

ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра "Збагачення корисних копалин"



МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕДАЦІЇ

ПО ВИВЧЕННЮ КУРСУ

"ОСНОВИ ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН"

**(для студентів інституту гірництва та геології,
напрямок підготовки 6.050301 - "Гірництво")**

Розглянуто
на засіданні кафедри
«Збагачення корисних копалин»
Протокол № _____ від _____ р.

Затверджено навчально-видавничою
радою ДонНТУ
Протокол № ____ від " __ " _____ 2009

**Донецьк ДонНТУ
2009**

УДК 622.7

Методичні рекомендації по вивченню курсів "Основи збагачення корисних копалин" (для студентів інституту гірництва та геології) /Укладач Білецький В.С. Донецьк: ДонНТУ, 2009. - 16 с.

Дано рекомендації по вивченню основ збагачення корисних копалин, які включають загальні поняття про корисні копалини, мінерали та їх класифікацію, підготовчі, основні та допоміжні процеси збагачення корисних копалин.

Приділено увагу основним технологічним процесам, які найбільш характерні для вітчизняних збагачувальних фабрик.

Методичні рекомендації включають основні контрольні питання по курсу, та завдання на контрольну роботу.

1. Загальні вказівки

Методичні рекомендації по вивченню курсу «Основи збагачення корисних копалин» розроблені відповідно до програми курсу й відповідно з діючою кваліфікаційною характеристикою фахівця з напрямку 6.050301 «Гірництво».

Розвиток промислового потенціалу країни безпосередньо пов'язаний з раціональним використанням природних ресурсів, зі зниженням втрат корисних при їхньому видобутку й збагаченні, із використанням прогресивних технологій, у тому числі в підгалузі збагачення корисних копалин.

У курсі «Основи збагачення корисних копалин» вивчаються основи гірничого виробництва і збагачення корисних копалин, які включають загальні поняття про корисні копалини, мінерали та їх класифікацію, способи розробки корисних копалин, підготовчі, основні та допоміжні процеси збагачення корисних копалин.

Приділено увагу основним технологічним процесам, які найбільш характерні для вітчизняних збагачувальних фабрик.

Основні блоки лекційного матеріалу курсу:

- вступ; історія, сучасність і перспективи гірничого виробництва;
- загальні поняття про корисні копалини; класифікація процесів збагачення і показники збагачення;
- підготовчі процеси збагачення корисних копалин;
- основні процеси збагачення корисних копалин;
- заключні процеси збагачення корисних копалин.

2 Методичні рекомендації.

2.1 Вступ

При опрацюванні вступної частини курсу студенту необхідно познайомитися із загальною історичною довідкою про технології гірничого виробництва і збагачення корисних копалин, уявити їх роль і місце у промисловості і сучасній економіці. Ознайомитися з основними напрямками розвитку теорії і практики збагачення корисних копалин. Звернути увагу на мінерально-сировинну базу України й перспективи її промислового використання.

Література [1; 2].

Питання для самоперевірки.

1. Охарактеризуйте основні віхи розвитку гірництва і зокрема збагачення корисних копалин у світі.
2. Охарактеризуйте основні віхи розвитку гірництва і збагачення корисних копалин в Україні.
3. Охарактеризуйте сучасну гірничу галузь України та її місце у європейському та світовому видобутку і переробці мінеральної сировини.

4. Яка роль досліджуваних процесів збагачення в розвитку економіки України?
5. У чому полягають основні завдання розвитку сучасної сировинної бази гірничої промисловості України?
6. Охарактеризуйте основні напрямками розвитку теорії і практики збагачення мінеральної сировини.
7. Які перспективи вітчизняної гірничої галузі і збагачення корисних копалин?

2.2. Поняття про корисні копалини. Класифікація процесів збагачення і показники збагачення.

В рамках даного курсу зосереджується увага на концептуальних поняттях – класифікації корисних копалин і продуктів збагачення. Треба уявити місце і призначення збагачення корисних копалин у ланцюгу видобування і використання мінеральних ресурсів.

При вивченні класифікації процесів збагачення корисних копалин зосереджується увага на трьох основних блоках: підготовчих, основних і заключних (допоміжних) процесах збагачення.

