

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ



МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Методичні вказівки
до виконання контрольних робіт з дисципліни
"Технологічні розрахунки при збагаченні корисних копалин"

для студентів заочної форми навчання за спеціальністю 6.050303
"Збагачення корисних копалин"

Дніпропетровськ
НГУ
2007 рік

Методичні вказівки до виконання контрольних завдань з дисципліни "Технологічні розрахунки при збагаченні корисних копалин" студентами заочної форми навчання за спеціальністю "Збагачення корисних копалин" / Упоряд.: І.К. Младецький, К.А. Левченко, П.І. Пілов, Ю.І. Тюрня, – Д.: Національний гірничий університет, 2007. – 40 с.

Упорядники:

І.К. Младецький д-р техн. наук, проф. (розділ 1);

П.І. Пілов д-р техн. наук, проф. (розділ 2);

К.А. Левченко канд. техн. наук, доц. (розділ 4, приклади рішення задач, додатки);

Ю.І. Тюрня канд. техн. наук, доц. (розділ 3);

Затверджено методичною комісією з напрямку 050303 Переробка корисних копалин (протокол № від __ _____ 2007р.) за поданням кафедри збагачення корисних копалин (протокол № 1 від 12 вересня 2007р.).

Відповідальний за випуск заступник завідувача кафедри ЗКК д-р техн. наук, проф. І.К. Младецький.

Загальні положення

При збагаченні корисних копалин виконуються розрахунки основних якісно-кількісних показників збагачення, які характеризують ефективність всього процесу. Розрахунки виконують з метою:

– визначення очікуваних результатів збагачення за відомими сепараційними характеристиками розділових апаратів та характеристикою розподілу частинок за вмістом корисних копалин;

– визначення результатів роботи устаткування збагачувальних фабрик, ділянок, секцій та ефективність роботи самої фабрики.

Необхідно враховувати, що процес збагачення корисних копалин являється енергоємним і люба зміна режиму роботи устаткування, або цілої ділянки може призвести до значних матеріальних витрат. А тому, хоча розрахунки, які виконуються в першому випадку і дають приблизний результат, але вони дозволяють дуже близько підійти до бажаного результату і лишень виконання декількох експериментів дозволить знайти найбільш раціональний режим роботи устаткування, або конструктивні розміри машини.

Розрахунки у другому випадку виконуються завжди та регулярно на основі експрес-аналізів продуктів збагачення для визначення ефективності роботи устаткування, ділянки, секції за контрольний проміжок часу (зміну, добу, тиждень та т. д.). До цих обчислень відносять і розрахунки якісно-кількісної або водно-шламової схеми збагачення, які виконуються на основі генерального опробування секції, фабрики.

В результаті вивчення дисципліни "Технологічні розрахунки при збагаченні корисних копалин" студент повинен: мати уявлення щодо процесів розкриття рудного мінералу, розділення (збагачення) та змішування потоків корисних копалин, кількісних співвідношеннях у двофазних середовищах; знати теорію сепараційних процесів; уміти розрахувати показники розкриття, якісно-кількісну та водно-шламову схему збагачення корисних копалин.

Засвоївши будь який теоретичний розділ студент повинен знати відповіді на контрольні запитання, та уміти аналітично вивести необхідні формули для обчислення.

Після вивчення курсу виконується контрольна робота, яка подається до Національного гірничого університету для перевірки знань.

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ЗА РОЗДІЛАМИ ДИСЦИПЛІНИ

Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗБАГАЧЕННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН.

Навчальна програма.

Технологічні показники збагачення: вміст цінного компонента, вихід продуктів збагачення, вилучення цінного компонента, ефективність збагачення. Співвідношення між частковими та загальними показниками в схемі збагачення (виходом продукту збагачення, вилученням корисного мінералу). Необхідна і достатня кількість показників для розрахунку схеми збагачення. Розрахунок фрагмента схеми з циркуляційними циклами, якщо відоме значення вмісту цінного компонента, ітераційним методом та за допомогою часткового виходу. Розділові ознаки при збагаченні корисних копалин. Функції зв'язку масової та об'ємної розділової ознаки від вмісту цінного мінералу в частинці.

Методичні вказівки.

При вивченні даної теми студенту потрібно згадати що таке вихід, вміст та вилучення корисного компонента, як вони позначаються і в якій послідовності розташовуються на якісно-кількісній схемі збагачення. Чим відрізняється ефективність збагачення від вилучення корисного компонента. Слід засвоїти: як можна визначити вихід збагаченого або збідненого продукту, якщо відомо вміст корисного компонента в початковому та в вихідних продуктах операції збагачення; як співвідноситься загальний вихід (вилучення) із частковим в схемах збагачення. Необхідно звернути увагу на необхідну та достатню кількість показників збагачення для розрахунку схеми та до чого приведе збільшення (зменшення) кількості показників. Засвоїти метод ітераційного розрахунку схеми збагачення та розібратися в чому полягає його суть, його недоліки та переваги. Необхідно пам'ятати, що загальне вилучення в схемах збагачення задається лише для кінцевих продуктів (концентрату, відходів, проміжного продукту) в усіх інших випадках задаються частковим вилученням за операціями збагачення. Студент повинен усвідомити, що таке розділова ознака та як вона пов'язана з вмістом корисного мінералу, яким чином отримано кінцевий вираз значення розділової ознаки в залежності від вмісту цінного мінералу.

Контрольні запитання.

1. Основні рівняння при збагаченні корисних копалин (баланс маси продукту, що підлягає збагаченню та баланс маси корисного мінералу).
2. Співвідношення між частковими та загальним виходом продукту збагачення (вилученням корисного мінералу).
3. Основне рівняння операції збагачення.
4. Необхідна і достатня кількість показників для розрахунку схеми збагачення.

5. Ітераційний метод розрахунку схеми.
6. Які параметри необхідні для обчислення питомої густини зростка?
7. Як обчислити питому густину зростка, якщо він складається із чотирьох компонентів?

Розділ 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ СИРОВИНИ ТА РОЗДІЛОВИХ АПАРАТІВ.

Навчальна програма.

Визначення зростків (багаті, бідні). Функції розподілу частинок в залежності від вмісту цінного мінералу. Часткова (диференціальна), сумарна (інтегральна, кумулятивна) функції розподілу зростків, взаємозв'язок між ними. Ймовірність розділення зростків в розділовому апараті. Сепараційна характеристика розділового апарату. Основні числові параметри сепараційної характеристики. Аналітичне визначення інтегральних показників бінарного розділення. Перетворення функцій розподілення зростків розділовим апаратом. Експериментальне одержання сепараційних характеристик.

Методичні вказівки.

При вивченні другої теми студенту потрібно згадати про часткові та сумарні характеристики гранулометричного складу сировини, як знаючи одну із них отримати іншу. Усвідомити суть характеристики (функції) розподілу зростків, за допомогою яких методів аналізу продукту можливо їх отримати. Що показує сепараційна характеристика збагачувального апарату, якими параметрами вона оцінюється, який вигляд має ідеальна, зворотна характеристика, чим відрізняється характеристика для виділення концентрату та відходів. Необхідно уважно простежити на основі яких характеристик можливо прогнозувати ймовірні показники збагачення, записати алгоритм та необхідні формули для їх обчислення. Студенту потрібно усвідомити, що мається на увазі під інтегральним показником розділення, яким чином міняється функція розподілення зростків збагачувальним апаратом та як вона знаходиться для збагаченого (збідненого) продукту. Необхідно засвоїти, як експериментально визначають сепараційну характеристику будь-якого збагачувального апарату.

Контрольні запитання.

1. Як побудувати часткову характеристику розподілу зростків, якщо відома інтегральна та навпаки?
2. Що показує сепараційна характеристика розділового апарату? Наведіть приклад ідеальної сепараційної характеристики.
3. Напишіть формули для обчислення вмісту цінного компонента в продукті, для якого відома характеристика розподілу зростків.
4. Напишіть формули для визначення вмісту корисного мінералу в продуктах розділення збагачувального апарату, якщо відома його сепараційна характеристика та характеристика розподілу зростків. Виконайте це практично.

5. Наведіть формули для обчислення функції розподілу зростків в збагачуваному та збідненому продукті, якщо відома сепараційна характеристика розділового апарату та характеристика розподілу зростків в початковому продукті.

Розділ 3. РОЗКРИТТЯ РУДНОГО МІНЕРАЛУ.

Навчальна програма.

Визначення поняття розкриття цінного компонента. Числові показники розкриття. Методи їх визначення. Залежність функції розподілу зростків від крупності вихідного матеріалу. Двовірна функція розподілу зростків. Аналітичне обчислення показників розкриття на основі гранулометричної характеристики продукту та вкрапленості рудного мінералу. Зв'язок вихідних показників бінарного розділення. Багатовимірне розділення. Кількісні співвідношення у двофазних середовищах. Методика обчислення водно-шламової схеми.

Методичні вказівки.

Поняття розкриття цінного мінералу дуже важливе при збагаченні корисних копалин. Показник розкриття зі зменшенням (збільшенням) крупності матеріалу буде змінюватися, навіть якщо немає розкритих рудних або породних частинок. Необхідно засвоїти алгоритм обчислення цього показника при відсутності та при наявності вільних рудних (породних) частинок. Студенту необхідно зрозуміти, чому функція розподілу зростків носить двовірний характер та чим це обумовлено. На основі яких характеристик матеріалу та рудного компоненту можливо обчислити розкриття, як залежать показники збагачення від розкриття та чи можливо в одному апараті одержати одночасно багатий концентрат та бідні відходи. Який вигляд має функція розподілу зростків при повному розкритті ($R=1$), при половинному розкритті ($R=0,5$) та коли показник розкриття дорівнює нулю ($R=0$). Хоча всі схеми збагачення намагаються привести до бінарного вигляду, однак є апарати в яких отримують багатовимірне розділення. Студенту потрібно засвоїти, яким чином при цьому розраховують основні показники збагачення, які додаткові дані потрібно мати щодо продуктів багатовимірного розділення.

Всі процеси збагачення проходять в двофазних середовищах, які мають специфічні параметри (щільність, вміст твердої речовини, співвідношення рідкої та твердої речовини $T:P$). Студенту необхідно вміти їх розраховувати та знати як вони співвідносяться, тому що на їх на основі ведеться розрахунок водно-шламової схеми. Потрібно засвоїти методику розрахунку водно-шламової схеми.

Контрольні запитання.

1. Сутність поняття розкриття рудного мінералу.
2. Чи доречно використовувати показник розкриття рудного мінералу, якщо мінерал не містить розкритих (вільних) рудних або породних частинок?

3. Необхідна умова знаходження рудного компонента для механічного збагачення.
4. Числові показники розкриття цінного компонента.
5. Як зміниться розкриття цінного компонента зі зменшенням (збільшенням) крупності матеріалу?
6. Як зміниться розкриття цінного компонента зі зменшенням (збільшенням) вкрапленості рудного мінералу?
7. Напишіть алгоритм та необхідні формули для обчислення розкриття, якщо відома гранулометрична характеристика матеріалу та розмір вкраплення цінного мінералу.
8. Який вигляд має сепараційна характеристика для проміжного продукту при багатовимірному розділенню?
9. Наведіть формули за допомогою яких можливо обчислити вихід продуктів збагачення при багатовимірному збагаченні.
10. Як визначити питому густину пульпи, якщо відоме значення вмісту твердого та його питома густина?
11. Наведіть формули для визначення вмісту твердого.
12. Наведіть основні рівняння при розрахунку водно-шламової схеми.

Розділ 4. СЕПАРАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ З'ЄДНАНЬ.

Навчальна програма.

Види з'єднань технологічних апаратів. Послідовне та паралельне з'єднання подрібнювальних та розділових апаратів. Загальні характеристики з'єднань розділових апаратів. Сепараційні характеристики з'єднань. Визначення сепараційних характеристик схем збагачення. Граничні показники збагачення.

Методичні вказівки.

При вивченні цього розділу студенту необхідно засвоїти як визначається сепараційна характеристика сполучення апаратів при послідовному та паралельному з'єднанні, основні рівняння за допомогою яких визначається сепараційна характеристика сполучення, яким чином визначається сепараційна характеристика операції змішування, як визначається сепараційна характеристика простих схем збагачення. При засвоєнні матеріалу слід приділити увагу, як визначаються граничні показники збагачення певним чином підготовленої сировини.

Контрольні запитання.

1. Фізична суть сепараційної характеристики з'єднання апаратів.
2. Визначте сепараційну характеристику з'єднання при послідовному сполученні розділових апаратів.
3. Сепараційна характеристика з'єднання при паралельному сполученні розділових апаратів.

4. Основні балансові рівняння для визначення сепараційної характеристики сполучення розділових апаратів.

5. Як сформулювати технологічний блок для виділення готового концентрату (відвальних відходів) при низькій селективності розділового апарату?

6. Загальне рівняння сепараційної характеристики операції змішування.

7. Сепараційні характеристики технологічних схем збагачення.

8. За яких умов визначають граничні показники збагачення?

9. Яким чином можливо приблизити показники збагачення до граничних, якщо розділовий апарат має низьку селективність?

ВАРІАНТАМИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

За курсом "Технологічні розрахунки при збагаченні корисних копалин" студент виконує контрольну роботу, яка складається з семи задач. Умови кожної задачі слід повністю записати до зошита. Розв'язання повинні бути доповнені схемами, якщо це необхідно. Скорочення слів не допускається. Усі розв'язання повинні бути дані в розгорнутому вигляді. Номер варіанта повинен відповідати номеру в списку групи. Усі таблиці з вихідними даними для кожного варіанту наведені в кінці методички.

Задача 1. Визначте вихід, вміст та вилучення корисного компонента в концентрат та в продуктах розділення при переробці руди за наступною схемою (рис. 1), якщо відомо значення вмісту цінного компонента в початковому продукті та продуктах розділення (вихідні дані наведені в додатку А).

