь: Фільтруванням називають процес поділу твердої і рідкої фази пульпи за рахунок різниці тисків, утворюваних по обидві сторони фільтруючої перегородки. Апарати у яких здійснюється процес фільтрування, називають фільтрами. У якості робочої поверхні фільтрів застосовують такі види тканин: металевих, що не іржавіють і латунних дротів, синтетичні з капронових і пропіленових волокон, комбіновані (капросталь), бавовняні (бельтінт, бязь).

У результаті процесу фільтрування одержують осадок (кек) – тверду фазу, що затримується фільтрувальною перегородкою і фільтрат (воду), що пройшла крізь перегородку і прошарок осадка.

16.2. Для чого застосовують фільтрування і з чого складається процес фільтрування вугільних пульп?

Відповідь: Фільтрування застосовують для збезводнювання тонкого матеріалу – шламу, флотаційного концентрату, відходів флотації крупністю 0—0,5 мм.

Процес фільтрування вугільних пульп складається з трьох основних стадій:

- 1) власне фільтрування з утворенням осадка на поверхні фільтруючої перегородки;
- 2) просушення осадка шляхом видалення з його пір залишків рідкої фази;
- 3) відділення сушеного осадка від фільтруючої перегородки.

16.3. Від чого залежить швидкість фільтрування?

Відповідь: Швидкість фільтрування залежить від фізичних властивостей осадка (крупності і пористості), а також від різниці тисків і товщини осадка. З зменшенням крупності і пористості швидкість фільтрування зменшується. При фільтруванні відбувається переміщення часток невеличких розмірів із зовнішніх прошарків у внутрішні, що призводить до зменшення пористості осадка.

16.4. Як поділяють фільтри за способом створення різниці тисків та за формою робочої поверхні?

Відповідь: По способу створення різниці тисків фільтри класифікують на вакуум-фільтри – створення вакууму (тиску менше атмосферного) і фільтрпреси – створення надлишкового тиску (тиск більше атмосферного).

За формою робочої поверхні вакуум-фільтри розділяють на дискові, барабанні і стрічкові.

В наслідок малої продуктивності і періодичності дії фільтрпреси застосовують у вуглезбагаченні менше, ніж вакуум-фільтр.

16.5. У чому полягає принцип роботи дискових вакуум-фільтрів?

Відповідь: У збагаченні застосовують дискові вакуум-фільтри ДУ80-2,7/8 «Україна-80», ДУ250-3,75 «Сибір», Д140-3,5У «Гірник», які являють собою апарати безупинної дії. У них вихідна суспензія з колектора по підводним патрубкам надходить між дисками у ванну і заповнює її. При обертанні вала фільтра його канали послідовно сполучаються з відповідними камерами розподільної головки, тому за один оберт у кожному каналу валу із закріпленим на ньому ряду секторів здійснюються відповідні стадії фільтрування і просушки (рис. 16.1).

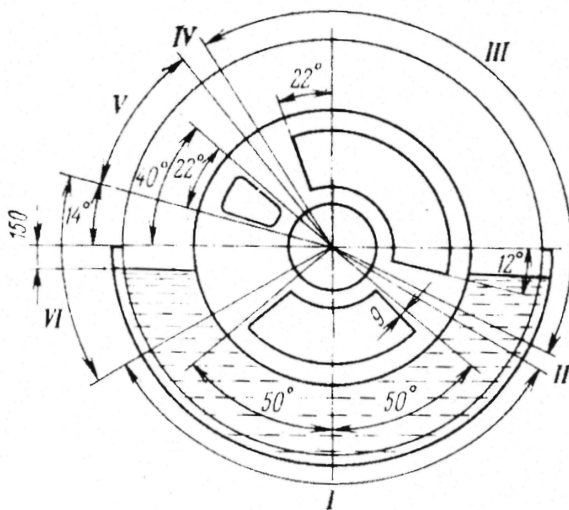


Рис. 16-1 – Схема послідовності операції фільтруванні на вакуум-фільтрі «Україна»

У зоні фільтрування (I) сектора дисків занурені ванну із суспензією і знаходяться під вакуумом. Під дією перепаду тисків фільтрат відсмоктується у внутрішню порожнину секторів, а тверді частки затримуються на фільтрувальній перегородці, створюючи наростаючий по товщині осадок. «Мертва» зона (II) розділяє зони фільтрування і просушки. У зоні просушки (III) сектори дисків виходять із ванної, фільтрат із них інтенсивно зливається в канали вала. Крізь осадок під дією перепаду тисків потрапляє атмосферне повітря, витискуючи з пір вологу, що залишилась.

У «мертвій» зоні (IV) припиняється відсос повітря. Вона служить для поділу зон просушки і віддувки, запобігання відпливу стиснутого повітря в зону просушки. У зоні віддувки (V) канали вала і сектори з'єднуються з лінією подачі стислого повітря і відбувається віддуд збезводненого осадка.

Призначення мертвої зони (VI) те ж, що і зони (IV). Суспензія подається в передню частину ванної з боку розвантаження збезводненого осадку. Це сприяє кращому розподілу часток по крупності, утворенню більш рівномірного за структурою осадка, збільшенню продуктивності вакуум-фільтра.

Перевага дискових вакуум-фільтрів – порівняно низька вологість осадка. Недоліки – малий термін служби фільтрувальної тканини, громіздкість і велика питома витрата електроенергії.

16.6. Які застосовують стрічкові вакуум – фільтри і в чому полягає їх принцип дії?

Відповідь: Стрічкові вакуум-фільтри – апарати безупинної дії – застосовують для фільтрування відходів флотажі і незбагачених шламів. У вуглезбагаченні застосовують стрічкові вакуум-фільтри типу ЛУ4-0,5-8 і ЛСХ.