При вивченні технологічних показників збагачення необхідно освоїти в першу чергу поняття виходу продукту, вмісту компонента, балансового рівняння збагачення, вилучення корисної копалини.

Література [1; 2; 6]

Питання для самоперевірки

1. Розкрити поняття «корисні копалини», «мінерали».
2. Описати основні позиції класифікації корисних копалин.
3. Які місце і призначення збагачення корисних копалин у ланцюгу видобування і використання мінеральних ресурсів?
4. Назвати і охарактеризувати сучасні комплексні методи видобування і первинної переробки корисних копалин.
5. Описати класифікацію процесів збагачення корисних копалин.
6. Які процеси складають блок підготовчих процесів збагачення?
7. Які процеси складають блок основних процесів збагачення?
8. Які процеси складають блок заключних процесів збагачення?

2.3 Підготовчі процеси збагачення корисних копалин

Вивчення даного розділу варто почати із переліку основних підготовчих процесів збагачення: грохочення, дроблення і подрібнення, гідравлічна класифікація, знешламлення.

При вивченні грохочення розкрити поняття гранулометричного складу і його відмінності від ситового складу мінеральної сировини, особливості застосування

мокрого ситового аналізу, седиментаційного аналізу. Звернути увагу на прогрес у конструкціях просіюючи поверхонь і власне сучасних грохотів.

При вивченні дроблення і подрібнення освоїти поняття «розкриття» і «відкриття» корисної копалини. Уявити чим відрізняється дроблення від подрібнення. Вивчити класичні закони дроблення і подрібнення. Вивчити основні технічні конструкції сучасних дробарок і млинів, принцип їх дії.

При вивченні процесу класифікації необхідно повторити основи гідравліки, гідродинаміки, гідравлічного транспорту. Уявити принцип дії гідравлічного класифікатора.

Уявити чим викликана необхідність знешламлювати крупний матеріал перед його збагаченням. Ознайомитися з конструкціями знешламлювальних грохотів (дугових сит).

Література [1; 3-7].

Питання для самоперевірки.

1. Опишіть операцію грохочення мінеральної сировини.
3. Опишіть операцію подрібнення мінеральної сировини.
4. Опишіть операцію гідравлічної класифікації мінеральної сировини.
5. Опишіть операцію знешламлення мінеральної сировини на дугових ситах.

2.4 Основні процеси збагачення корисних копалин.

Засвоєння матеріалу слід розпочати із загального огляду основних процесів збагачення корисних копалин: гравітаційних, магнітних, фізико-хімічних (флотації), хімічних та спеціальних.

При вивченні гравітаційних процесів слід у першу чергу ознайомитися з поняттям фракційний аналіз та криві збагачуваності. Надалі ознайомитися з основними процесами гравітаційного збагачення: важкосередовищною сепарацією та відсадкою, а також збагаченням у потоці води, що тече по похилій поверхні – на концентраційних столах, у жолобах (шлюзах), з гвинтовою сепарацією.

Вивчення магнітних методів базується на знаннях про магнітні властивості твердих тіл. Повторіть матеріал з фізики про феромагнетики, діамагнетики, парамагнетики. Особливу увагу при вивченні магнітного збагачення зверніть на аналіз рівняння магнітної сили, яка діє на частинку мінеральної сировини у магнітному полі. Вивчіть основні типи конструкцій магнітних сепараторів.

Вивчення флотації базується на знаннях про поверхневі властивості речовин, поняття гідрофільності та гідрофобності матеріалів, змочуваність твердих тіл. Зосередьте увагу на вивченні основного різновиду флотації – пінної флотації. При цьому застосуйте феноменологічний метод розгляду процесу, виділяючи його субпроцеси: кондиціонування, аерацію, елементарний акт флотації, утворення пінного шару та вивантаження продуктів флотації (камерного і пінного).

При вивченні хімічних методів збагачення зосередьте увагу на вилуговуванні: основна (принципова – блочна) схема процесу, особливості, області застосування. Розгляньте приклад ціанування.

Вивчення спеціальних методів збагачення корисних копалин здійсніть за додатковою літературою [8].