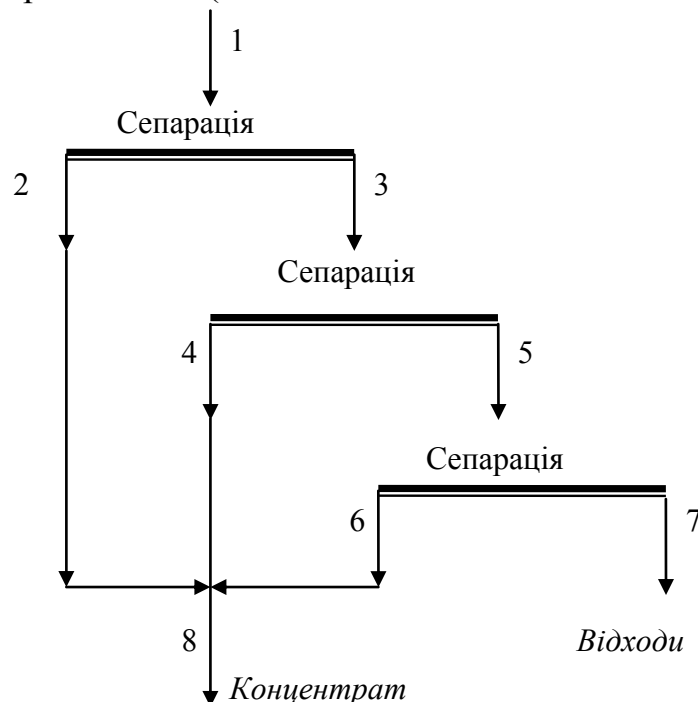


Рис. 1. Схема збагачення корисної копалини.

Задача 2. Розрахуйте фрагмент схеми збагачення (рис. 2), якщо відомо часткове вилучення, та вміст цінного компоненту в деяких продуктах (вихідні дані наведені в додатку Б):

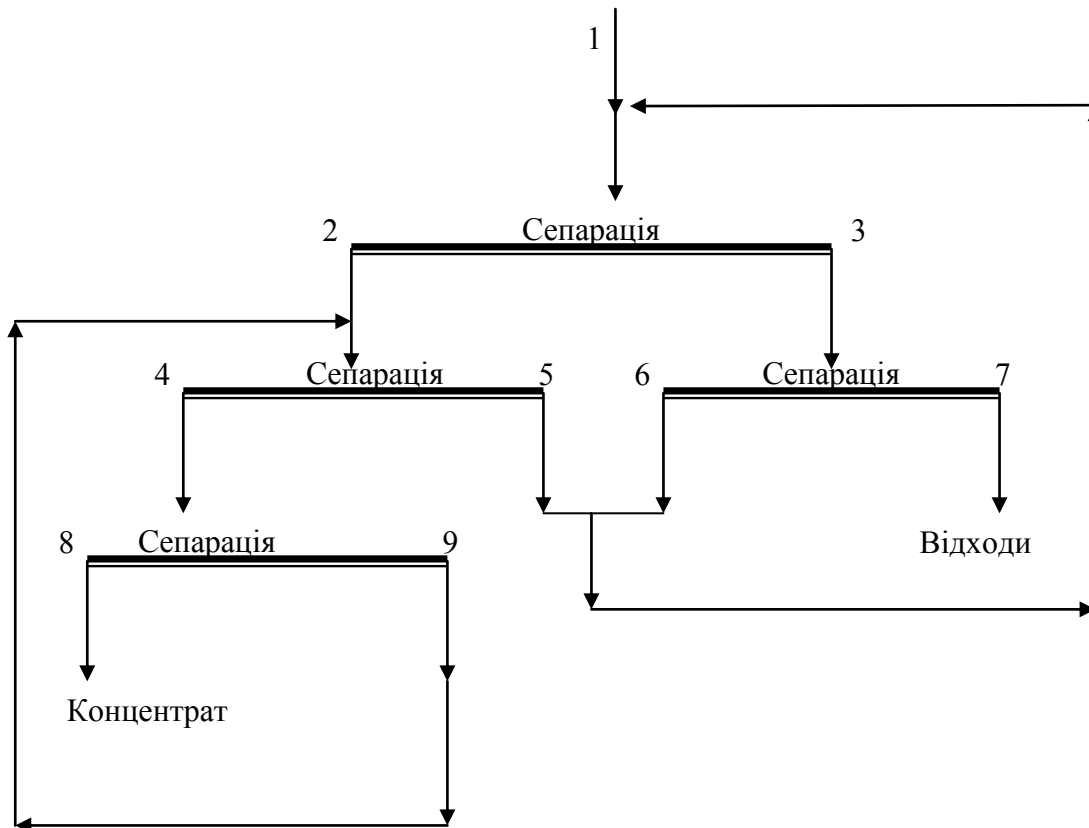


Рис. 2 Фрагмент схеми збагачення корисного мінералу.

Задача 3. Розрахуйте питому густину зростка, якщо відомо питому густину мінералу та породи і вміст корисного мінералу в зростку (додаток В).

Задача 4. Диференційна функція розподілення зростків (табл. 1) та сепараційна характеристика збагачувального апарату (табл. 2) наведені в додатку Г. Необхідно:

а) визначити:

1. вміст корисного мінералу в початковому продукті;
2. кількість рудних, нерудних зерен, багатих та бідних зростків (додатково показати на графіках інтегральної характеристики розподілу зростків):
 - з 1 по 10 варіант – в початковому продукті;
 - з 11 по 20 варіант – в збідненому продукті;
 - з 21 по 25 варіант – в збагаченому продукті;
3. вихід збідненого та збагаченого продукту розділення;
4. вміст корисного мінералу в збідненому та збагаченому продукті;
5. диференційну та інтегральну функції розподілення зростків в збідненому та збагаченому продукті;

б) побудувати:

1. диференційну та інтегральну функції розподілення зростків в початковому продукті та продуктах розподілу;
2. сепараційну характеристику збагачувального апарату.

Задача 5. Визначте показник розкриття матеріалу, для якого функція розподілу зростків приведена в додатку Г (табл. 1).

Задача 6. Виконайте розрахунок водно-шламової схеми збагачення секції фабрики, яка показана на рис. 3. Вихідні дані наведені в додатку Д, продуктивність фабрики ($Q_{сек}$) надано в т/год, початкову вологість руди прийняти 4%, а циркуляційне навантаження в I стадії дрібнення – 150%.

Задача 7. Визначте загальне рівняння сепараційної характеристики з'єднання, якщо сепараційні характеристики елементів відомі. Схеми з'єднань приведені додатку Ж; номер схеми відповідає номеру за списком в журналі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Младецький І.К., Пілов П.І. Технологічні розрахунки показників збагачення корисних копалин: Навч. посібник – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2004.–156 с.
2. Практикум по обогащению полезных ископаемых / Под общ. ред. Н.Г. Бедраня – М.: Недра, 1991. – 526 с.
3. Разумов К.А., Перов В.А. Проектирование обогатительных фабрик. – М.: Недра, 1982. – 518 с.
4. Серго Е.Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1985. – 285 с.
5. Тихонов О.Н. Теоретические основы сепарационных процессов обогащения полезных ископаемых. – Л.: ЛГИ, 1978.
6. Кармазин В.В., Кармазин В.И. Магнитные и электрические методы обогащения. – М.: Недра, 1988. – 304 с.
7. Шохин В.Н., Лопатин А.Г. Гравитационные методы обогащения. – М.: Недра, 1980. – 400 с.

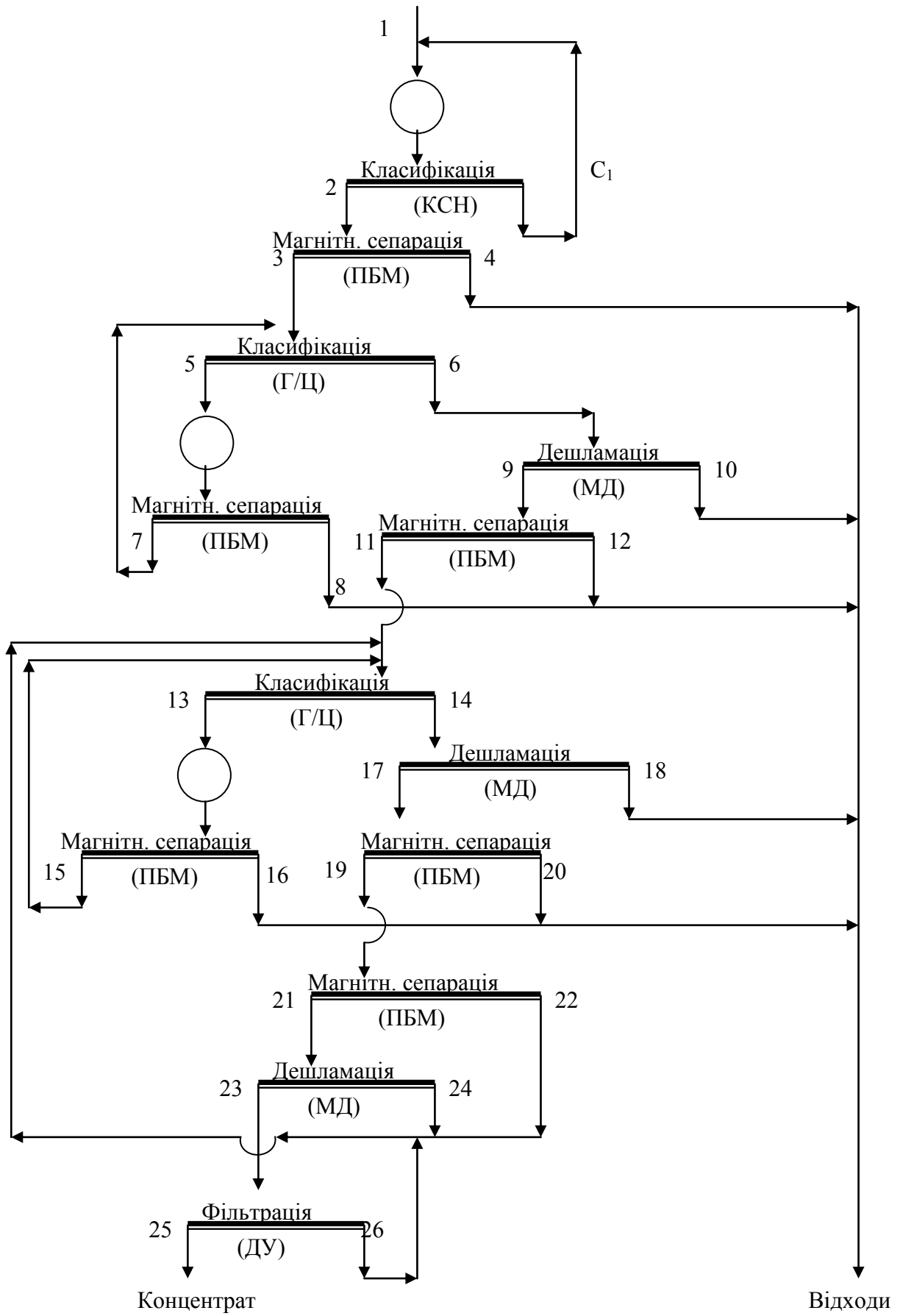


Рис. 3. Схема збагачення залізистих магнетитових кварцитів.

Приклад рішення задач.

Задача 1. Визначте вихід, вміст та вилучення корисного компонента в концентрат та в продуктах розділення при переробці руди за наступною схемою (рис. 1), якщо відомо значення вмісту цінного компонента в початковому продукті та продуктах розділення (вихідні дані наведені в табл.8).

Допустимо, що маємо наступні дані:

Таблиця 8

№ варіанту	Вміст корисного мінералу в продуктах розділення, %						
	1	2	3	4	5	6	7
	35,0	59,0	26,0	60,5	20,0	58,0	12,0

Рішення.

1. Визначається вихід концентрату в першій операції збагачення, вирішуючи систему рівнянь балансу виходу та вмісту корисної копалини в продуктах розділу:

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_1 = \gamma_2 + \gamma_3 \\ \alpha \gamma_1 = \beta_2 \gamma_2 + \beta_3 \gamma_3 \end{array} \right\}, \text{ звідки}$$

$$\gamma_2 = \gamma_1 \frac{\alpha - \beta_3}{\beta_2 - \beta_3} = \frac{35 - 26}{59 - 26} 100 = 27,27\%$$

тоді $\gamma_3 = \gamma_1 - \gamma_2 = 100 - 27,27 = 72,73\%$.

Вирішуючи одночасно рівняння балансу для другої операції визначається

вихід четвертого продукту: $\left\{ \begin{array}{l} \gamma_3 = \gamma_4 + \gamma_5 \\ \beta_3 \gamma_3 = \beta_4 \gamma_4 + \beta_5 \gamma_5 \end{array} \right\}, \text{ звідки}$

$$\gamma_4 = \gamma_3 \frac{\beta_3 - \beta_5}{\beta_4 - \beta_5} = \frac{26,0 - 20,0}{60,5 - 20,0} 72,73 = 10,77\%$$

тоді $\gamma_5 = \gamma_3 - \gamma_4 = 72,73 - 10,77 = 61,96\%$

Для третьої операції маємо систему рівнянь: $\left\{ \begin{array}{l} \gamma_5 = \gamma_6 + \gamma_7 \\ \beta_5 \gamma_5 = \beta_6 \gamma_6 + \theta_7 \gamma_7 \end{array} \right\}, \text{ звідки}$

$$\gamma_6 = \gamma_5 \frac{\beta_5 - \theta_7}{\beta_6 - \theta_7} = \frac{20,0 - 12,0}{58,0 - 12,0} 61,96 = 10,78\%$$

тоді: $\gamma_7 = \gamma_5 - \gamma_6 = 61,96 - 10,78 = 51,18\%$.