Принцип дії стрічкового вакуум-фільтру ЛУ4-0,5-8 такий. Вихідна пульпа подається на стрічку фільтра за допомогою живлячого лотка. Під дією різниці тисків (вакууму у камерах) вода (фільтрат) проходить крізь отвори фільтруючої тканини і стрічки, надходить у відсік під стрічкою і видаляється з фільтра. Осадок, що утворився на стрічці, транспортується до приводного барабану і відокремлюється від тканин знімальним ножем.

У стрічкових вакуум-фільтрах типу ЛСХ використаний принцип полотнища, яка сходиться, що обумовило збільшення терміну

служби фільтруючої поверхні у 4–5 рази у порівнянні зі звичайними стрічковими вакуум-фільтрами.

Вихідна пульпа завантажується на фільтрувальну полотнину, що під дією її сили ваги і вакууму щільно прилягає до дренажної стрічки, що утворить лоток із нерухомими бортами. Траєкторії прямування стрічки і полотнини збігаються тільки на робочій ділянці, що складається з трьох зон: завантаження, фільтрування і просушки; надалі вони розходяться.

Після проходження зон фільтрування і просушки фільтрувальна полотнина зі збезводненим матеріалом рухається до розвантажувального устрою, де відбуваються видалення осадку і при необхідності очищення полотнини спеціальним ножом. У нижній частині фільтру фільтрувальна полотнина, і дренажна стрічка промиваються водою з порскал. Після вирівнювання вони знов готові до роботи.

16.7. Яке допоміжне обладнання використовують для роботи фільтрувальних установок і яке його призначення?

Відповідь: До допоміжного обладнання відносять вакуум-насоси, повітродувки, насоси для відкачки фільтрату, ресивери, пастки і повітрозбірники.

Вакуум-насоси призначені для створення вакууму на вакуум-фільтрі. Найбільше поширення одержали вакуум-насоси типу ВВН-50 і повітродувки КВН-50 або ВК-50, а також турбоповітродувки ТВ50-1,6 і ТВ-80-1,6 для створення надлишкового тиску. Використовуються також водокільцеві насоси подвійної дії ДВВН-100 і ДВВН-150.

Ресивер призначений для відділення фільтрату від повітря і складається з циліндричного корпусу (1), у який через патрубок (3) надходить фільтрат і повітря з розподільної головки вакуум-фільтра. Вдаряючись об відбійник (2), фільтрат надходить униз ресивера, а повітря видаляється кризь патрубок (4).

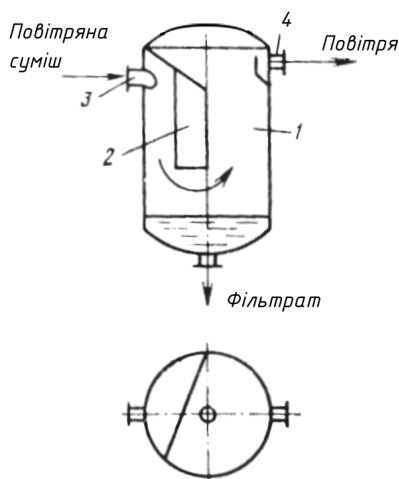


Рис. 16-2 – Схема ресивера

Пастка призначена для охорони вакуум-насоса від влучення в нього фільтрату і має циліндричний корпус і по конструкції майже аналогічна з ресивером. Встановлюють пастку між ресивером і вакуум-насосом.

16.8. Які використовують схеми поєднання фільтрувальних установок і вакуум – насосів, і в чому у них різниця?

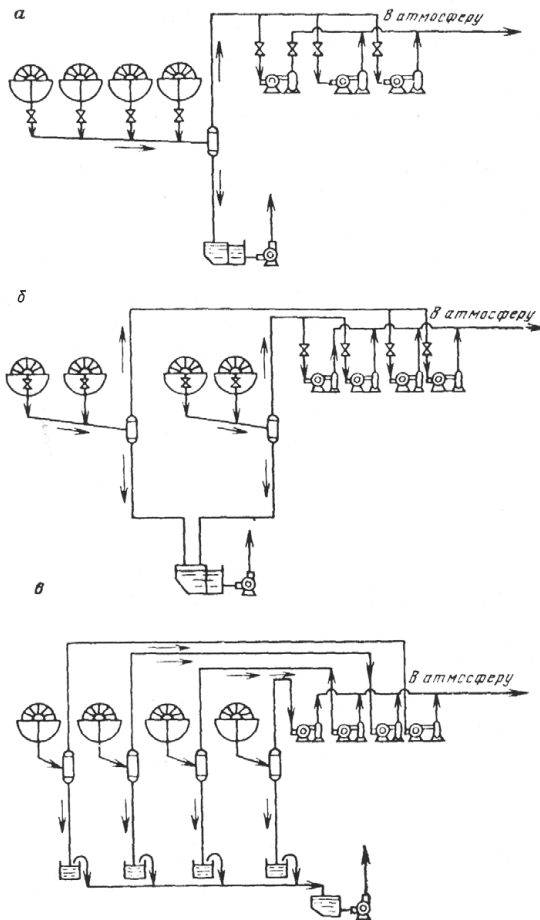


Рис. 16-3 – Схема з'єднання вакуум – насосів: а) загальна; б) групова вакуумна; д) індивідуальна

Відповідь: При установці на фабриці декількох вакуум-фільтрів може бути використана одна з трьох схем їхнього приєднання до вакуум-насосів: загальна, групова й індивідуальна (рис. 16.3).

Загальна схема з'єднання вакуум-насосів (рис. 16.3, а) має єдину систему вакуумних комунікацій. Їх використовують при установці малопродуктивних фільтрів і невеличкий їх кількості. Дана схема дозволяє більш компактно розмістити обладнання, зменшити протяжність трубопроводів. У випадку неполадок і припинення діючого вакуум-насоса його можна замінити резервним.

Групова схема (рис. 16.3, б) передбачає підключення двох-трьох вакуум-фільтрів у єдину систему вакуум-насосів.