Література [1; 3-8]

Питання для самоперевірки

1. Опишіть гравітаційні методи збагачення корисних копалин.
2. Що таке фракційний аналіз мінеральної сировини?
3. Опишіть збагачення корисних копалин важкосередовищною сепарацією. У чому специфіка роботи важкосередовищних гідроциклонів, яка обумовлює можливість збагачення ними тонких класів крупності сировини?
4. Опишіть збагачення корисних копалин відсадкою. Дайте короткий огляд гіпотезам відсадки.
5. Опишіть збагачення корисних копалин відсадкою. Охарактеризуйте чотири основних типи конструкцій відсаджувальних машин: з рухомим решетом, поршневих, клапанних та діафрагмових.
6. Розкрийте поняття гідрофобності та гідрофільності. Що таке «крайовий кут змочування»?
7. Опишіть збагачення корисних копалин флотацією користуючись феноменологічним методом.
8. Що таке «елементарний акт флотації». Опишіть основні фактори від яких залежить ефективність зустрічі бульбашки повітря і мінерального зерна.
9. Опишіть збагачення корисних копалин магнітними методами. Наведіть рівняння для магнітної сили, яка діє на мінеральне зерно і проаналізуйте його.
10. Опишіть збагачення корисних копалин хімічними методами. Опишіть вилуговування золотомісного матеріалу.
11. Що таке «підземне вилуговування»? Його принципова схема і область застосування.
12. Що таке «спеціальні методи збагачення»? Перерахуйте процеси, які належать до спеціальних.
13. Наведіть і опишіть принципову схему радіометричної сепарації.
14. Що таке електричне збагачення? Наведіть основну схему та опишіть принцип дії електричного сепаратора.

2.5 Заключні процеси збагачення корисних копалин

Вивчення даного розділу варто почати із переліку основних заклучних процесів збагачення: згущення, зневоднення, термічної сушки корисних копалин.

При вивченні процесу згущення корисно, як і при вивченні флотації, застосувати феноменологічний метод, виділивши елементарні процеси згущення:

флокуляції, осідання тонких мінеральних зерен і флокул у водній фазі, формування і ущільнення осаду, транспортування осаду у згущувачі, вивантаження осаду.

При вивченні процесу зневоднення слід зосередити увагу на процесах центрифугування (у осадових та фільтруючих центрифугах) та фільтрації (у вакуум-фільтрах та прес-фільтрах), а також дренаванням (приклад – на елеваторах відсаджувальної машини, у бункерах), на грохотах.

Вивчаючи операцію термічної сушки акцентуйте увагу на принципі дії сушил, їх перевагах і недоліках.

Після вивчення всіх основних методів зневоднення виконайте компаративний аналіз їх технологічних можливостей.

Література [1; 3-7].

Питання для самоперевірки.

1. Опишіть операцію згущення тонких класів мінеральної сировини.
3. Опишіть операцію зневоднення мінеральної сировини центрифугуванням.
4. Опишіть операцію зневоднення мінеральної сировини фільтрацією.
5. Опишіть операцію термічної сушки мінеральної сировини.

Контрольне завдання

Під час самостійної роботи студенти виконують індивідуальну розрахунково-графічну роботу (РГР), що полягає із двох завдань. Перше завдання включає розрахунок деяких техніко-економічних показників, які визначають якість гірської маси, що добувається дільницею шахти. Друге завдання передбачає побудову ситової характеристики вихідного вугілля, а також розрахунок показників роботи відділень вуглезбагачувальної фабрики.

Завдання 1. За результатами ситового аналізу вугілля (табл.1) визначити:

- a) середню зольність гірничої маси;
- b) вихід і зольність “видимої” породи;
- c) зольність рядового вугілля після видалення “видимої” породи;
- d) на скільки відсотків збільшиться ціна 1 т рядового вугілля після видалення всієї “видимої” породи;
- e) знижку породи з гірничої маси кількістю $Q = 1000$ т, видобутої дільницею за добу, у випадку перевищення дільничної норми зольності $A_{\text{уч}}^d = 20$ %.

(потрібні данні розраховані в п.п. "a" та "b").