Вихід восьмого продукту та вміст корисного компонента в ньому знаходиться із системи рівнянь: $\left\{ \begin{array}{l} \gamma_8 = \gamma_6 + \gamma_4 + \gamma_2 \\ \beta_8 \gamma_8 = \beta_6 \gamma_6 + \beta_4 \gamma_4 + \beta_2 \gamma_2 \end{array} \right\}.$

$$\gamma_8 = \gamma_6 + \gamma_4 + \gamma_2 = 27,27 + 10,77 + 10,78 = 48,82\%;$$

$$\beta_8 = \frac{\beta_6 \gamma_6 + \beta_4 \gamma_4 + \beta_2 \gamma_2}{\gamma_8} = \frac{58,0 \cdot 10,78 + 60,5 \cdot 10,77 + 59,0 \cdot 27,27}{48,82} = 59,11\%$$

Вилучення корисного компонента в кожний із продуктів обчислюється за рівнянням: $\varepsilon_i = \frac{\gamma_i \beta_i}{\alpha}$.

Для другого продукту: $\varepsilon_2 = \frac{\gamma_2 \beta_2}{\alpha} = \frac{27,27 \cdot 59,0}{35,0} = 45,97\%$;

для третього продукту: $\varepsilon_3 = \frac{\gamma_3 \beta_3}{\alpha} = \frac{72,73 \cdot 26,0}{35,0} = 54,03\%$; і т.д.

Всі отримані значення вписуємо в фрагмент схеми збагачення стовпчиком біля кожного продукту розділення (див. рис. 4) в наступній послідовності: γ ; β ; ε .

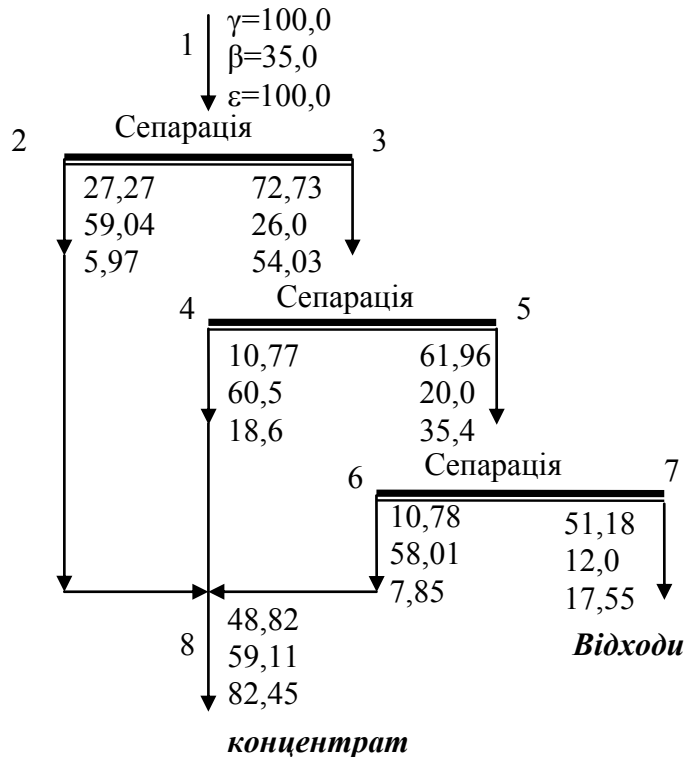


Рис. 4

Задача 2. Розрахуйте фрагмент схеми збагачення (рис. 2), якщо відомо часткове вилучення, та вміст цінного компоненту в деяких продуктах (вихідні дані наведені в табл.9):

Таблиця 9

№ варіанту	Вміст корисного мінералу в продуктах розділення, %					Часткове вилучення корисного мінералу в продуктах розділення, %			Загальне вилучення, %
	1	2	4	6	8	2	4	8	
	31,0	45,0	60,0	25,0	84,0	75,0	70,0	60,0	65,0

Рішення.

1. Спочатку фрагмент схеми збагачення замінюється однією операцією (рис. 5) та визначається вихід концентрату і всі показники відносно відходів (сьомий продукт).

Рівняння вилучення для восьмого продукту має вигляд:

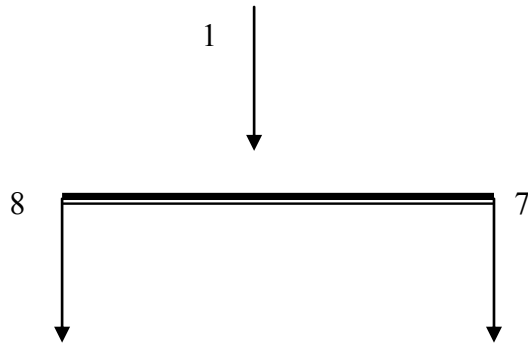


Рис. 5

$$\varepsilon_8 = \frac{\gamma_8 \beta_8}{\alpha};$$

$$\text{звідки } \gamma_8 = \frac{\varepsilon_8 \alpha}{\beta_8} = \frac{65,0 \cdot 31,0}{84,0} = 23,99\%.$$

$$\text{Тоді } \gamma_7 = \gamma_1 - \gamma_8 = 100 - 23,99 = 76,01\%;$$

$$\varepsilon_7 = \varepsilon_1 - \varepsilon_8 = 100 - 65 = 35\%;$$

$$\theta_7 = \frac{\varepsilon_7 \alpha}{\gamma_7} = \frac{35,0 \cdot 31,0}{76,01} = 14,27\%.$$

2. Визначається значення

загального вилучення в 4 продукт

розподілу і в об'єднані продукти 2+9 та 1+5+6, пам'ятаючи при цьому співвідношення між загальним та частковим вилученням, а в продукти розділу 9, 5 та 2 користуючись рівнянням балансу вилучення:

$$\varepsilon_4 = \frac{\varepsilon_8}{E_8} \cdot 100 = \frac{65,0}{60,0} \cdot 100 = 108,3\%;$$

$$\varepsilon_{2+9} = \frac{\varepsilon_4}{E_4} \cdot 100 = \frac{108,3}{70,0} \cdot 100 = 154,76\%;$$

$$\varepsilon_9 = \varepsilon_4 - \varepsilon_8 = 108,33 - 65 = 43,33\%;$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_{2+9} - \varepsilon_9 = 154,76 - 43,33 = 111,43\%;$$

$$\varepsilon_{1+5+6} = \frac{\varepsilon_2}{E_2} \cdot 100 = \frac{111,43}{75,0} \cdot 100 = 148,57\%;$$

$$\varepsilon_5 = \varepsilon_{2+9} - \varepsilon_4 = 154,76 - 108,33 = 46,43\%;$$

$$\varepsilon_{5+6} = \varepsilon_{1+5+6} - \varepsilon_1 = 148,57 - 100 = 48,57\%;$$

$$\varepsilon_6 = \varepsilon_{5+6} - \varepsilon_5 = 48,57 - 46,43 = 2,14\%;$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_6 + \varepsilon_7 = 2,14 + 35 = 37,14\%;$$

3. Знаходяться виходи продуктів розподілу в яких відомий вміст корисного компонента (β), користуючись при цьому рівнянням вилучення:

$$\gamma_i = \frac{\varepsilon_i \alpha}{\beta_i}.$$

$$\gamma_2 = 76,76\%; \quad \gamma_4 = 55,97\%; \quad \gamma_6 = 2,66\%$$

4. Визначаються виходи усіх інших продуктів за рівнянням балансу:

$$\gamma_9 = \gamma_4 - \gamma_8 = 55,97 - 23,99 = 31,98\%;$$

$$\gamma_{2+9} = \gamma_2 + \gamma_9 = 31,98 + 76,76 = 108,74\%;$$

$$\gamma_5 = \gamma_{2+9} - \gamma_4 = 108,74 - 55,97 = 52,77\%;$$

$$\gamma_{5+6} = \gamma_5 + \gamma_6 = 52,77 + 2,66 = 55,43\%;$$

$$\gamma_{1+5+6} = \gamma_1 + \gamma_5 + \gamma_6 = 100 + 52,77 + 2,66 = 155,43\%;$$

$$\gamma_3 = \gamma_{1+5+6} - \gamma_2 = 155,43 - 76,76 = 78,67\%.$$

5. Визначається вміст корисного компоненту в продуктах розділення 9, 5, 3, 1+5+6, 5+6, користуючись при цьому рівнянням вилучення:

$$\beta_i = \frac{\varepsilon_i \alpha}{\gamma_i};$$

$\beta_9=42,0\%$; $\beta_5=27,27\%$; $\beta_3=14,64\%$; $\beta_{1+5+6}=29,63\%$; $\beta_{5+6}=27,16\%$.

Виконується перевірка.

Згідно системи балансових рівнянь для першої та третьої операції повинні виконуватися умови:

$$\begin{cases} \gamma_{1+5+6} = \gamma_3 + \gamma_2 \\ \beta_{1+5+6} \gamma_{1+5+6} = \beta_3 \gamma_3 + \beta_2 \gamma_2 \end{cases} \quad \begin{cases} 155,43 = 78,67 + 76,76 \\ 29,63 \cdot 155,43 = 14,64 \cdot 78,67 + 45,0 \cdot 76,76 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \gamma_3 = \gamma_6 + \gamma_7 \\ \beta_3 \gamma_3 = \beta_6 \gamma_6 + \beta_7 \gamma_7 \end{cases} \quad \begin{cases} 78,67 = 2,66 + 76,01 \\ 14,64 \cdot 78,67 = 25,0 \cdot 2,66 + 14,27 \cdot 76,01 \end{cases}$$

(в даному випадку з допустимою похибкою ці умови виконуються)

Всі отримані значення вписуються в фрагмент схеми збагачення стовпчиком біля кожного продукту розділення (див. рис. 6) в наступній послідовності: γ ; β ; ε , E.

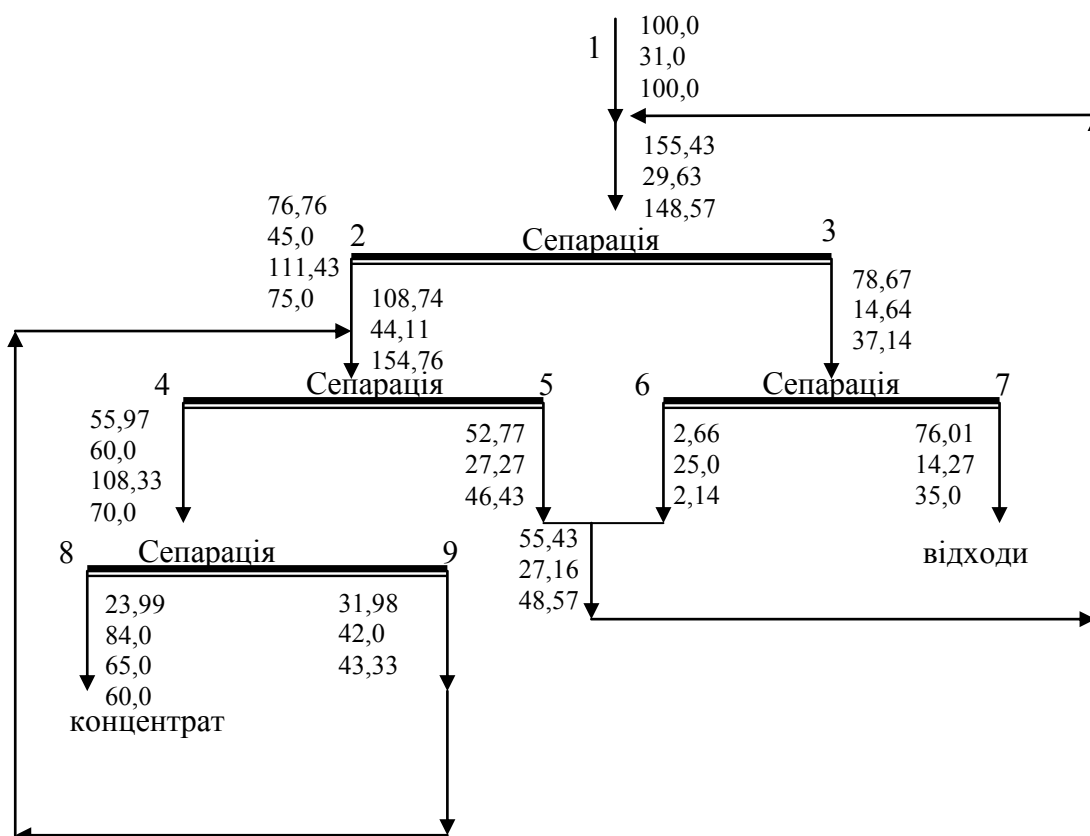


Рис. 6 Фрагмент схеми збагачення корисного мінералу.

Задача 3. Розрахуйте питому густину зростка, якщо відомо питому густину мінералу та породи і вміст корисного мінералу в зростку (табл. 10).

Таблиця 10.

Питома густина, т/м ³	мінералу, δ_m	3,5
	породи, δ_n	2,1
Вміст корисного мінералу в зростку, %		10,0

Рішення.

Питома густина зростку обчислюється згідно виразу:

$$\delta_c = \frac{\delta_m \delta_n}{\delta_m - \alpha(\delta_m - \delta_n)} = \frac{3,5 \cdot 2,1}{3,5 - 0,1(3,5 - 2,1)} = 2,1875 \left(\frac{m}{m^3} \right).$$

Відповідь: $\delta_c = 2,1875 \frac{m}{m^3}$.

Задача 4. Диференційна функція розподілення зростків та сепараційна характеристика збагачувального апарату наведені в табл. 11, 12. Необхідно:

а) визначити:

1. вміст корисного мінералу в початковому продукті;
2. кількість рудних, нерудних зерен, багатих та бідних зростків в початковому продукті (додатково показати на графіках інтегральної характеристики розподілу зростків);
3. вихід збідненого та збагаченого продукту розділення;
4. вміст корисного мінералу в збідненому та збагаченому продукті;
5. диференційну та інтегральну функції розподілення зростків в збідненому та збагаченому продукті;

б) побудувати:

1. диференційну та інтегральну функції розподілення зростків в початковому продукті та продуктах розподілу;
2. сепараційну характеристику збагачувального апарату.