Індивідуальна схема (рис. 16.3, в) передбачає підключення до кожного вакуум-фільтра одного вакуум-насоса.

16.9. Які застосовують схеми подачі пінного продукту на вакуум – фільтри?

Відповідь: У залежності від розміщення флотаційних машин, застосовують дві схеми подачі пінного продукту на вакуум-фільтри (рис. 16.4).

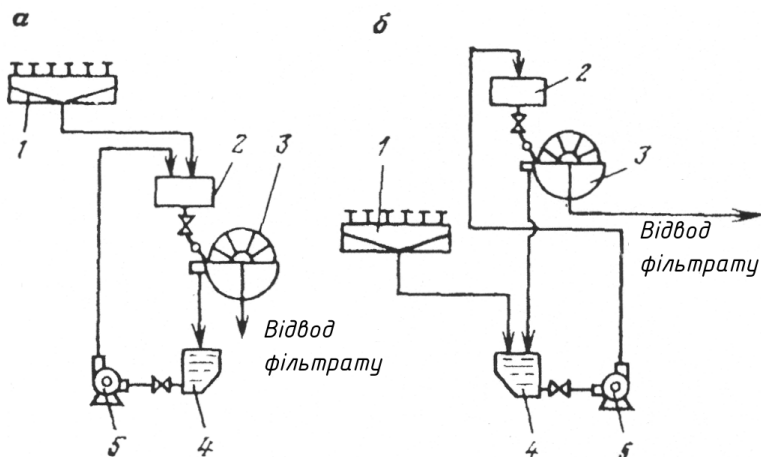


Рис. 16-4 – Схема подачі пінного продукту на дискові вакуум-фільтри

Схему (рис. 16.4, а) застосовують якщо флотаційні машини (1) розташовані на верхньому перекритті. Флотаційний концентрат надходить крізь збірник (2) на фільтри (3). Перелив з ванних вакуум-фільтрів прямує в зумпф (4), звідтіля насосом (5) він повертається до збірнику (2). Схему (рис. 16.4, б) застосовують при розташуванні флотаційних машин (1) на нижніх перекриттях фабрики. Концентрат надходить у зумпфи (4), відкіля насосом (5) його подають у збірник(2), а потім у вакуум-фільтри (3).

ГЛАВА 17. ЗГУЩЕННЯ ШЛАМІВ І ОСВІТЛЕННЯ ОБОРОТНОЇ ВОДИ

17.1. Що називають шламом, які він має характеристики і які джерела його утворення?

Відповідь: Шламом називають вугілля крупністю 0—0,5 мм, одержане в разі мокроgo збагачення.

Вугільні шлами мають різноманітний гранулометричний склад і різноманітні мінералогічні і петрографічні характеристики. На вуглезбагачувальних фабриках шлам може бути у вигляді суспензії (суспензії твердих часток у воді) пластичної і сипучої (твердої) маси.

Суспензії поділяють на:

- 1) хитливі; коли тверда фаза розшаровується внаслідок осадження щодо значних часток; нижня межа крупності хитливих суспензій 1 мкм;
- 2) стійкі; коли тверда фаза підтримується в зваженому стані молекулярними силами взаємодії часток, що перевищують сили ваги; верхня межа крупності стійких суспензій 0,1 мкм.

Пластична маса складається з твердих часток і води в такому співвідношенні, при якому система вже не є суспензією твердого в рідкому, а подана відносно однорідною масою, що містить більш 600 г/л твердого.

Сипуча (тверда) маса являє собою суміш твердої і незначної кількості рідкого, у результаті чого проміжки між частками заповнені повітрям.

По крупності шлам поділяють на:

- 1) зернистий – розміром більше 45 мкм, котрі відносно добре осаджуються, вловлюються, збагачується й збезводнюється;
- 2) тонкі – розміром менше 45 мкм який дуже важко опрацювати. Він значно змінює властивості суспензії й утрудняє введення таких процесів, як збагачення, осадження, згущення, збезводнювання і фільтрування.

На вуглезбагачувальних фабриках шлам буває в незбагаченому вигляді (рядовий), у збагаченому (концентрат флотації, гідроциклонів), у вигляді відходів (флотації, гідроциклонів). Шлам умовно поділяють на первинний, що надходить на фабрику з рядовим вугіллям, і вторинний, що утворюється в процесі збагачення. Джерела утворення шламу: пил крупністю 0—0,5 мм у рядовому вугіллі,

здрібнювання вугілля при транспортуванні внутрішньо фабричним транспортом; стирання вугілля в збагачувальних апаратах (на грохотах, дробарках, відсадних машинах, сепараторах, центрифугах і ін.); розмокання глинистих часток у воді.

Шламоутворення залежить від фізичних властивостей вугілля і породи, застосовуваних схем збагачення і засобів опрацювання шламів.

17.2. Яка вода використовується для технічних цілей у вуглезбагаченні і які вимоги повинні використовуватись при її використанні?

Відповідь: Витрата води, що використовується в технологічних процесах, складає 3—4 м³/т. Основними джерелами водопостачання вуглезбагачувальних фабрик є: шахтний або кар'єрний водовідлив; власні водозабори поверхневих або підземних вод; водопроводи міських систем. Два перших джерела використовуються для виробничих процесів. Вода питної якості використовується на господарсько – побутові потреби. Вода, що вводиться зовні в процес збагачення, повинна відповідати нормативним вимогам.

Для зменшення витрат технічної води в схемах фабрик передбачають її багатократне використання (циркуляцію).

Накопичення в технічній воді суспензії, мінеральних і органічних речовин негативно впливає на показники гравітаційних процесів збагачення, флотації, збезводнювання, флокуляції. Для повторного використання її необхідно освітляти. Утримання твердого в оборотній воді повинно бути не більш 50—80 г/л.

17.3. Що являє собою водно-шламове господарство вуглезбагачувальної фабрики і які технологічні операції воно передбачає?