Завдання 2. За результатами ситового аналізу вугілля (табл.1) і якісним показникам роботи відділень збагачувальної фабрики (табл.2) визначити:

- a) вихід вугілля крупністю більше 10 мм, побудувавши криву ситового аналізу;

- b) вихід і зольність теоретичних машинних класів (більш 13 мм, 0,5-13 мм, 0-0,5 мм);
- c) вихід продуктів збагачення кожного машинного класу в % від вугілля, що переробляється;
- d) середню зольність і вихід (в %) концентрату, що випускається збагачувальною фабрикою;
- e) річний обсяг переробки вугілля відділеннями фабрики при її продуктивності 1000 т/год., часу роботи на добу 20 час. і кількості робочих днів 300;
- f) річний обсяг випуску концентрату.

Таблиця 1 – Результати ситового аналізу

Показники	+ 100 мм			50 – 100 мм			25-50 мм			13-25 мм	6-13 мм	3–6 мм	0,5-13 мм	0-0.5 мм	Цифра номера завдання	
	к-т	зрос тки	поро да	к-т	зрос тки	поро да	к-т	зрос тки	поро да						друга	перша
Вихід класу, %	4,2	0,5	1,0	6,3	0,8	1,5	10,9	2,1	3,7	8,3	6,5	11,3	18,8	24,1	0;5	
	10,3	0,4	2,2	9,7	0,9	3,2	10,7	1,4	3,7	7,7	14,2	11,1	5,4	19,1	1;6	
	7,5	0,4	2,2	8,3	0,5	3,0	10,2	1,1	3,2	8,2	8,6	12,1	15,4	19,3	2;7	
	5,3	0,2	2,1	10,3	1,2	3,2	7,2	1,0	2,7	7,7	8,1	13,7	14,2	23,1	3;8	
	5,7	0,1	1,3	8,7	0,8	2,5	7,7	1,2	2,9	8,2	14,7	13,3	13,0	19,9	4;9	
Зольність класу, %	6,4	42,2	77,5	7,1	41,2	76,2	7,3	40,3	75,0	28,4	27,3	24,9	22,5	22,7		0;5
	7,1	40,5	75,8	6,9	39,2	76,2	6,4	36,4	76,8	27,3	26,4	24,3	22,0	21,1		1;6
	6,4	35,2	75,7	6,9	36,7	75,9	7,1	39,1	76,2	28,4	27,0	25,9	21,3	23,5		2;7
	5,2	37,0	76,5	5,7	39,0	77,0	6,2	40,2	77,8	29,4	30,7	28,1	26,3	24,3		3;8
	7,4	39,2	78,1	7,7	40,2	77,3	7,9	41,4	77,1	28,9	27,7	24,3	24,1	25,7		4;9

Таблиця 2 – Показники роботи відділень збагачувальної фабрики
(зольність продуктів збагачення, %)

Важкосередови щна сепарація (клас + 13 мм)		Відсадка (клас 0,5 – 13 мм)		Флотація (клас 0- 0,5 мм)		Цифра номера завдання	
К-т	Відх.	К-т	Відх.	К-т	Відх.	друга	перша
7,8		7,9		9,2		0	
7,3		8,4		9,6		1	
8,0		9,2		10,5		2	
6,3		6,8		8,0		3	
6,0		7,2		8,2		4	
6,8		7,3		8,5		5	
7,4		9,2		11,3		6	
8,0		9,8		12,0		7	
5,3		6,0		10,0		8	
5,9		7,0		11,0		9	
	82,1		79,4		75,1		0
	81,9		78,5		75,4		1
	84,2		77,6		75,0		2
	79,2		78,4		76,5		3
	78,3		79,5		79,0		4
	79,3		79,8		76,0		5
	84,0		80,3		76,9		6
	83,1		79,4		77,0		7
	80,2		78,6		75,4		8
	83,1		80,1		75,0		9

Примітка. Кожний студент має індивідуальний номер завдання, що полягає із двох цифр. Варіанти виходу класів (табл. 1) і зольності концентратів (табл.2) приймаються по другій цифрі номера завдання. Варіанти зольності класів (табл. 1) і зольності відходів збагачення (табл.2) – по першій цифрі завдання.

Приклад виконання роботи.

Завдання 1.