Таблиця 11

Диференційна функція розподілення зростків в вихідному продукті

$\Delta\alpha, \text{д. ед.}$	0	0...0,2	0,2...0,4	0,4...0,6	0,6...0,8	0,8...1,0	1,0
$\Delta F(\alpha), \%$	10	7	35	20	8	3	17

Таблиця 12

Сепараційна характеристика збагачувального апарату

$\Delta\alpha, \text{д. ед.}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$P(\alpha), \%$	3	8	16	75	85	97

Розв'язання.

Така задача вимагає дуже багато обчислень, а тому доречно всі розрахунки звести в таблицю, в якій записуються по чергово необхідні обчислення.

В першому стовпчику (див. табл. 13) записуються границі зміни вмісту корисного компонента в кожній із фракцій $\Delta\alpha_i$, в другому – середній вміст корисного компонента в даній фракції $\alpha_{срi}$, в третьому – диференційна функція розподілення зростків в вихідному продукті $\Delta F(\alpha)$, в четвертому – інтегральна функція розподілення зростків $F(\alpha)$.

Інтегральна функція розподілення зростків обчислюється згідно виразу:

в інтегральному вигляді
$$F(\alpha_i) = \int_0^{\alpha_i} f(\alpha) d\alpha ;$$

через суму кінцевих елементів $F(\alpha_j) = \sum_{i=1}^j \Delta F(\alpha)_i$.

В п'ятому – сепараційну характеристику збагачувального апарату $P(\alpha)$ в залежності від α_{cpi} . Для визначення значення $P(\alpha_{cpi})$ необхідно побудувати сепараційну характеристику за вихідними даними і по графіку отримати належне значення.

Для отримання значення виходу розкритих рудних, нерудних зерен та зростків необхідно визначити $\alpha_{вих}$. Для чого перемножимо значення диференційної характеристики розподілення зростків на середній вміст корисного компонента в даній фракції, і результат записується в шостий стовпчик. Сума всіх добутоків і є $\alpha_{вих}$, яке виражене в долях одиниці.

$$\alpha_{вих} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot \alpha_{cpi}}{\sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i)};$$

$$\alpha_{вих} = 0,465$$

В сьомий стовпчик записується добуток – $\Delta F(\alpha_i) \cdot P(\alpha_i)$, який показує вихід даної вузької фракції в збагачений продукт. Сума всіх добутоків є виходом збагаченого продукту згідно рівняння:

в інтегральному вигляді $\gamma_k = \int_0^1 f(\alpha) \cdot P(\alpha) d\alpha$;

через суму кінцевих елементів $\gamma_k = \sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot P(\alpha_{cpi})$

$$\gamma_k = 0,365.$$

Для визначення вмісту корисного компонента в збагаченому продукті додатково обчислюється добуток – $\Delta F(\alpha_i) \cdot P(\alpha_i) \cdot \alpha_{cpi}$, який записується в восьмий стовпчик.

Вміст корисного компонента в збагачений продукт обчислюється за виразом:

в інтегральному вигляді $\beta_k = \frac{\int_0^1 f(\alpha) \cdot P(\alpha) \alpha d\alpha}{\int_0^1 f(\alpha) \cdot P(\alpha) d\alpha}$;

через суму кінцевих елементів $\beta_k = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot P(\alpha_{cpi}) \cdot \alpha_{cpi}}{\sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot P(\alpha_{cpi})}$.

В нашому випадку необхідно суму всіх членів восьмого стовпчика

поділити на суму сьомого: $\beta_k = \frac{\sum_{i=1}^n a_{8i}}{\sum_{i=1}^n a_{7i}} = \frac{0,27724}{0,365} = 0,7596$.

В дев'ятому стовпчику запишемо різницю $1 - P(\alpha_i)$, яка допоможе визначити вихід і вміст корисного компонента в збіднений продукт та являє собою ймовірність вилучення зерен вузької фракції в цей продукт.

В десятому стовпчику записується добуток $-\Delta F(\alpha_i) \cdot (1 - P(\alpha_i))$, який показує вихід вузької фракції у збіднений продукт та дозволяє отримати сумарний вихід цього продукту згідно виразу:

в інтегральному вигляді
$$\gamma_o = \int_0^1 f(\alpha) \cdot (1 - P(\alpha)) d\alpha$$

через суму кінцевих елементів
$$\gamma_o = \sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot (1 - P(\alpha_{cpi}))$$

$\gamma_o = 0,635$

В одинадцятій стовпчик записується добуток $-\Delta F(\alpha_i) \cdot (1 - P(\alpha_i)) \cdot \alpha_{cpi}$. Аналогічно, як і для збагаченого визначається вміст корисного мінералу в збідненому продукті:

в інтегральному вигляді
$$v_o = \frac{\int_0^1 f(\alpha) \cdot (1 - P(\alpha)) \alpha d\alpha}{\int_0^1 f(\alpha) \cdot (1 - P(\alpha)) d\alpha}$$

через суму кінцевих елементів
$$v_o = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot (1 - P(\alpha_{cpi})) \cdot \alpha_{cpi}}{\sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot (1 - P(\alpha_{cpi}))}$$

В нашому випадку необхідно суму всіх членів одинадцятого стовпчика

поділити на суму десятого:
$$v_o = \frac{\sum_{i=1}^n a_{11i}}{\sum_{i=1}^n a_{10i}} = \frac{0,18776}{0,635} = 0,2957.$$

Сьомий та десятій стовпчик являють собою вихід вузьких фракцій, відповідно в збагачений та збіднений продукт. Таким чином це не що інше, як диференційна характеристика, яка приведена не до одиниці, а до виходу відповідного продукту. Для приведення її значення до одиниці необхідно вихід вузьких фракцій продукту розділити на сумарний вихід цього продукту. Результат записується в дванадцятій та чотирнадцятій стовпчик.

Маючи диференційну характеристику, не важко побудувати інтегральну характеристику розподілу зростків в збіднений та збагачений продукт, значення яких записується в тринадцятій та п'ятнадцятій стовпчик.

Диференційну характеристику вихідного продукту можна побудувати у вигляді гістограми або кривої, яка зображена на рис. 8. На осі ординат відкладається значення диференційної характеристики, на осі абсцис – значення α . Диференційна характеристика у вигляді кривої будується відносно значення α_{cpi} , так як воно характеризує вміст корисного компонента у кожній вузькій фракції.

Таблиця 13

$\Delta\alpha_i,$ $\partial.00$	$\alpha_{cpi},$ $\partial.00$	$\Delta F(\alpha),$ $\partial.00$	$F(\alpha),$ $\partial.00$	$P(\alpha_{cpi}),$ $\partial.00$	$\Delta F(\alpha) \cdot$ α_{cpi}	$\Delta F(\alpha_i) \cdot P(\alpha_i)$	$\Delta F(\alpha_i) P(\alpha_i) \cdot \alpha_{cpi}$	$1-P(\alpha)$	$\Delta F(\alpha_i) \cdot (1-P(\alpha_i))$	$\Delta F(\alpha_i) \cdot (1-P(\alpha_i))$ $\cdot \alpha_{cpi}$	$\Delta F_{\beta}(\alpha),$ $\partial.00$	$F_{\beta}(\alpha),$ $\partial.00$	$\Delta F_{\gamma}(\alpha),$ $\partial.00$	$F_{\gamma}(\alpha),$ $\partial.00$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0,0	0,10	0,1	0,02	0,0000	0,0020	0,00000	0,98	0,098	0,00000	0,00548	0,005479	0,15433	0,15433
0...0,2	0,1	0,07	0,17	0,07	0,0070	0,0049	0,00049	0,93	0,0651	0,00651	0,01342	0,018904	0,10252	0,25685
0,2...0,4	0,3	0,35	0,52	0,14	0,1050	0,0490	0,01470	0,86	0,301	0,09030	0,13425	0,15315	0,47402	0,73087
0,4...0,6	0,5	0,20	0,72	0,25	0,1000	0,0500	0,02500	0,75	0,15	0,07500	0,13699	0,29014	0,23622	0,96709
0,6...0,8	0,7	0,08	0,8	0,8	0,0560	0,0640	0,04480	0,2	0,016	0,01120	0,17534	0,46548	0,02520	0,99228
0,8...1,0	0,9	0,03	0,83	0,95	0,0270	0,0285	0,02565	0,05	0,0015	0,00135	0,07808	0,54356	0,00236	0,99465
1	1,0	0,17	1,00	0,98	0,1700	0,1666	0,16660	0,02	0,0034	0,00340	0,45644	1,0	0,00535	1,00000
Всього		1,00			0,465	0,365	0,27724		0,635	0,18776	1,0		1,0	

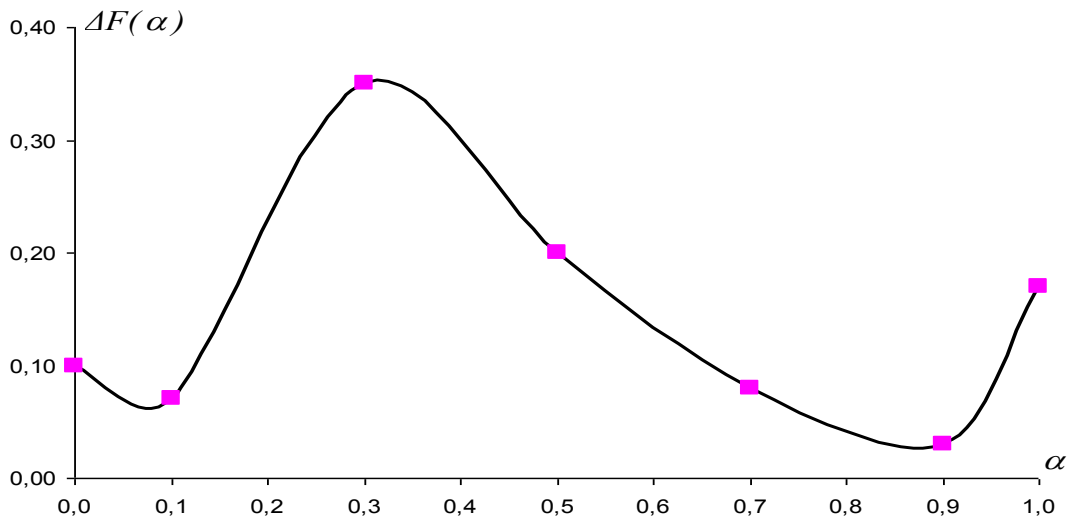


Рис. 8 Диференційна функція розподілу зростків у початковому продукті.

Якщо диференційна функція характеризує лиш вузьку фракцію матеріалу, то інтегральна характеризує матеріал в цілому. Будується вона по кінцевим граничним значенням α_i та показує яка частина матеріалу має вміст корисного компонента менше заданого (рис. 9). За її допомогою можна визначити вихід будь якої вузької фракції.

Значенню інтегральної характеристики $F_{(0)}$ відповідає кількість нерудних зерен ($P_{нз}$); значенню $F_{(1)}$ відповідає сумарна кількість нерудних зерен, бідних та багатих зростків. Якщо:

$$P_{нз} + P_{нс} + P_{рс} + P_{рз} = 1;$$

то
$$P_{рз} = 1 - P_{нз} - P_{нс} - P_{рс} = 1 - F_{(1)}.$$

Цим значенням – вмісту нерудних та рудних зерен також відповідають значення диференційної функції відповідно при $\alpha=0$ та при $\alpha=1,0$.

В даному випадку: $P_{нз}=0,1$; $P_{рз}=0,17$.

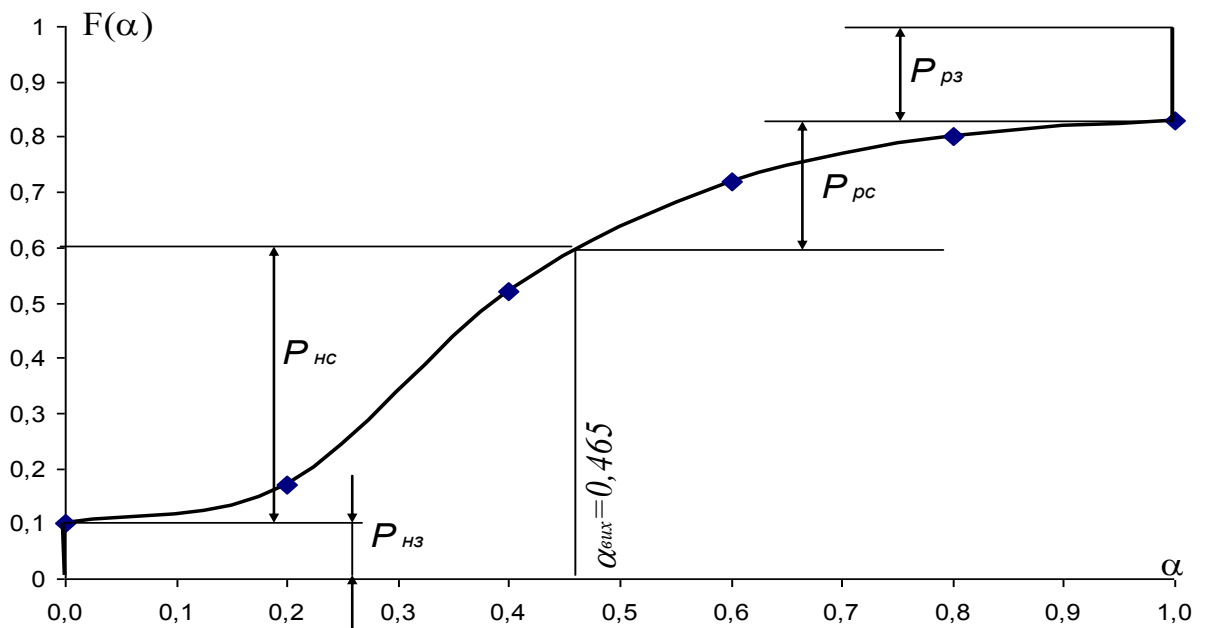


Рис. 9 Інтегральна функція розподілу зростків у початковому продукті.