Відповідь: Водно-шламове господарство вуглезбагачувальної фабрики складає сукупність машин, апаратів і споруд, сполучених між собою комунікаціями і призначених для уловлювання, згущення і збезводнювання шламів і освітлення оборотної води. Водно-шламові системи повинні забезпечувати фабрику технічною водою необхідної якості. При цьому кількість шламу, що виділяється з оборотної води, повинно рівнятися кількості утворюваного знову. Також повинний бути урівноважений баланс води при замкнутому оборотному водопостачанні.

Водно-шламове господарство фабрик передбачає такі технологічні операції:

а) класифікацію шламів із застосуванням грохотів, стаціонарних сит, багер-зумпфів, гідроциклонів, пірамідальних відстійників, згущувальних лійок, радіальних згущувачів;

б) збагачення шламів (флотація);

в) згущення продуктів поділу шламів і освітлення шламових вод, у результаті чого одержують згущений продукт і злив. Ці процеси здійснюються в багер-зумпфах, гідроциклонах, пірамідальних відстійниках, згущувальних лійках, радіальних згущувачах, відсадних центрифугах, зовнішніх очисних спорудах;

г) збезводнювання шламів і продуктів їхнього поділу за допомогою грохотів, стрічкових фільтрів, вакуум-фільтрів, фільтрпресів і відстійних центрифуг.

17.4. Що називають флокулянтами, у чому полягає механізм їх дії і які флокулянти застосовують на вуглезбагачувальних фабриках?

Відповідь: Флокулянтами називають природні або синтетичні хімічні сполуки, при введенні яких в суспензію вугільних або глинистих шламів, останні можуть утворювати механічні зв'язки між частинами твердої фази і викликати завдяки цьому прискорене осадження часток. Механізм дії флокулянтів полягає в адсорбції розчинених молекул полімерів на частках твердої фази оброблюваної дисперсної системи й утворенні механічного зв'язку між окремими групами часток. Виниклі при цьому агрегати твердих часток називаються флокулами, а процес їхнього утворення – флокуляцією.

Швидкість осадження часток при флокуляції збільшується майже в три рази.

Найбільш широко застосовують поліакриламід (ПАА), метас, «Комета», «Метасол», поліетиленоксид (ПЕО).

17.5. З чого складається і як діє радіальний згущувач з центральним приводом?

Відповідь: Згущувачі одноярусні (радіальні) – апарати безупинної дії, використовувані для згущення пульп, що спрямовують на флотацію, незбагачених шламів перед збезводнювачем, і відходів флотації.

Радіальний згущувач із центральним приводом (рис. 17.1) складається з циліндричного чану (1), (металевого або залізного) із

конічним днищем; вертикального валу (5); гребкового пристрою (3) із гребками; ферми (6) на якій встановлений привід із механізмом обертання валу і підйому гребків; розвантажувальної лійки (7) для згущеного продукту; кільцевого зливального жолобу (2); завантажувального устрою (4).

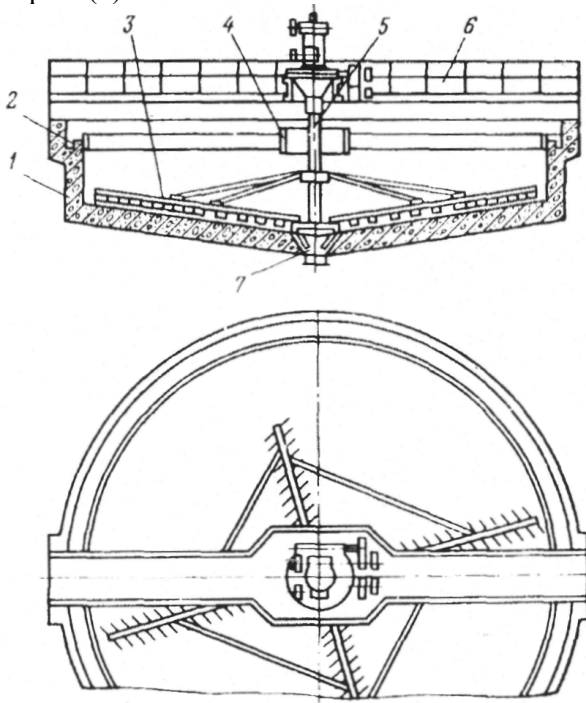


Рис. 17-1 – Схема радіального згущувача з центральним приводом

Вихідна пульпа надходить у підвішений до ферми завантажувальний устрій, постачений штахетом для затримки сторонніх предметів. Пульпа рухається від центру до кільцевого зливального жолобу. Під дією сили ваги частки шламу осаджуються на днище чану. Шкребками гребкового пристрою осілий шлам переміщується по днищу чана до розвантажувальної лійки, відкілья викачується діафрагмовим насосом або самопливом видаляється із згущувача. Злив видаляється крізь перелив у зливальний жолоб.

17.6. Де використовують згущувачі з осадкоущільнювачем, і як вони діють?

Відповідь: Згущувач з осадкоущільнювачем (рис. 17.2) використовують при згущенні відходів флотації з наступним їхнім збезводнюванням на фільтрпресах.

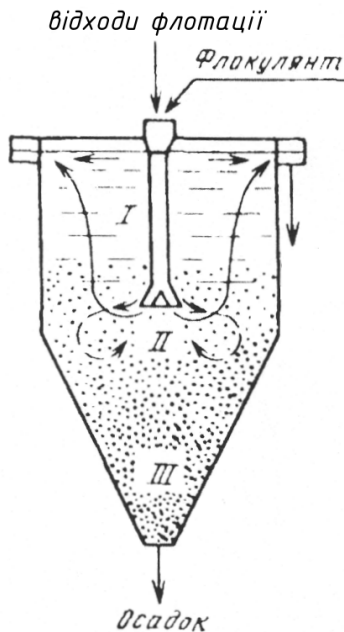


Рис. 17-2 – Схема роботи згущувача з осадкоущільнювачем

Відходи флотації подаються в приймальний устрій із розподільним конусом насподі. Туди ж подається флокулянт. Основна частина потоку рухається у циліндричній частині згущувача до периферичного зливу в зоні (I) освітлення води. Менша частина утворить невеличкі завихрення в зоні (II) масового осадження флокул.