Таблиця 1 – Результати ситового аналізу

Показники	+ 100 мм			50 – 100 мм			25-50 мм			13-25 мм	6-13 мм	3 - 6 мм	0,5 - 13 мм	0 -0.5 мм
	к-т	зрос тки	поро да	к-т	зрос тки	поро да	к-т	зрос тки	поро да					
Вихід класу, %	4,2	0,5	1,0	6,3	0,8	1,5	10,9	2,1	3,7	8,3	6,5	11,3	18,8	24,1
Зольність класу, %	6,4	35,2	75,7	6,9	36,7	75,9	7,1	39,1	76,2	28,4	27,0	25,9	21,3	23,5

1.1 Визначаємо середню зольність гірської маси

$$\gamma_{+100} = \gamma_{+100}^{к-т} + \gamma_{+100}^{отх} + \gamma_{+100}^{нор};$$

$$\gamma_{+100} = 4,2 + 0,5 + 1,0 = 5,7 \% ;$$

$$\gamma_{50-100} = 6,3 + 0,8 + 1,5 = 8,6 \% ;$$

$$\gamma_{25-50} = 10,9 + 2,1 + 3,7 = 16,7 \% ;$$

$$A_{+100}^d = \frac{\gamma_{+100}^{к-т} \cdot A_{+100}^{к-т} + \gamma_{+100}^{отх} \cdot A_{+100}^{отх} + \gamma_{+100}^{нор} \cdot A_{+100}^{нор}}{\gamma_{+100}} ;$$

$$A_{+100}^d = \frac{4,2 \cdot 6,4 + 0,5 \cdot 35,2 + 1,0 \cdot 75,7}{5,7} = 21,08\% ;$$

$$A_{50-100}^d = \frac{6,3 \cdot 6,9 + 0,8 \cdot 36,7 + 1,5 \cdot 75,9}{8,6} = 21,71\% ;$$

$$A_{25-50}^d = \frac{10,9 \cdot 7,1 + 2,1 \cdot 39,1 + 3,7 \cdot 76,2}{16,7} = 27,37\% ;$$

$$A_{cp}^d = \frac{\gamma_{+100} \cdot A_{+100}^d + \gamma_{50-100} \cdot A_{50-100}^d + \dots + \gamma_{0-0,5} \cdot A_{0-0,5}^d}{100} ;$$

$$A_{cp}^d = \frac{5,7 \cdot 21,08 + 8,6 \cdot 21,71 + 16,7 \cdot 27,37 + 8,3 \cdot 28,4 + 6,5 \cdot 27,0 + 11,3 \cdot 25,9 + 18,8 \cdot 21,3 + 24,1 \cdot 23,5}{100} =$$

$$= 24,3 \% . \quad A_{cp}^d = 24,3\%$$

1.2 Визначаємо вихід і зольність “видимої” породи

Видимую породу називаються породні фракції крупністю більше 25 мм.

$$\gamma_{вн} = \gamma_{+100}^{нор} + \gamma_{50-100}^{нор} + \gamma_{25-50}^{нор}$$

$$\gamma_{en} = 1,0 + 1,5 + 3,7 = 6,2 \text{ \%};$$

$$A_{en}^d = \frac{\gamma_{+100}^{nop} \cdot A_{+100}^{nop} + \gamma_{50-100}^{nop} \cdot A_{50-100}^{nop} + \gamma_{25-50}^{nop} \cdot A_{25-50}^{nop}}{\gamma_{en}};$$

$$A_{en}^d = \frac{1,0 \cdot 75,7 + 1,5 \cdot 75,9 + 3,7 \cdot 76,2}{6,2} = 76,05\% ; A_{en}^d = 76,05\%$$

1.3 Визначаємо зольність рядового вугілля після видалення “видимої” породи

$$\gamma_{вих} = \gamma_{вп} + \gamma_{рв} ; \quad \gamma_{вих} = 100\% ; \quad \gamma_{вп} = 6,2 \text{ \%};$$

$$\gamma_{рв} = \gamma_{вих} - \gamma_{вп} ; \quad \gamma_{рв} = 100 - 6,2 = 93,8 \text{ \%}.$$