Вихід нерудних та рудних зростків знаходяться за допомогою виразів:

$$P_{nc} = \int_0^{\alpha_{вух}} f(\alpha) d\alpha = F(\alpha_{вух}) - F(0); \quad P_{nc} = 0,6 - 0,1 = 0,5;$$

$$P_{pc} = \int_{\alpha_{вух}}^{1,0} f(\alpha) d\alpha = F(1,0) - F(\alpha_{вух}); \quad P_{pc} = 0,83 - 0,6 = 0,23.$$

Диференційні та інтегральні функції розподілу зростків в продуктах розділення будуються аналогічно. Їх вид показано на рис. 10, 11.

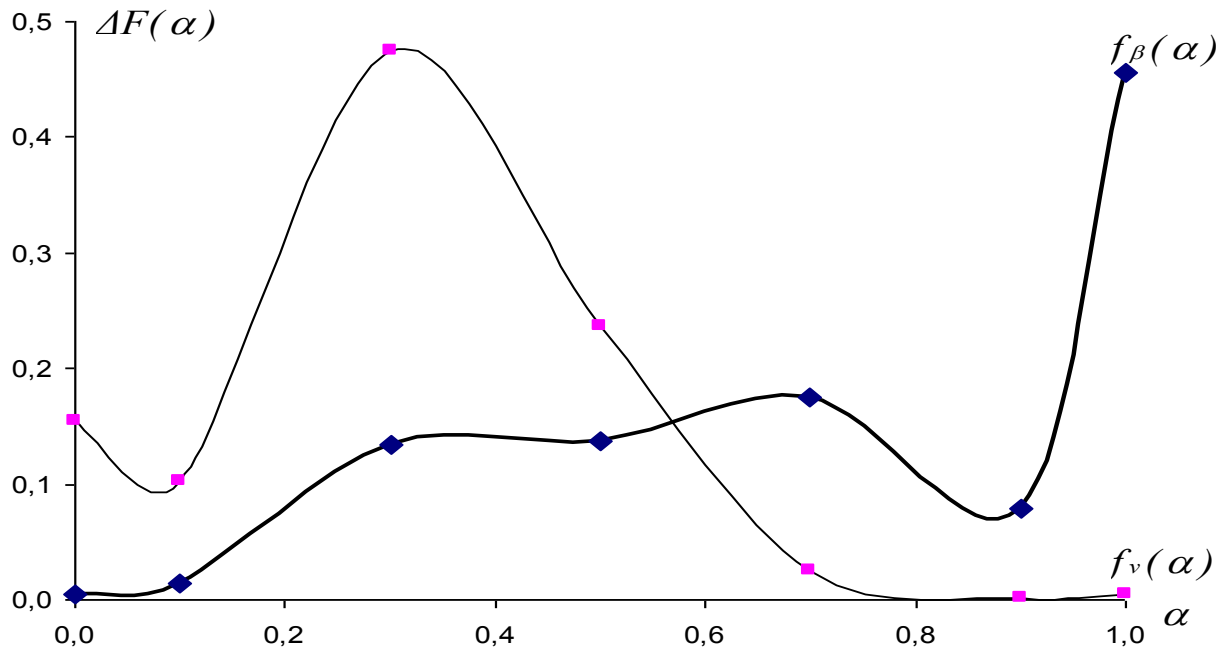


Рис. 10 Диференційні функції розподілу зростків в продуктах розділення.

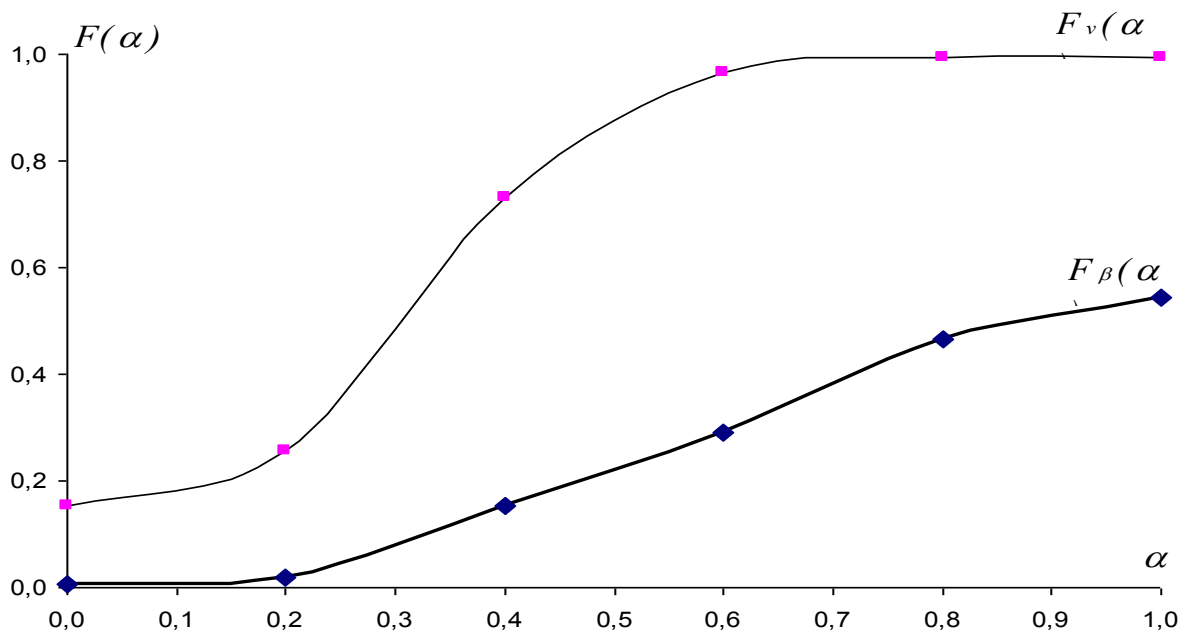


Рис. 11 Інтегральні функції розподілу зростків в продуктах розділення.

Примітка: Якщо дана обернена сепараційна характеристика збагачувального апарату, то вона показує ймовірність вилучення в збагачений продукт породних зерен та зростків і в цьому випадку вихід та вміст корисного мінералу знаходиться із оберненого виразу:

– в збагачений продукт

$$\gamma_k = \sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot (1 - P(\alpha_{cpi})); \quad \beta_k = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot (1 - P(\alpha_{cpi})) \cdot \alpha_{cpi}}{\sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot (1 - P(\alpha_{cpi}))}$$

– в збіднений продукт

$$\gamma_o = \sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot P(\alpha_{cpi}); \quad \nu_o = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot P(\alpha_{cpi}) \cdot \alpha_{cpi}}{\sum_{i=1}^n \Delta F(\alpha_i) \cdot P(\alpha_{cpi})}$$

Місцями також поміняються в таблиці стовпчики зі значеннями диференційної та інтегральної характеристики в збагаченому та збідненому продукті.

Задача 5. Визначте показник розкриття матеріалу, для якого функція розподілу зростків приведена в табл. 11.

Таблиця 14

Диференційна функція розподілу зростків в продуктах розділення.

$\Delta\alpha, \text{ д. од}$	0	0...0,2	0,2...0,4	0,4...0,6	0,6...0,8	0,8...1,0	1,0
$\Delta f(\alpha), \%$	10	7	35	20	8	3	17

Показник розкриття визначається як різниця:

$$R = \alpha_p - \alpha_n;$$

де α_p, α_n – вміст корисного компонента в багатих та бідних зростках, значення яких знаходяться із виразів:

$$\text{в інтегральному вигляді} \quad \alpha_p = \frac{\int_1^{\alpha_{вих}} f(\alpha) \alpha d\alpha + P_{p3}}{\int_1^{\alpha_{вих}} f(\alpha) d\alpha + P_{p3}}; \quad \alpha_n = \frac{\int_0^{\alpha_{вих}} f(\alpha) \alpha d\alpha}{\int_0^{\alpha_{вих}} f(\alpha) d\alpha + P_{н3}};$$

$$\text{через суму кінцевих елементів} \quad \alpha_p = \frac{\sum_{i=\alpha_{вих}}^n f(\alpha_i) \alpha_{cpi} + P_{p3}}{\sum_{i=\alpha_{вих}}^n f(\alpha_i) + P_{p3}}; \quad \alpha_n = \frac{\sum_{i=1}^{\alpha_{вих}} f(\alpha_i) \alpha_{cpi}}{\sum_{i=1}^{\alpha_{вих}} f(\alpha_i) + P_{н3}}.$$

Для того щоб застосувати ці вирази необхідно: визначити вміст корисного компонента в вихідному продукті, побудувати інтегральну характеристику розподілу і знайти вихід вузьких фракцій до $\alpha_{вих}$ та після $\alpha_{вих}$.

Для визначення $\alpha_{вих}$ скористуємося виразом: $\alpha_{вих} = \sum_{i=1}^n f(\alpha_i) \alpha_{cpi} \quad (\alpha_{вих}=0,465).$

Так як у нас $\alpha_{вих}=0,465$, то вузьку фракцію, яка характеризується зміною корисного компонента від 0,4 до 0,6 розіб'ємо на дві: від 0,4 до 0,465 і від 0,465 до 0,6. Все отримані дані заносяться в табл. 15.

Таблиця 15

$\Delta\alpha_i,$ $\partial.од$	$\alpha_{срi}$ $\partial.од$	$\Delta F(\alpha),$ $\partial.од$	$\Delta F(\alpha) \cdot \alpha_{срi}$ $\partial.од$	$\Delta F(\alpha) \cdot \alpha_{срi}$ $\partial.од$
0	0	0,1	0	
0...0,2	0,1	0,07	0,007	
0,2...0,4	0,3	0,35	0,105	
0,4...0,465	0,4325	0,065	0,02811	
0,465...0,6	0,5325	0,135		0,07189
0,6...0,8	0,7	0,08		0,056
0,8...1,0	0,9	0,03		0,027
1,0	1,0	0,17		0,17
Всього		1,0	$\sum_{i=1}^4 0,14011$	$\sum_{i=4}^8 0,32489$

На підставі даних таблиці отримаємо:

$$\alpha_p = \frac{0,32489}{0,415} = 0,7829; \quad \alpha_n = \frac{0,14011}{0,585} = 0,2395.$$

Тоді показник розкриття дорівнює: $R = \alpha_p - \alpha_n = 0,7829 - 0,2395 = 0,5434$

В нашому випадку, коли в початковому продукті наявні рудні та нерудні зерна, як показник розкриття можливо прийняти величину R^1 , яка

обчислюється за виразом: $R^1 = \frac{P_{pz}}{1 - P_{из}}$, та дорівнює: $R^1 = \frac{0,17}{1 - 0,1} = 0,189$.

$$\text{Відповідь: } R = 0,5622; \quad R^1 = 0,189$$

Задача 6. Виконайте розрахунок водно шламової схеми збагачення, яка приведена на рис. 3. Вихідні дані наведені в табл. 6 та 7. Початкова вологість руди прийняти 4%, циркуляційне навантаження в I стадії подрібнення –150%.

Спочатку виконується розрахунок кількісно-якісної схеми збагачення, для чого нумеруються операції та продукти розділення:

I – операція подрібнення (I стадія подрібнення);

II – операція класифікації в спіральних класифікаторах с незатопленою спіраллю;

III – операція магнітного збагачення на барабанних сепараторах з постійними магнітами;

IV – операція класифікації в гідроциклонах перед II стадією подрібнення;

V – операція подрібнення (II стадія подрібнення);

VI – операція магнітного збагачення злива млина II стадії подрібнення на барабанних сепараторах з постійними магнітами;

VII – операція дешламації злива гідроциклонів на магнітних дешламаторах;

VIII – операція магнітного збагачення пісків дешламатора на барабанних сепараторах з постійними магнітами;

IX – операція класифікації в гідроциклонах перед III стадією подрібнення;

X – операція подрібнення (III стадія подрібнення);

XI – операція магнітного збагачення злива млина III стадії подрібнення на барабанних сепараторах з постійними магнітами;

XII – операція дешламації злива гідроциклонів на магнітних дешламаторах;

XIII – операція магнітного збагачення пісків дешламатора на барабанних сепараторах з постійними магнітами;

XIV – перемішувальна операція магнітного збагачення;

XV – операція дешламації магнітного продукту ПБМ (згущення);

XVI – фільтрація пісків дешламатора перед отриманням кінцевого концентрату.

На підставі вихідних даних обчислити показники збагачення зверху вниз неможливо (невідомо вміст корисного компонента в четвертий продукт), а тому виконують розрахунок схеми знизу.