Ущільнення осаду відбувається в зоні (III), утворенню конічною частиною згущувача, який зветься осадкоущільнювачем. Ущільнення осаду відбувається під дією тиску, який утворюється силами ваги твердої маси, і викликає прямування рідини у верхні прошарки.

17.7. У чому полягає принцип роботи згущувача зі зваженим прошарком?

Відповідь: Згущувач зі зваженим прошарком (рис. 17.3) – нова конструкція, яка дозволяє інтенсифікувати процеси освітлення і згущення шламів.

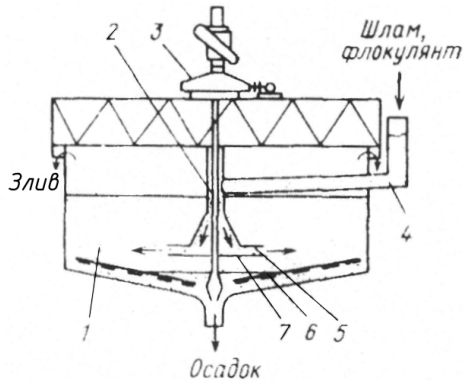


Рис. 17-3 – Схема згущувача зі зваженим прошарком

Пульпа з добавками флокулянта надходить крізь циліндричний деаератор (4) у циліндричний чан (1) у горизонтальній площині крізь кільцеву щілину, утворену відбійним диском (7) і каблучкою (5) звантажувального пристрою (2). Згущувач має привід (3) і гребкову раму (6). Під дією висхідних потоків рідини над відбійним диском утвориться зважений прошарок сфлокуюваною твердою фазою. Сутичка часток пульпи, що продовжує надходити, з флокулами у зваженому прошарку призводить до прискорення осадження твердого у разі додаткового утворення агломератів. Вода, фільтруючись крізь дрібні канали в прошарку, іде в слив. Таким чином, у згущувачі зі зваженим прошарком осадку поділ рідкої і твердої фаз відбувається не тільки під дією сили ваги, як у звичайних радіальних згущувачах, але й фільтрацією пульпи крізь зважений прошарок, що забезпечує велику ефективність процесу.

17.8. З чого складаються і як діють секційні зовнішні шламові відстійники з механічним розвантаженням осадку?

Відповідь: Типові секційні зовнішні шламові відстійники з механічним розвантаженням осадку (рис. 17.4) складаються з декількох секцій відстійників (1), виконаних зі залізобетону з багатоша-

ровою гідроізоляцією і грейферного крану (2). Секції по черзі заповнюються шламовою пульпою або відходами флотації за допомогою розподільного жолобу (4). Відходи флотації, що надходять у секційні відстійники, попередньо флокують і згущують у радіальних згущувачах.

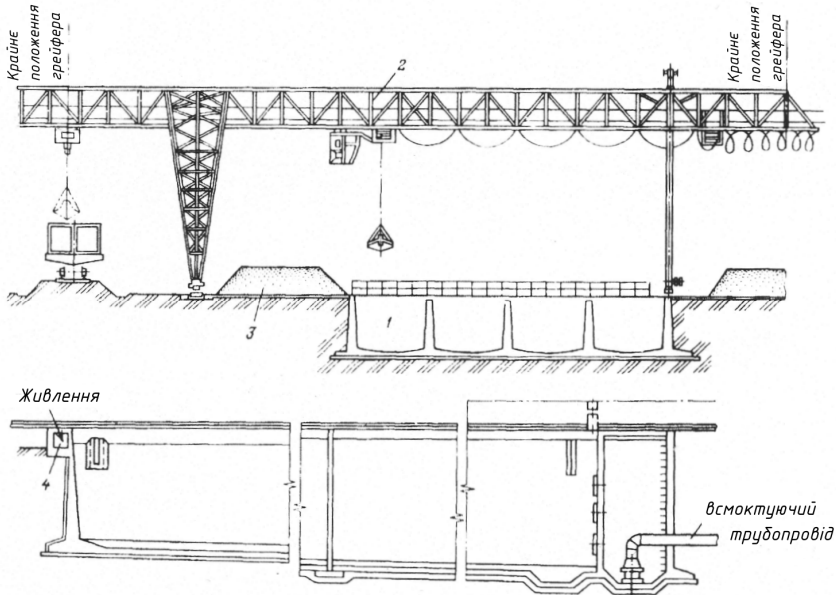


Рис. 17-4 – Секційний шламовий відстійник

Після заповнення секцій осадок відстоюється, ущільнюється і по досягненні вологості не більш 35 % для вугільних шламів і 45 % для відходів флотації видаляється краном із секції відстійників на дренажні майданчики (3) або безпосередньо на залізничні платформи у автосамоскиди. Перед розвантаженням осадку освітлену воду видаляють із секції, а залишок забрудненої води перекачують пересувним насосом в іншу секцію, що у цей час заповнюється пульпою.

17.9. Для чого використовують шламові басейни і як вони працюють?

Відповідь: Шламові басейни використовують для уловлювання шламу з фільтрів і фугатів, а також для прийому вод з фабрики при раптовому припиненні або очищенні ємностей.

Типовий шламовий басейн (рис. 17.5) являє собою двосекційні залізобетонні відстійники (3), що мають приямок (2) для збору шламу, шламові машини (4), насосну (1) для перекачування на фабрику згущеного шламу й освітленої води. Секції шламових басейнів працюють періодично – одна заповнюється, а в іншій відбувається відстоювання шламу й освітлення води.