Для визначення $A_{рв}^d$ складемо рівняння балансу:

$$\gamma_{вих} \cdot A_{сп}^d = \gamma_{en} \cdot A_{en}^d + \gamma_{рв} \cdot A_{рв}^d. \quad \text{Звідси:}$$

$$A_{рв}^d = \frac{\gamma_{вих} \cdot A_{сп}^d - \gamma_{en} \cdot A_{en}^d}{\gamma_{рв}} ; \quad A_{рв}^d = \frac{100 \cdot 24,3 - 6,2 \cdot 76,05}{93,8} = 20,9\%$$

$$A_{рв}^d = 20,9\%.$$

1.4 Визначаємо, на скільки % збільшиться ціна 1 тонни рядового вугілля після видалення всієї “видимої” породи.

Зменшення зольності вугілля на 1% спричиняє збільшення ціни однієї тонни вугілля на 2,5%, тобто:

$$\Delta Ц = (A_{сп}^d - A_{рв}^d) \cdot 2,5 = (24,3 - 20,9) \cdot 2,5 = 8,5\% ; \quad \Delta Ц = 8,5\%.$$

1.5 Визначаємо знижку породи з гірської маси кількістю $Q_{\phi} = 1000$ т, видобутої дільницею за добу у випадку перевищення дільничної норми зольності $A_{дільн}^d = 20\%$.

Знижка породи визначається за формулою:

$$Q_n = Q_{\phi} \frac{A_{\phi}^d - A_{уч}^d}{A_{en}^d - A_{уч}^d}, \quad \text{тонн/добу,}$$

де Q_{ϕ} – фактичний видобуток вугілля дільницею за добу, $Q_{\phi} = 1000$ т – за умовою завдання;

A_{ϕ}^d - фактична зольність видобутого вугілля, %;

$A_{уч}^d$ - розрахункова дільнична норма зольності, $A_{уч}^d = 20\%$ - за умовою завдання;

A_{en}^d - зольність “видимої” породи, $A_{en}^d = 76,05\%$.

Остаточо маємо:

$$Q_n = 1000 \frac{(24,3 - 20,0)}{(76,05 - 20,0)} = 76,7 \text{ т/добу.}$$

Завдання 2

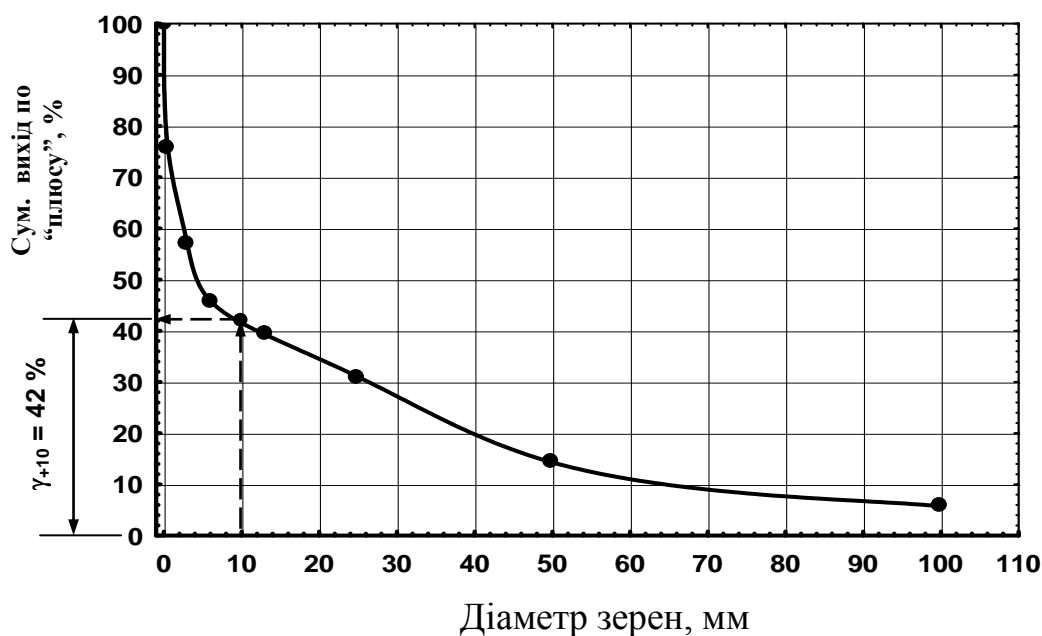
Таблиця 2 – Показники роботи відділень збагачувальної фабрики (зольність продуктів)