1. Визначається вихід концентрату, користуючись формулою вилучення:

$$\varepsilon_i = \frac{\gamma_i \beta_i}{\alpha}, \quad \text{тоді} \quad \gamma_{25} = \frac{\varepsilon_{25} \alpha}{\beta_{25}}.$$

2. Знаючи вихід, вилучення та вміст корисного компонента в концентраті, визначаються ці показники для відходів:

$$\gamma_o = 100 - \gamma_{25}; \quad \varepsilon_o = 100 - \varepsilon_{25}; \quad \theta_o = \frac{\varepsilon_{25} \alpha}{\gamma_{25}}.$$

3. Із рівняння балансу для останньої операції (XVI) визначається вихід та вилучення корисного компонента в 23 та 26 продукти

$$\left. \begin{cases} \gamma_{23} = \gamma_{26} + \gamma_{25} \\ \beta_{23} \gamma_{23} = \beta_{26} \gamma_{26} + \beta_{25} \gamma_{25} \end{cases} \right\} \text{звідкіля}$$
$$\gamma_{23} = \gamma_{25} \frac{\beta_{25} - \beta_{26}}{\beta_{23} - \beta_{26}}; \quad \varepsilon_{23} = \frac{\gamma_{23} \beta_{23}}{\alpha}; \quad \gamma_{26} = \gamma_{23} - \gamma_{25}; \quad \varepsilon_{26} = \frac{\gamma_{26} \beta_{26}}{\alpha}.$$

4. Аналогічно складаються рівняння для XV, XIV, XIII, XII операції та знаходяться відсутні якісно-кількісні показники.

$$\text{Для 21 и 24 продукту розділення маємо: } \left. \begin{cases} \gamma_{21} = \gamma_{23} + \gamma_{24} \\ \beta_{21} \gamma_{21} = \beta_{23} \gamma_{23} + \beta_{24} \gamma_{24} \end{cases} \right\} \text{звідки}$$

$$\gamma_{21} = \gamma_{23} \frac{\beta_{23} - \beta_{24}}{\beta_{21} - \beta_{24}}; \quad \varepsilon_{21} = \frac{\gamma_{21} \beta_{21}}{\alpha}; \quad \gamma_{24} = \gamma_{21} - \gamma_{23}; \quad \varepsilon_{24} = \frac{\gamma_{24} \beta_{24}}{\alpha}.$$

$$\text{Для 19 и 22 продукту розділення: } \left. \begin{cases} \gamma_{19} = \gamma_{21} + \gamma_{22} \\ \beta_{19} \gamma_{19} = \beta_{21} \gamma_{21} + \beta_{22} \gamma_{22} \end{cases} \right\} \text{звідки}$$

$$\gamma_{19} = \gamma_{21} \frac{\beta_{21} - \beta_{22}}{\beta_{19} - \beta_{22}}; \quad \varepsilon_{19} = \frac{\gamma_{19} \beta_{19}}{\alpha}; \quad \gamma_{22} = \gamma_{19} - \gamma_{21}; \quad \varepsilon_{22} = \frac{\gamma_{22} \beta_{22}}{\alpha}.$$

Аналогічно для 17 і 20 та 14 і 18 продуктів розділення.

5. Для того щоб знайти вихід 11 продукту необхідно враховувати циркуляційне навантаження, а саме продукти 26, 24, 22 та 15.

Позначимо продукт після змішування 26, 24, 22 – 26а. Виділяється блок схема, яка дозволяє знайти показники 11 продукту (рис.12).

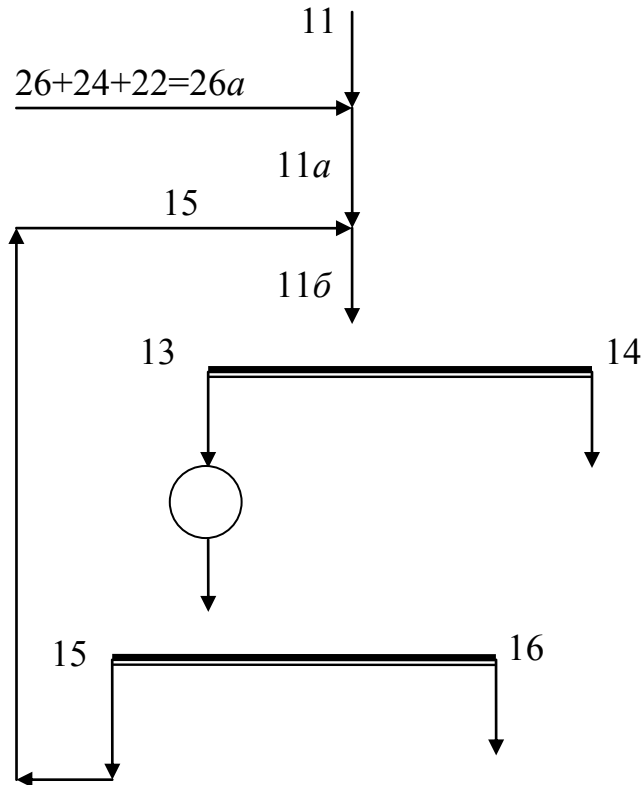


Рис. 12

Як видно, із блоку виходять 26а і 11 продукти, а поступають 14 та 16. Для даних продуктів складається система балансових рівнянь, яка буде мати наступний вигляд:

$$\begin{cases} \gamma_{11} + \gamma_{26a} = \gamma_{14} + \gamma_{16} \\ \gamma_{11} \beta_{11} + \gamma_{26a} \beta_{26a} = \gamma_{14} \beta_{14} + \gamma_{16} \beta_{16} \end{cases}$$

Після рішення системи рівнянь відносно 11 продукту отримаємо вираз:

$$\gamma_{11} = \frac{\gamma_{14}(\beta_{14} - \beta_{16}) - \gamma_{26a}(\beta_{26a} - \beta_{16})}{\beta_{11} - \beta_{16}}.$$

Тому спочатку визначається вихід та вміст корисного компонента в продукт змішування 26а.

$$\gamma_{26a} = \gamma_{26} + \gamma_{24} + \gamma_{22};$$

$$\varepsilon_{26a} = \varepsilon_{26} + \varepsilon_{24} + \varepsilon_{22};$$

$$\beta_{26a} = \frac{\varepsilon_{26a} \alpha}{\gamma_{26a}}; \quad \varepsilon_{11} = \frac{\gamma_{11} \beta_{11}}{\alpha}.$$

Потім визначається вихід та вилучення корисного компонента в 16

продукт: $\gamma_{16} = \gamma_{26a} + \gamma_{11} - \gamma_{14};$ $\varepsilon_{16} = \frac{\gamma_{16} \beta_{16}}{\alpha}.$

6. Із рівнянь балансу визначається вихід та вилучення корисного компонента в 13 та 15 продукти: $\begin{cases} \gamma_{13} = \gamma_{15} + \gamma_{16} \\ \beta_{13} \gamma_{13} = \beta_{15} \gamma_{15} + \beta_{16} \gamma_{16} \end{cases}$

Розрахунок блоку виконаний вірно, якщо зберігається рівність:

$$\gamma_{11} + \gamma_{26a} + \gamma_{15} = \gamma_{13} + \gamma_{14};$$

$$\beta_{11} \gamma_{11} + \beta_{26a} \gamma_{26a} + \beta_{15} \gamma_{15} = \beta_{13} \gamma_{13} + \beta_{14} \gamma_{14};$$

$$\varepsilon_{11} + \varepsilon_{26a} + \varepsilon_{15} = \varepsilon_{13} + \varepsilon_{14}.$$

7. Із рівнянь балансу для операції VII, VIII визначається вихід та вилучення корисного компонента в 9, 12, 6 та 10 продукти.

8. Для визначення виходу та вилучення корисного компонента в 3 та 8 продукти об'єднуються операції IV – VI в єдиний блок записуються рівняння балансу, які мають вигляд:

$$\left. \begin{cases} \gamma_3 = \gamma_6 + \gamma_8 \\ \beta_3 \gamma_3 = \beta_6 \gamma_6 + \beta_8 \gamma_8 \end{cases} \right\}$$

8. Потім знаходиться вихід та вилучення корисного компоненту в 13, 15 та 4 продукти.

9. Якісно-кількісна схема збагачення розрахована вірно, якщо виконується рівність:

$$\gamma_4 + \gamma_{10} + \gamma_8 + \gamma_{12} + \gamma_{18} + \gamma_{16} + \gamma_{20} = \gamma_o;$$

$$\varepsilon_4 + \varepsilon_{10} + \varepsilon_8 + \varepsilon_{12} + \varepsilon_{18} + \varepsilon_{16} + \varepsilon_{20} = \varepsilon_o$$

10. Після цього виконують розрахунок водно-шламової схеми збагачення, для чого задаються вмістом твердого за операціями та в деяких продуктах розділення із довідкової літератури [1, 2 та додатку 3] і складається відповідна таблиця (див. табл. 16).

Таблиця 16

Вміст твердого в операціях та продуктах розділення.

№ п/п	Операція або продукт	Найменування операції або продукту	Вміст твердого, %
1	1	Вихідна руда	96
2	I	Подрібнення (I стадія)	75
3	II	Класифікація на спіральних класифікаторах	70
4	2 ¹	Піски спіральних класифікаторів	85
5	III	Магнітна сепарація	40
6	3	Концентрат барабанних магнітних сепараторів (ПБМ)	65
7	IV	Класифікація на гідроциклонах	40
8	5	Піски гідроциклонів	75
9	V	Подрібнення (II стадія)	65
10	VI	Магнітна сепарація	40
11	7	Концентрат барабанних магнітних сепараторів (ПБМ)	65
12	9	Піски дешламатора (живлення ПБМ)	30
13	11	Концентрат барабанних магнітних сепараторів (ПБМ)	65
14	13	Піски гідроциклонів	70
15	X	Подрібнення (III стадія)	50
16	XI	Магнітна сепарація	40
17	15	Концентрат барабанних магнітних сепараторів (ПБМ)	65
18	17	Піски дешламатора (живлення ПБМ)	28
19	19	Концентрат барабанних магнітних сепараторів (ПБМ)	60
20	XIV	Магнітна сепарація	34
21	20	Концентрат барабанних магнітних сепараторів (ПБМ)	60
22	XV	Дешламація	35
23	23	Концентрат барабанних магнітних сепараторів (ПБМ)	60
24	XVI	Фільтрація	55
25	25	Концентрат	87

При виконанні розрахунків користуються наступними рівняннями

балансу води в операціях збагачення:

$$\left. \begin{cases} W_o = W_k + W_x \\ W_{k,x} = Q_{k,x} \frac{100 - P_{m_{k,x}}}{P_{m_{k,x}}} \end{cases} \right\}$$

де $W_{o,k,x}$ – витрати води, відповідно щодо операції, в концентраті, у відходах (хвостах), м³/ годину; $Q_{k,x}$ – продуктивність відповідно концентрату або відходів, т/годину; $P_{m k,x}$ – вміст твердого, відповідно в концентраті або відходах, %.

$$P_m = \frac{m_{m6}}{m_{m6} + m_{ж6}} \cdot 100\%;$$

де m_{m6} , $m_{ж6}$ – маса, відповідно твердого продукту або рідини, %.

11. Визначається кількість води (вологи), яка надходить з вихідною рудою (з 1 продуктом):

$$W_1 = \frac{100 - P_{m1}}{P_{m1}} \cdot Q_{сек}$$

12. Знаходиться кількість води в циркуляційному навантаженні I стадії подрібнення при $C_1=150\%$, яке задано за умовою:

$$W_{2^1} = \frac{100 - P_{m2^1}}{P_{m2^1}} \gamma Q_{сек}$$

13. Розраховується кількість води, яка необхідна в I операції (I стадія подрібнення) та в усіх наступних, де задано вміст твердого.

Для першої операції:
$$W_I = \frac{100 - P_{mI}}{P_{mI}} \gamma_I Q_{сек};$$

для другої:
$$W_{II} = \frac{100 - P_{mII}}{P_{mII}} \gamma_{II} Q_{сек};$$

третьої:
$$W_{III} = \frac{100 - P_{mIII}}{P_{mIII}} \gamma_{III} Q_{сек}.$$

За аналогічними рівняннями розраховується необхідна кількість води в IV, V, VI, X, XI, XIV, XV та XVI операціях.

14. Визначається кількість води в продуктах, де прийняли вміст твердого, користуючись довідковою літературою, тобто в 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25 продукті згідно виразу:

$$W_i = \frac{100 - P_{mi}}{P_{mi}} \gamma_i Q_{сек}.$$

15. Обчислюється кількість води, яку необхідно додати в операції, виходячи із балансу води.

В першій операції (подрібнення I ст.) баланс води має вигляд:

$$W_I = W_1 + W_{2^1} + L_I;$$

де W_I – загальна кількість води, яка необхідна для першої операції, м³/час; W_1 , W_{2^1} – кількість води, яка надходить відповідно з початковою рудою та пісками класифікатора (продуктами 1 и 2¹), м³/час; L_I – кількість свіжої води, яку необхідно додати в операцію, м³/час. Тоді: $L_I = W_I - W_1 - W_{2^1}.$

Кількість свіжої води для другої операції визначається за умовою, що:

$$L_{II} = W_{II} - W_I.$$

При визначенні кількості води для третьої операції, спочатку обчислюють кількість води, яка виходить зі зливом спірального класифікатора і розраховують вміст твердого в цьому продукті:

$$W_2 = W_{II} - W_{2^1};$$

$$P_{m2} = \frac{\gamma_2 Q_{cee}}{W_4 + \gamma_2 Q_{cee}} 100\%;$$

$$L_{III} = W_{III} - W_2.$$

Кількість свіжої води для четвертої операції:

$$L_{IV} = W_{IV} - W_3 - W_7.$$

Згідно балансу води обчислюється необхідна кількість свіжої води для V, VI, XI, XIV, XV, XVI операції.

16. Розраховується кількість води, яка потрапляє в продукти 22, 24 і 26 та вміст твердого в них.

17. Визначається кількість води, яка потрапляє на дев'яту операцію класифікації та необхідність додання на цю операцію свіжої води.:

18. Обчислюється кількість води, яка виходить з відходами в операціях дешламації и магнітної сепарації, тобто з продуктами 18, 16 и 20, а також вміст в них твердого:

19. На водно-шламовій схемі показується необхідна кількість свіжої води, яка додатково поступає в операцію збагачення; біля кожного продукту розділення крім показників збагачення γ , β , ϵ показують продуктивність (т/год), витрати води (м³/год) та вміст твердого (%).

Якщо задано вихідні дані, які наведено в табл. 17, 18, то згідно приведеної методики отримаємо наступні показники водно-шламової схеми (див. рис. 13).

20. Складається баланс витрат води у вигляді таблиці. Для схеми зображеної на рис. 13 він буде мати вигляд табл. 17.