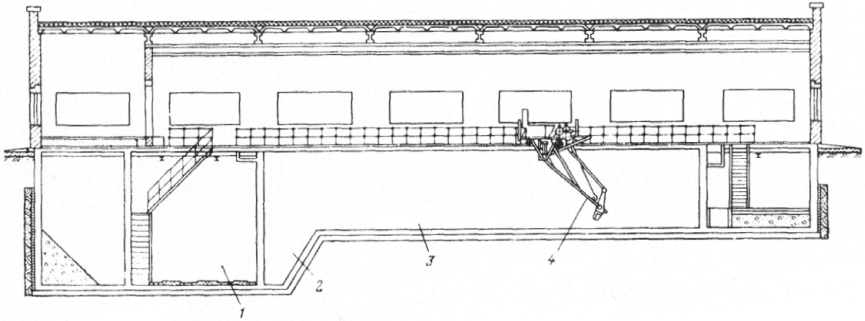


Рис. 17-5 – Шламовий басейн

17.10. Які схеми освітлювання обортової води застосовують на вуглезбагачувальних фабриках?

Відповідь: На вуглезбагачувальних фабриках для освітлення обортової води застосовують водно-шламові схеми трьох основних типів: з глибоким, не глибоким освітленням і комбіновані.

Схеми з глибоким освітленням обортової води застосовують рідко. Незначне утримання в живленні флотації часток менше 0,3 мм причинає значне зниження продуктивності вакуум – фільтрів, у разі чого виникають труднощі із збезводнюванням флотаційного концентрату.

Комбіновані схеми найбільш поширені тому, що дозволяють підтримувати утримання твердого в обортової воді 40—60 г/л при щодо гарних якісно – кількісних показниках збагачення.

Схеми з неглибоким освітленням обортової води передбачають у I стадії класифікації шламу по крупності, а в II стадії – освітлення води і попереднє згущення шламу. Ці схеми менш ефективні, ніж комбіновані.

ГЛАВА 18. ЗНЕПИЛЮВАННЯ, ЗНЕСЛАМЛЮВАННЯ І ПИЛОВЛОВЛЕННЯ

18.1. Що називають знепилюванням вугілля, що для цього застосовують і як визначається ефективність процесу знепилювання?

Відповідь: Знепилюванням вугілля називають процес зниження утримання пилу у вугіллі за допомогою повітря. Пил – дрібний клас (0—0,5 мм) сухого вугілля. Процес знепилювання призначений для зменшення шламоутворення в процесі збагачення, втрат вугілля у відходах, пилювання при його переробці. Знепилюванню піддають класи (0—6 або 0—13 мм) вугілля.

Апарати, які застосовують для знепилювання, називають знепилювачами. Принцип дії – використання повітряної класифікації (відділення часток пилу від розпушеного вугілля при пропусканні крізь нього потоку повітря).

Ефективність процесу знепилювання визначається витягом пилу, тобто відношенням маси відділеного пилу до його маси у вихідному вугіллі.

$$\varepsilon = 100 \frac{\beta(\alpha - \theta)}{\alpha(\beta - \theta)},$$

де α , β , θ – утримання пилу відповідно у вихідному, пиловому і знепилюванному продуктах, %.

Витяг пилу у знепилювачах значно знижується при збільшенні вологості кам'яного вугілля понад 4 %.

У цьому випадку операцію сухого знепилювання вугілля змінює мокра класифікація.

18.2. Що називають знешламлюванням, які існують засоби знешламлювання?

Відповідь: Знешламлювання – процес зниження утримання шламу в оброблюваному вугіллі за допомогою потоку води. У разі цього процесу одержують знешламлений продукт і шлам. Знешламлювання здійснюють перед збагаченням вугілля у важких середовищах і відсадження дрібного вугілля. Знешламлювання вугілля здійснюють трьома засобами:

- 1) ополіскування вугілля на грохоті водою з порскал;

- 2) проходженням вугільної пульпи по поверхні щілинних сит;
- 3) використанням принципу декантації, коли частки шламу важаться у потоку води і віддаляються в злив, а крупні частки осаджуються.

18.3. Що називають пиловловленням, які існують засоби пиловловлення і як класифікують пиловловники?

Відповідь: Пиловловлення – процес поділу неоднорідної газової або повітряної системи і твердої фази, заснований на використанні фізичних і фізико – хімічних впливів для осадження твердих часток.

Розділяють промислово – технологічну систему пиловловлення, призначену для очищення повітря після проходження його крізь технологічну апаратуру, і промислово – санітарну, призначену для очищення повітря у помешканні фабрики відповідно до вимог санітарно – гігієнічних норм.

Існують такі засоби пиловловлення:

- 1) сухий, при якому одержують пил у сухому вигляді;
- 2) мокрій, при якому одержують частки у вигляді шламу.

Пиловловники по фізичних принципах осадження пилу класифікують на:

- 3) пиловідсадні камери (використовуються сили ваги);
- 4) циклони (дія відцентрової сили);
- 5) рукавні фільтри (фільтрація газу крізь пористу тканину);
- 6) електрофільтри (використання електричного поля високої напруги);
- 7) мокрі пиловловники (змочування пилу водою).

18.4. Які існують апарати сухого пиловловлення, як працюють розвантажувальні камери і циклони?

Відповідь: Для сухого пиловловлення використовують розвантажувальні камери, циклони, батарейні пиловловники. Останні застосовують у якості апаратів II ступеню сухого пиловловлення при сушінні вугілля з утриманням класу 0–1 мм по 60–65 %.

Розвантажувальні камери (рис.18.1, а) виготовляють квадратної, прямокутної і круглої форми. Для запобігання зависання вугілля нижню частину (2) камери роблять круглої форми з нержавіючої сталі.

При виході потоку у розвантажувальну камеру в наслідок різкого зменшення його швидкості відбувається відділення крупних часток вугілля під дією сили ваги. Вони осідають і вивантажуються

крізь нижню частину камери, а більш легкі дрібні частки виносяться потоком повітря крізь верхній патрубок (1).