Важкосередовищна сепарація, клас + 13 мм		Відсадка, клас 0,5 – 13 мм		Флотація, клас 0 – 0,5 мм	
Концентрат	Відходи	Концентрат	Відходи	Концентрат	Відходи
7,8	84,2	7,9	77,6	9,2	75,0

2.1 Для побудови кривої ситового аналізу табл.1 приведемо її до наступного вигляду:

Класи крупності, мм	Вихід класів, %	Сумарний вихід	
		по “плюсу”	по “мінусу”
+ 100	5,7	5,7	100
50 – 100	8,6	14,3	94,3
25 – 50	16,7	31,0	85,7
13 – 25	8,3	39,3	69,0
6 – 13	6,5	45,8	60,7
3 – 6	11,3	57,1	54,2
0,5 – 3	18,8	75,9	42,9
0 – 0,5	24,1	100	24,1
Разом	100	-	-

За даними стовпчиків 1 і 3 будемо характеристику крупності рядового вугілля.



За графіком визначаємо вихід вугілля крупністю більше 10 мм (γ_{+10}). Він становить 42%, тобто $\gamma_{+10} = 42\%$.

2.2 Визначаємо вихід і зольність теоретичних машинних класів

$$\begin{aligned}\gamma_{+13} &= \gamma_{+100} + \gamma_{50-100} + \gamma_{25-50} + \gamma_{13-25} \\ \gamma_{+13} &= 5,7 + 8,6 + 16,7 + 8,3 = 39,3\% \\ A_{+13}^d &= \frac{\gamma_{+100} \cdot A_{+100}^d + \gamma_{50-100} \cdot A_{50-100}^d + \gamma_{25-50} \cdot A_{25-50}^d + \gamma_{13-25} \cdot A_{13-25}^d}{\gamma_{+13}} \\ A_{+13}^d &= \frac{5,7 \cdot 21,08 + 8,6 \cdot 21,71 + 16,7 \cdot 27,37 + 8,3 \cdot 28,4}{39,3} = 25,4\%\end{aligned}$$

$$\gamma_{0,5-13} = \gamma_{13-6} + \gamma_{6-3} + \gamma_{3-0,5} = 6,5 + 11,3 + 18,8 = 36,6\%.$$

$$\begin{aligned}A_{0,5-13}^d &= \frac{\gamma_{13-6} \cdot A_{13-6}^d + \gamma_{6-3} \cdot A_{6-3}^d + \gamma_{3-0,5} \cdot A_{3-0,5}^d}{\gamma_{0,5-13}}; \\ A_{0,5-13}^d &= \frac{6,5 \cdot 27,0 + 11,3 \cdot 25,9 + 18,8 \cdot 21,3}{36,6} = 23,7\%\end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned}\gamma_{0-0,5} &= 24,1\% \\ A_{0-0,5}^d &= 23,5\%\end{aligned} \right\} - \text{за умовою завдання (див.табл.1)}.$$

2.3 Визначаємо середню зольність і вихід концентрату, що випускається збагачувальною фабрикою.

Для визначення зольностей концентратів по окремих машинних класах скористаємося рівняннями балансу виходів продуктів збагачення й вмісту в них зольних фракцій.

$$\begin{cases} \gamma_{+13} = \gamma_{+13}^{\kappa-m} + \gamma_{+13}^{\text{вих}} \\ \gamma_{+13} \cdot A_{+13}^d = \gamma_{+13}^{\kappa-m} \cdot A_{+13}^{\kappa-m} + \gamma_{+13}^{\text{вих}} \cdot A_{+13}^{\text{вих}} \end{cases}$$