Вода, яка надходить в процес (приход)	Витрати води, м ³ /год	Вода, яка виходить із процесу із відходами та концентратом (витрати)	Витрати води, м ³ /год
1	2	3	4
Із вихідною рудою (пр. 1)		Магнітної сепарації (пр. 4)	
В подрібнення (I опер.)		Зі зливом дешламатора (пр. 10)	
В класифікацію (II опер.)		Магнітної сепарації (пр. 8)	
В магніт. сепарацію (III опер.)		Магнітної сепарації (пр. 12)	
В класифікацію (IV опер.)		Зі зливом дешламатора (пр. 18)	
В подрібнення (V опер.)		Магнітної сепарації (пр. 16)	
В магніт. сепарацію (VI опер.)		Магнітної сепарації (пр. 20)	
В магніт. сепарацію (VIII опер.)		З концентратом	
В магніт. сепарацію (XI опер.)			
В подрібнення (X опер.)			
В магніт. сепарацію (XIV опер.)			
В знешламлювання (XV опер.)			
В фільтрацію (XVI опер.)			
Всього			

Баланс витрат води повинен показати вірність виконання розрахунку водно-шламової схеми, тобто загальна сума витрат води в 2 та 4 стовпчику повинна співпадати.

Додаток А

Вихідні дані за варіантами щодо вмісту корисного мінералу в
продуктах розділення

№ варіанту	Вміст корисного мінералу в продуктах розділення, %						
	1	2	3	4	5	6	7
1	25,0	60,0	20,0	61,0	15,0	57,0	10,0
2	26,0	60,5	21,0	61,5	14,0	57,5	11,0
3	27,0	61,0	22,0	62,0	18,0	58,0	12,0
4	28,0	61,5	23,0	62,5	20,0	58,5	13,0
5	29,0	62,0	24,0	63,0	19,0	59,0	14,0
6	30,0	62,5	25,0	63,5	16,0	59,5	13,0
7	31,0	63,0	26,0	64,0	17,0	60,0	12,0
8	32,0	63,5	27,0	64,5	15,0	60,5	11,0
9	33,0	64,0	28,0	65,0	14,0	61,0	10,0
10	34,0	64,5	20,0	59,0	18,0	61,5	10,0
11	35,0	65,0	21,0	59,5	16,0	62,5	11,0
12	36,0	59,0	22,0	60,0	19,0	57,0	12,0
13	37,0	59,5	23,0	60,5	16,0	57,5	13,0
14	38,0	60,0	24,0	61,0	17,0	58,0	14,0
15	25,0	60,5	25,0	61,5	15,0	58,5	13,0
16	26,0	61,0	26,0	62,0	14,0	59,0	12,0
17	27,0	61,5	27,0	62,5	18,0	59,5	11,0
18	28,0	62,0	28,0	63,0	20,0	60,0	10,0
19	29,0	62,5	20,0	63,5	13,0	60,5	10,0
20	30,0	63,0	21,0	64,0	16,0	61,0	11,0
21	31,0	63,5	22,0	64,5	17,0	61,5	12,0
22	32,0	64,0	23,0	65,0	15,0	62,5	13,0
23	33,0	64,5	24,0	59,0	14,0	57,0	14,0
24	34,0	65,0	25,0	60,0	18,0	57,5	13,0
25	35,0	59,0	26,0	60,5	20,0	58,0	12,0

Додаток Б

Вихідні дані за варіантами щодо вмісту корисного мінералу в продуктах розділення та його вилучення.

№ варіанту	Вміст корисного мінералу в продуктах розділення, %					Часткове вилучення корисного мінералу в продуктах розділення, %			Загальне вилучення, %
	1	2	4	6	8	2	4	8	
1	32,0	50,0	58,0	40,0	66,0	70,0	60,0	60,0	72,0
2	33,0	50,0	58,0	40,0	66,0	75,0	60,0	60,0	75,0
3	33,0	50,0	58,0	40,0	66,0	80,0	75,0	80,0	82,0
4	33,0	48,0	57,0	36,0	65,0	80,0	75,0	80,0	82,0
5	28,0	48,0	57,0	36,0	65,0	80,0	75,0	70,0	84,0
6	30,0	51,0	57,0	38,0	64,0	80,0	75,0	70,0	84,0
7	8,0	35,0	57,0	22,0	64,0	80,0	75,0	70,0	84,0
8	8,0	35,0	64,0	14,0	92,0	80,0	75,0	70,0	84,0
9	11,0	35,0	61,0	14,0	64,0	75,0	75,0	70,0	78,0
10	15,0	42,0	61,0	21,0	64,0	75,0	75,0	75,0	78,0
11	18,0	44,0	59,0	21,0	64,0	75,0	75,0	70,0	78,0
12	18,0	44,0	59,0	21,0	62,0	80,0	75,0	75,0	80,0
13	22,0	44,0	55,0	23,0	62,0	80,0	75,0	65,0	80,0
14	25,0	41,0	55,0	23,0	62,0	75,0	65,0	60,0	84,0
15	28,0	41,0	54,0	23,0	63,5	75,0	70,0	60,0	82,0
16	30,0	46,0	57,0	31,0	63,5	70,0	65,0	60,0	82,0
17	32,0	46,0	58,0	35,0	63,5	70,0	65,0	60,0	75,0
18	34,0	48,0	58,0	35,0	64,5	70,0	65,0	65,0	75,0
19	27,0	48,0	59,0	35,0	64,0	70,0	65,0	65,0	76,0
20	25,0	43,0	59,0	35,0	64,0	65,0	60,0	60,0	76,0
21	25,0	43,0	59,0	25,0	64,5	65,0	65,0	60,0	74,0
22	25,0	47,0	60,3	25,0	64,5	70,0	65,0	60,0	74,0
23	35,0	47,0	60,3	25,0	64,5	70,0	65,0	60,0	76,0
24	42,0	59,0	75,0	25,0	84,0	70,0	65,0	60,0	87,0
25	31,0	45,0	60,0	25,0	84,0	75,0	70,0	60,0	65,0

Додаток В

Вихідні дані за варіантами для визначення питомої густини зростка.

Показник		Варіант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Питома густина, т/м ³	мінералу	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,5	4,6	5,4	5,5	5,8
	породи	2,1	2,2	1,8	2,4	2,5	2,7	2,7	1,9	3,0	3,2
Вміст корисного мінералу в зростку, %		10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	70,0	80,0	90,0	15,0	25,0
		Варіант									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Питома густина, т/м ³	мінералу	6,2	5,0	3,5	3,7	3,9	4	4,2	4,5	4,6	5,4
	породи	3,4	3,4	2,1	2,2	1,8	2,4	2,5	2,7	2,7	1,9
Вміст корисного мінералу в зростку, %		10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	70,0	80,0	90,0	15,0	25,0
		Варіант									
		21	22	23	24	25					
Питома густина, т/м ³	мінералу	5,4	5,5	5,8	6,2	5,0					
	породи	3,0	3,2	3,4	3,6	2,7					
Вміст корисного мінералу в зростку, %		10,0	20,0	30,0	40,0	50,0					

Додаток Г

Таблиця 1.

Диференційна характеристика розподілення зростків

Інтервалу зміни вмісту корисного мінералу ($\Delta\alpha$)	Частковий вихід матеріалу за варіантами, %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	10	5	9	15	5	15	5	10	20	10
0...0,2	7	15	14	25	2	3	12	5	5	2
0,2...0,4	35	30	20	20	13	10	20	15	25	8
0,4...0,6	20	15	21	15	20	35	25	30	10	30
0,6...0,8	8	15	15	10	30	20	18	20	5	20
0,8...1,0	3	12	11	5	18	2	12	10	5	10
1	17	8	10	5	12	15	8	10	30	20
	Частковий вихід матеріалу за варіантами, %									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	10	5	5	15	5	15	5	10	20	10
0...0,2	7	15	15	10	2	3	12	5	5	2
0,2...0,4	35	30	25	15	13	10	20	25	25	18
0,4...0,6	20	25	25	30	20	35	25	35	10	30
0,6...0,8	8	10	15	15	25	20	18	10	5	27
0,8...1,0	3	7	5	10	17	2	12	5	5	3
1	17	8	10	5	18	15	8	10	30	10
	Частковий вихід матеріалу за варіантами, %									
	21	22	23	24	25					
0	10	5	5	15	5					
0...0,2	7	15	9	10	2					
0,2...0,4	35	30	15	15	8					
0,4...0,6	20	20	31	25	20					
0,6...0,8	8	15	15	15	30					
0,8...1,0	3	7	5	10	17					
1	17	8	20	10	18					

Додаток Г

Таблиця 2.

Сепараційна характеристика збагачувального апарату

Вміст корисного мінералу в матеріалі (α)	Значення ймовірності вилучення матеріалу за варіантами, %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	3	10	10	90	10	93	85	3	10	10
0,2	22	15	40	85	10	90	80	22	15	40
0,4	41	30	70	70	15	35	70	41	30	70
0,6	60	70	85	45	30	18	50	60	70	85
0,8	68	85	90	15	70	12	28	68	85	90
1,0	97	90	92	10	95	8	5	97	90	92
	Значення ймовірності вилучення матеріалу за варіантами, %									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	90	10	93	85	3	10	10	90	10	93
0,2	85	10	90	80	22	15	40	85	10	90
0,4	70	15	35	70	41	30	70	70	15	35
0,6	45	30	18	50	60	70	85	45	30	18
0,8	15	70	12	28	68	85	90	15	70	12
1,0	10	95	8	5	97	90	92	10	95	8
	Значення ймовірності вилучення матеріалу за варіантами, %									
	21	22	23	24	25					
0	85	3	10	10	90					
0,2	80	22	15	40	85					
0,4	70	41	30	70	70					
0,6	50	60	70	85	45					
0,8	28	68	85	90	15					
1,0	5	97	90	92	10					