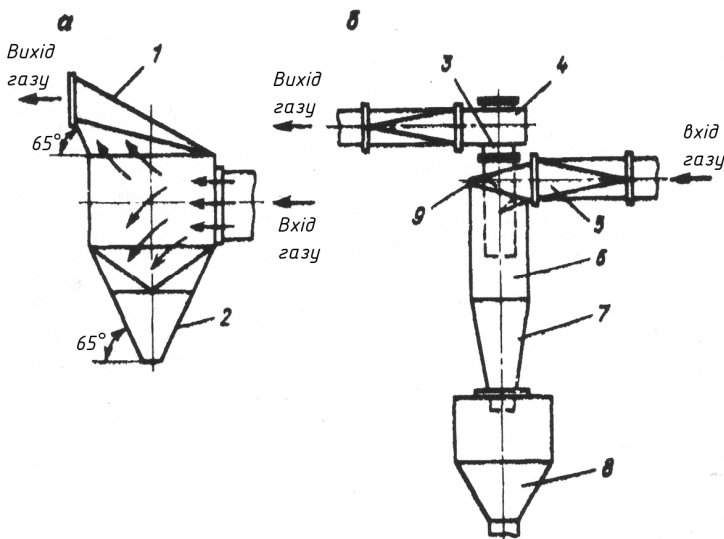


Рис. 18-1 – Апарати 1 ступеню пиловловлення: а – розвантажувальна камера; б – циклони

Циклони (рис.18.1, б) застосовують для грубого сухого очищення повітря і газів сушильних установок. Циклон складається з верхньої циліндричної частини (6), закритою кришкою (9); нижньої конічної частини (7) із розвантажувальним бункером (8); вихідного патрубку (8), розташованого по дотичній; вихлопної труби (3), що закінчується равликком (4), що зменшує опір циклона і покращує ступінь очищення газу.

Запилене повітря надходить по вихідному патрубку в циліндричну частину циклону й одержує обертальне прямування. Під дією відцентрової сили частки осідають на внутрішню поверхню циклона. Вони рухаються по спіралі униз і збираються в конічній частині. З конічної частини пил видаляється у розвантажувальний бункер.

18.5. З чого складається мокрий пиловловник МПР-75 і як він діє?

Відповідь: Мокрі пиловловники призначені для остаточного очищення запилених газів (повітря) мокрим засобом.

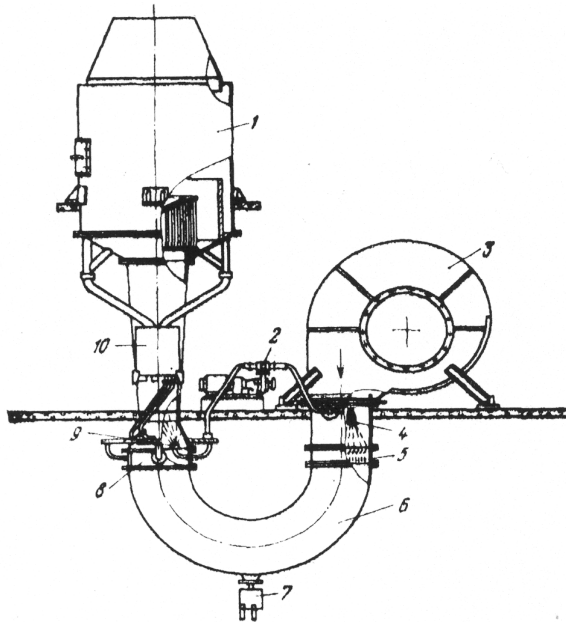


Рис. 18-2 – Мокрий пиловловник МПР-75

Мокрий пиловловник МПР-75 складається з газоходу (6), у якому розташовані жалюзійні зрошувані ґрати (5), двох розсіювачих форсунок (4), патрубку (8) з форсункою (9), труби Вентурі (10), насосу для постачання води у форсунки (2), шламовловлювача (1), гідрозатвору (7).

Труба Вентурі складається з дифузору, горловини, конфузору. До дифузору приварена рама для установки бака з водою. У конфузори тангенційно вварені трубопроводи, крізь які підводиться вода на зрошення внутрішньої поверхні труби Вентурі. У горловині труби Вентурі вода диспергується на дрібні каплі, у результаті чого відбувається інтенсивне змочування часток пилу.

Запилений газ або повітря подається у газохід димососом (3). При проходженні газу з великою швидкістю крізь ґрати під дією сили інерції пил осаджується на її змоченій поверхні, а також на чисельних краплях води, що утворюються у разі роздроблення рідини об лопатки ґрат. Змочений пил разом з водою видаляється із апарату крізь гідрозатвор і шламовловлювач.

Повітряний потік, пройшов крізь лопатки крильчатки, набирає обертальне прямування, що сприяє кращому змочуванню пилу. По-трапивши у циліндричну частину шламовловлювача, газовий потік втрачає швидкість. Частки шламу і пилу під дією відцентрової сили відкидаються до стінок і стікають у нижню конусну частину. Шлам видаляється крізь патрубок, а очищене повітря, пройшовши крізь за-спокійливі ґрати, викидається у атмосферу.

ГЛАВА 19. СУШІННЯ ВУГІЛЛЯ

19.1. Що називають термічним сушінням, які апарати при цьому застосовують?

Відповідь: Термічне сушіння – процес видалення вологи з вугілля і продуктів збагачення шляхом її випари при нагріванні цих матеріалів гарячим повітрям або димовими газами.