Розв'яжемо отриману систему із двох рівнянь відносно $\gamma_{+13}^{\kappa-m}$ методом підстановки:

$$\begin{aligned}\gamma_{+13} \cdot A_{+13}^d &= \gamma_{+13}^{\kappa-m} \cdot A_{+13}^{\kappa-m} + (\gamma_{+13} - \gamma_{+13}^{\kappa-m}) \cdot A_{+13}^{\text{вих}} \\ \gamma_{+13}^{\kappa-m} &= \gamma_{+13} \cdot \frac{A_{+13}^{\text{вих}} - A_{+13}^d}{A_{+13}^{\text{вих}} - A_{+13}^{\kappa-m}}; \quad \gamma_{+13}^{\kappa-m} = 39,3 \cdot \frac{84,2 - 25,4}{84,2 - 7,8} = 30,23\%\end{aligned}$$

Аналогічно перебувають виходи концентратів $\gamma_{0,5-13}^{\kappa-m}$ і $\gamma_{0-0,5}^{\kappa-m}$:

$$\gamma_{0,5-13}^{\kappa-m} = \gamma_{0,5-13} \frac{A_{0,5-13}^{nop} - A_{0,5-13}^d}{A_{0,5-13}^{nop} - A_{0,5-13}^{\kappa-m}} = 36,6 \frac{77,6 - 23,7}{77,6 - 7,9} = 28,29\% ;$$

$$\gamma_{0-0,5}^{\kappa-m} = \gamma_{0-0,5} \frac{A_{0-0,5}^{nop} - A_{0-0,5}^d}{A_{0-0,5}^{nop} - A_{0-0,5}^{\kappa-m}} = 24,1 \frac{75,0 - 23,5}{75,0 - 9,2} = 18,86\%$$

Знаходимо сумарний вихід концентрату, що випускається збагачувальною фабрикою:

$$\gamma_{сум}^{\kappa-m} = \gamma_{+13}^{\kappa-m} + \gamma_{0,5-13}^{\kappa-m} + \gamma_{0-0,5}^{\kappa-m} ; \quad \gamma_{сум}^{\kappa-m} = 30,23 + 28,29 + 18,86 = 77,38\%$$

$$A_{сум}^{\kappa-m} = \frac{\gamma_{+13}^{\kappa-m} \cdot A_{+13}^{\kappa-m} + \gamma_{0,5-13}^{\kappa-m} \cdot A_{0,5-13}^{\kappa-m} + \gamma_{0-0,5}^{\kappa-m} \cdot A_{0-0,5}^{\kappa-m}}{\gamma_{сум}^{\kappa-m}} ;$$

$$A_{сум}^{\kappa-m} = \frac{30,23 \cdot 7,8 + 28,29 \cdot 7,9 + 18,86 \cdot 9,2}{77,38} = 8,17\%$$

2.4 Визначаємо річний обсяг переробки вугілля збагачувальною фабрикою й річний обсяг випуску концентрату:

$$Q_{\Gamma} = 1000 \cdot 20 \cdot 300 = 6000000 \text{ т/рік}$$

$$Q_2^{\kappa-m} = Q_2 \cdot \gamma_{сум}^{\kappa-m} = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 77,38}{100} = 4642000 \text{ т/рік}$$

Список літератури

Основна література

1. Білецький В.С., Смирнов В.О. Технологія збагачення корисних копалин. – Донецьк: Східний видавничий дім, – 2004. – 272 с.
2. Смирнов В.О., Білецький В.С. Фізичні та хімічні основи виробництва. – Донецьк: Східний видавничий дім. – 2005. – 148 с.
3. Білецький В.С., Смирнов В.О. Переробка і якість корисних копалин. – Донецьк: Східний видавничий дім, – 2005. – 324 с.
4. Бережний М.М., Мовчан В.П. Збагачення та окускування сировини. – Кривий Ріг: Інститут сучасних професій. 2000. 365 с.

Додаткова література

5. Шилаєв В.П. Основы обогащения полезных ископаемых. Учебное пособие для вузов. М: Недра, 1986.- 296 с.
6. Мала гірнича енциклопедія // За ред. В.С.Білецького. тт.. I і II, 2004, 2007 рр.
7. Бедрань Н.Г., Скоробогатова Л.М. Переработка и качество полезных ископаемых.-М.: Недра, 1984.- 189 с.
8. Самилін В., Білецький В. Спеціальні методи збагачення корисних копалин (курс лекцій). – Донецьк: Східний видавничий дім, 2003. – 116 с.