Сушарка – апарат, у якому відбувається сушіння матеріалів, тобто організований відвід сушильного агрегату, що поглинув пари вологи. Сушильний агент – повітря, або димові гази, що в умовах безпосереднього зіткнення і теплообміну з висушуваним матеріалом поглинають вологу, що виділяється з нього. Сушильний агрегат одночасно є теплоносієм. Для сушіння вугілля використовують барабанні сушарки, труби – сушарки, сушарки з киплячим прошарком. У якості сушильного агенту застосовують продукт горіння твердого або газоподібного палива.

19.2. Які існують періоди у процесі технічної сушки?

Відповідь: У процесі технічної сушки можна виділити три періоди:

- 1) підігрів матеріалу;
- 2) сушіння з постійною інтенсивністю;
- 3) сушіння з інтенсивністю, що зменшується.

Тривалість підігріву залежить від товщини прошарку і головним чином від крупності висушуваного матеріалу.

У період підігріву інтенсивність сушіння швидко зростає до максимуму. Цей період закінчується встановленням рівноваги між теплом, що повідомляється матеріалу і теплом, що витрачається на випар.

Період постійної інтенсивності сушіння характеризується зменшенням кількості вологи у верхньому прошарку матеріалу. Внаслідок цього волога внутрішніх прошарків матеріалу переміщується до поверхневого прошарку і безупинно заміщує вологу, що випаровується.

Період падаючої інтенсивності сушіння характеризується відставанням швидкості сушильного агрегату, збільшення різниці температур і парціальних тисків.

19.3. З чого складається газова труба-сушарка і як вона діє? Відповідь:

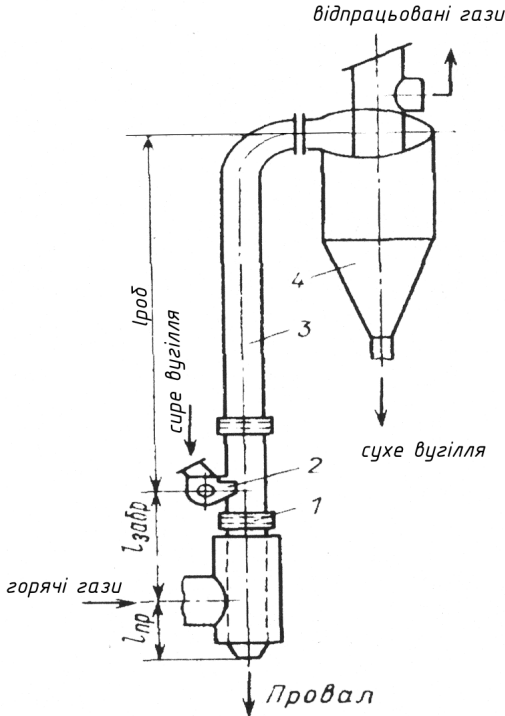


Рис. 19-1 – Схема труби – сушарки

Сушіння матеріалів у трубах – сушарках протікають в умовах конвективного теплообміну і аеродинамічної взаємодії часток рухливого матеріалу із газовим потоком.

Конвективний теплообмін – передача тепла між нерівномірно нагрітими газом і твердими частками, здійснювана у разі пересування газів вздовж твердих часток. Зважене вугілля транспортується нагору по трубі потоком газів у циклон (6). Під час підйому вугілля осідає і за допомогою скребково-барабанного живильника видається на конвеєр. Відпрацьовані газы піддаються очищенню від пилу поспідовно у батарейному і мокрому пиловловниках і крізь димову трубу викидаються у атмосферу.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Полулях А. Д. Технологический регламент углеобогащительных фабрик – Днепропетровск: НГУ, 2002. – 855 с.
2. Зверевич В. В., Перов В. А. Основы обогащения полезных ископаемых – М.: Недра, 1971 г.
3. Младецкий І. К., Пілов П. І. Технологічні розрахунки показників збагачення корисних копалин: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НГУ, 2004. – 155 с.
4. Совершенствование режимов работы гидротранспортных установок технологий углеобогащения / Е. Л. Звягильский, Б. А. Блюсс, Е. И. Назимко, Е. В. Семенко – Севастополь: Вебер, 2002. – 247 с.
5. Булава Ю. И., Полулях А. Д. Гидрогрохочение и обесшламивание при обогащении углей. – Днепропетровск: Полиграфист, 2000. – 175 с.
6. Фридман С. Е., Щербаков О. К., Ерёмин Н. Я. Основы обогащения руд и углей и окускование концентратов – М.: Недра, 1999 г.
7. Перов В. А., Андреев Е. Е., Биленко Л. Ф. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых – М.: Недра, 1990 г.
8. Бедрань Н. Г. Обогащение углей – М.: Недра, 1978 г.

ЗМІСТ

Вступ	3
Глава 1. Загальні відомості про копальневе вугілля	4
Глава 2. Вуглезбагачувальні фабрики	8
Глава 3. Вуглеприйм і підготовка до збагачення	12
Глава 4. Грохочення вугілля.....	15
Глава 5. Роздроблення вугілля	24
Глава 6. Падіння твердих тіл у середовищі	28
Глава 7. Гідравлічна класифікація	31
Глава 8. Фракційний аналіз і збагачення вугілля	36
Глава 9. Основи гравітаційного збагачення вугілля	41
Глава 10. Збагачення у важких середовищах	45
Глава 11. Збагачення вугілля відсадженням	54
Глава 12. Збагачення вугілля у протиточних гравітаційних апаратах	63
Глава 13. Пневматичне збагачення.....	67
Глава 14. Флотація вугілля	68
Глава 15. Збезводнювання продуктів збагачення.....	82
Глава 16. Фільтрування промпродуктів флотації шламу	87
Глава 17. Згущення шламів і освітлення оборотної води.....	94
Глава 18. Знепилювання, знешламлювання і пиловловлення	102
Глава 19. Сушіння вугілля	107
Список рекомендованої літератури	109

Навчальне видання

Булава Юрій Іванович
Бачурін Леонід Леонідович

ПЕРЕРОБКА І ЯКІСТЬ ВУГІЛЛЯ

Навчальний посібник