Додаток Д

Вихідні дані для розрахунку 6 задач

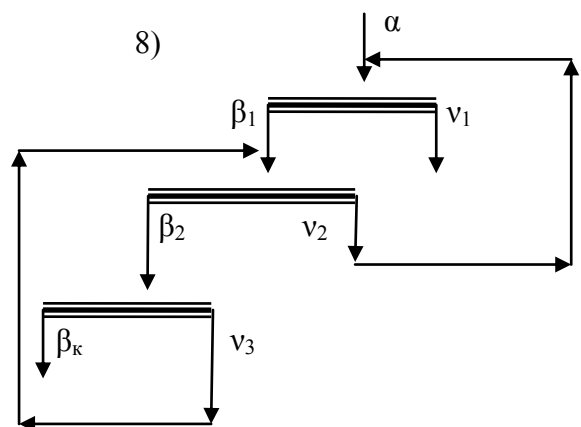
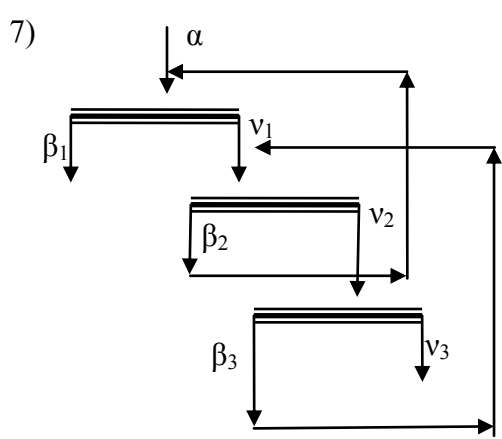
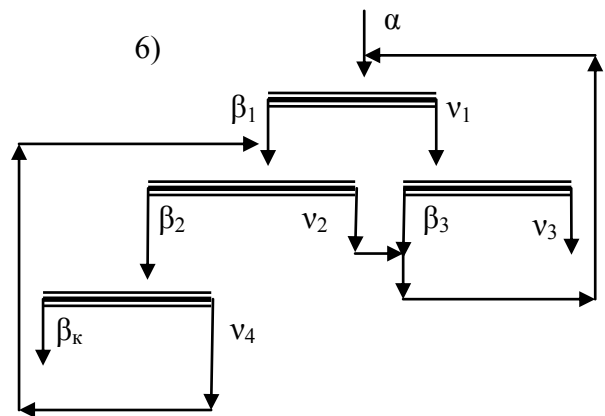
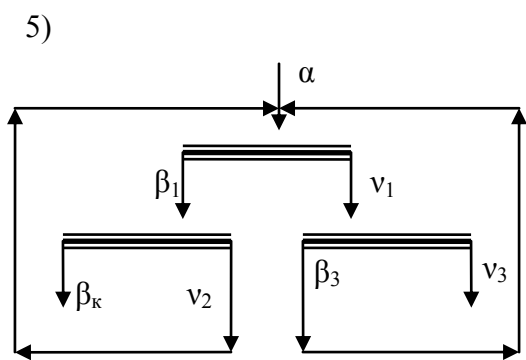
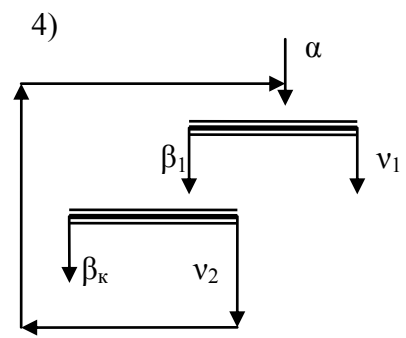
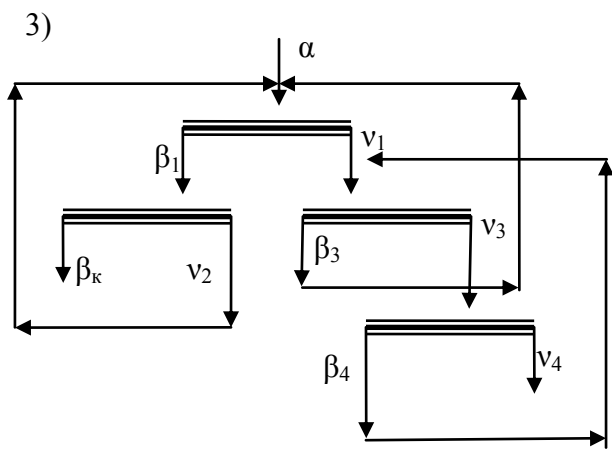
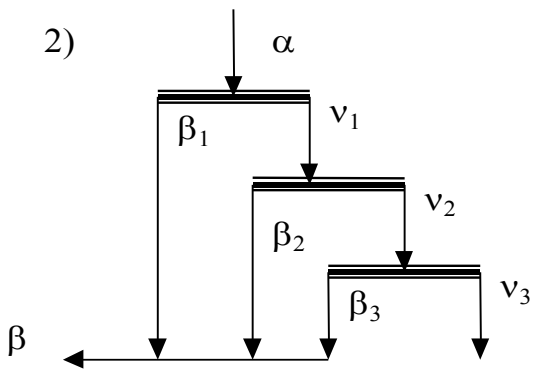
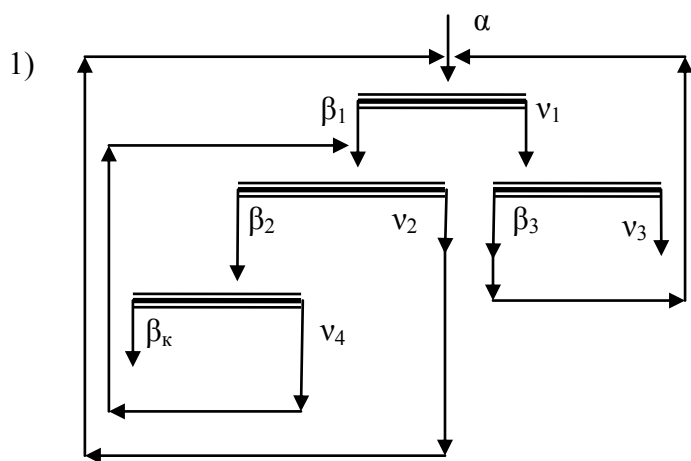
№ вар.	Вміст заліза за точками розділення (β), %												
	1	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	34,8	46,5	52,0	50,7	54,0	12,5	53,0	15,2	58,0	11,8	59,6	60,4	60,6
2	33,5	45,2	51,0	51,8	54,0	12,0	53,0	11,0	57,8	13,0	59,8	58,0	60,6
3	36,5	46,2	51,0	52,0	53,5	14,5	53,0	10,5	57,8	14,5	60,0	58,5	60,6
4	35,0	44,3	50,1	52,8	54,0	11,8	53,0	9,6	58,0	12,5	60,4	58,3	60,8
5	34,5	45,0	50,1	51,7	53,5	12,1	52,0	9,6	57,0	11,2	60,2	58,3	60,5
6	36,0	45,5	50,5	51,6	54,5	11,9	52,0	10,1	56,5	12,5	60,3	59,0	61,4
7	32,0	42,5	49,9	49,7	54,6	12,5	50,1	10,1	54,3	12,1	58,9	57,7	60,3
8	33,0	44,1	50,0	49,7	54,5	13,5	50,0	9,8	54,5	13,1	58,8	57,9	60,2
9	31,0	44,1	50,0	49,1	53,4	11,8	49,9	9,8	54,3	10,9	58,4	58,0	60,1
10	34,3	41,6	49,3	43,5	50,4	14,2	44,1	10,2	50,2	13,1	55,2	53,1	57,1
11	32,5	44,6	50,2	49,8	53,1	13,5	50,6	9,8	54,5	10,9	58,5	57,9	60,2
12	34,3	40,5	44,8	42,6	46,1	12,7	43,1	10,2	50,2	13,1	54,1	52,4	56,5
13	31,3	37,1	44,6	39,3	45,8	12,7	39,8	10,2	47,6	13,1	54,2	50,2	56,5
14	32,3	36,2	44,5	38,4	45,8	15,1	38,7	10,2	44,5	13,1	54,2	48,3	56,5
15	34,0	39,2	44,9	40,5	45,8	15,1	40,9	10,7	48,2	13,1	54,5	49,4	56,2
16	31,8	44,1	50,7	49,1	53,4	11,8	49,9	9,8	54,3	10,9	58,9	58,0	60,4
17	36,2	41,5	53,4	43,4	55,1	12,7	43,8	9,8	51,8	13,2	55,7	52,4	57,2
№ вар.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	ϵ_{25}	$Q_{сек}$
1	12,0	61,8	14,0	62,9	16,5	64,8	20,8	66,3	26,4	66,4	60,0	76,5	120
2	12,5	58,5	11,5	60,0	14,5	62,9	20,8	64,9	26,4	65,0	59,2	78,5	160
3	14,0	58,7	12,0	61,5	15,5	63,2	21,8	64,9	25,5	65,0	59,2	77,0	200
4	12,5	58,7	10,8	61,5	13,5	63,0	23,1	64,5	28,2	64,6	58,1	81,0	140
5	12,5	59,1	10,5	62,0	12,8	64,0	20,4	65,3	29,3	65,4	58,1	80,0	180
6	13,6	59,5	11,3	62,3	14,1	64,5	25,4	66,0	30,2	66,1	59,8	82,0	110
7	13,2	58,1	10,8	61,4	14,6	63,5	22,5	65,0	26,8	65,1	60,1	75,0	150
8	14,1	58,6	10,4	61,0	15,3	62,3	21,2	64,1	27,3	64,2	57,5	75,0	190
9	10,5	58,8	10,4	61,0	11,8	62,8	24	64,1	29	64,2	46,5	76,0	130
10	10,5	53,9	10,4	58,1	12,8	60,3	26,9	64,2	32,4	64,5	46,5	77,0	150
11	10,5	58,8	10,4	61,0	11,8	62,3	21,2	64,1	27,3	64,2	42,4	79,0	120
12	10,5	52,9	10,4	59,4	12,8	61,2	26,9	65,0	32,4	65,1	46,5	80,0	160
13	10,5	50,9	10,4	60,1	12,8	62,7	24,3	65,0	27,5	65,1	55,1	77,0	200
14	11,2	50,9	10,4	60,1	12,8	62,7	24,3	65,5	27,5	65,8	55,1	75,0	140
15	11,2	50,1	9,8	60,1	12,4	63,1	21,6	65,5	29,5	65,7	58,1	79,0	180
16	10,5	58,8	10,4	61,1	11,8	62,2	26,9	63,4	32,4	63,5	46,5	78,0	110
17	12,6	52,8	9,8	60,1	14,1	63,1	21,6	66,0	27,4	66,1	58,1	79,0	150

Додаток Д

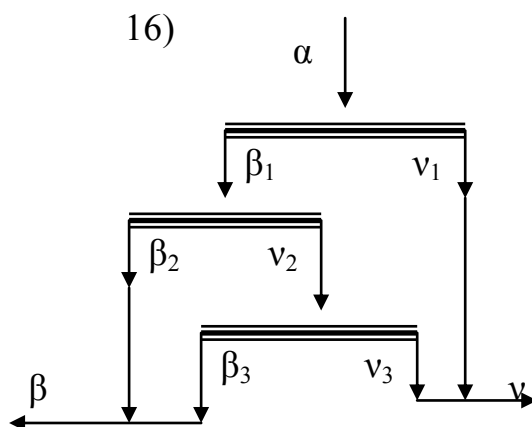
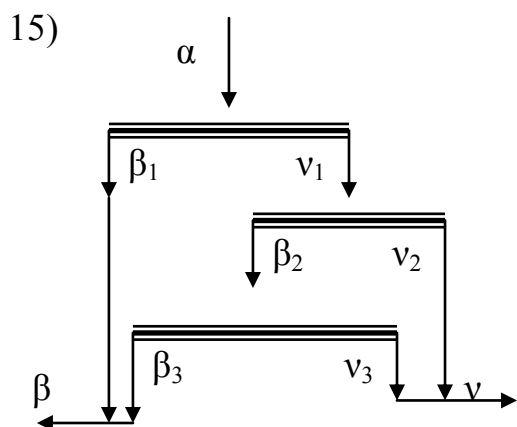
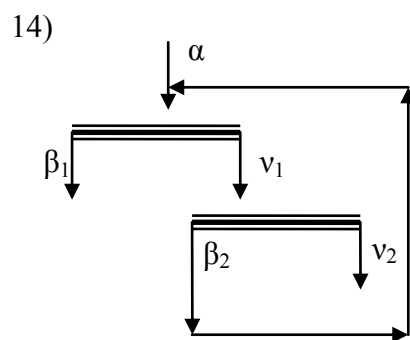
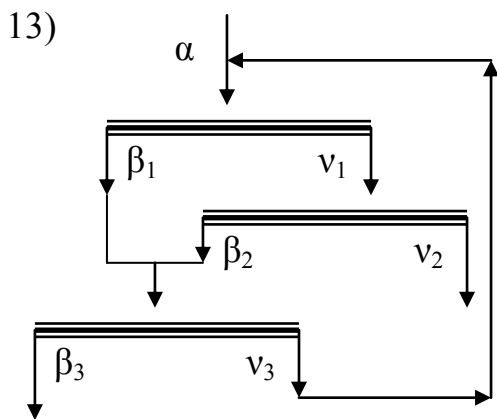
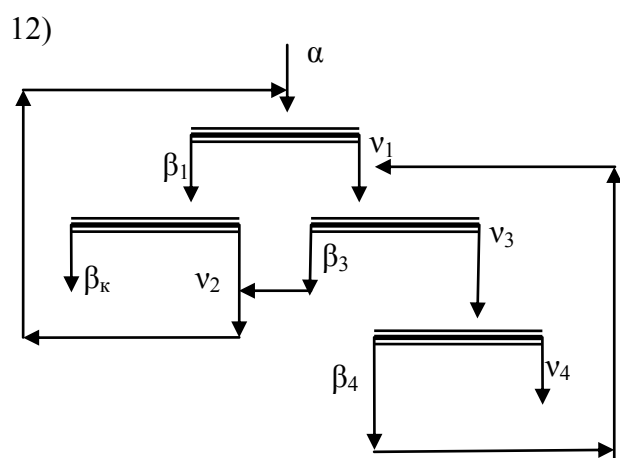
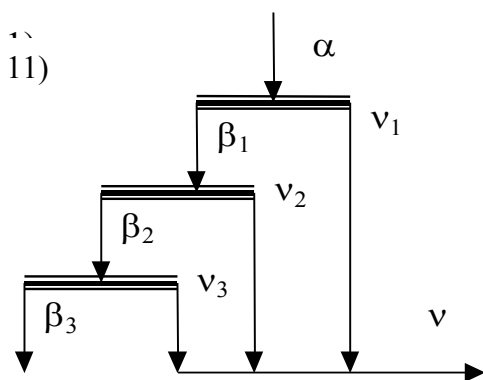
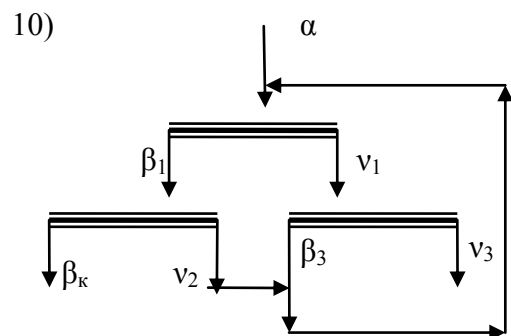
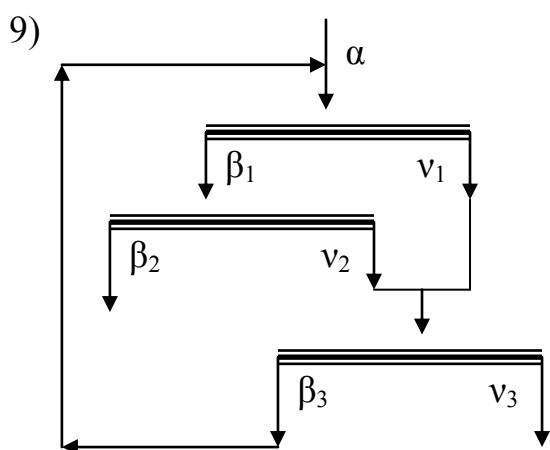
Продовження табл.

№ вар.	Вміст заліза за точками розділення (β), %												
	1	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	35,4	41,5	53,4	43,4	55,1	11,7	43,8	9,8	52,8	13,2	55,7	52,4	57,2
19	32,8	39,7	53,7	41,3	55,1	11,7	41,9	9,8	50,4	13,2	55,7	52,4	57,2
20	36,8	46,5	51,5	50,7	54,0	12,5	51,0	13,6	59,0	14,2	59,8	60,1	60,7
21	31,5	43,5	52,0	49,0	54,0	12,1	53,0	11,3	58,0	12,8	58,5	58,2	59,1
22	31,2	40,5	43,8	43,2	45,4	12,1	44,1	7,5	53,8	11,1	58,1	54,1	58,7
23	30,6	39,6	44,1	42,9	45,8	12,5	43,7	9,1	50,5	11,1	53,8	52,3	55,2
24	29,6	37,4	41,5	42,3	45,6	13,2	43	8,5	50,5	13,6	53,8	52,3	55,2
25	30,3	37,5	41,2	42,3	45,5	14,5	42,8	8,5	50,5	13,1	53,6	54,1	55,2
№ вар.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	ϵ_{25}	$Q_{сек}$
18	12,6	52,9	9,8	60,3	12,9	64,0	21,6	65,9	27,4	66,1	58,1	80,2	190
19	12,9	52,9	10,5	58,7	13,6	64,5	23,2	66,0	26,8	66,1	59,3	77,9	130
20	15,1	60,6	12,5	62,1	16,5	64,7	21,4	66,3	24,1	66,4	59,0	77,5	150
21	14,8	59,3	12,5	62,0	15,4	64,6	26,3	65,2	28,2	65,4	58,8	79,0	120
22	12,4	54,8	10,2	62,2	12,9	64,6	28,6	65,3	34,2	65,4	59,0	79,0	160
23	12,4	52,9	10,2	60,8	12,9	64,3	28,6	64,9	34,2	65,0	59,0	77,0	200
24	12,4	52,9	9,2	60,8	12,9	64,3	32,1	64,9	29,5	65,0	59,0	72,0	140
25	13,6	54,8	9,2	61,3	12,9	65,1	32,1	66,7	29,5	66,9	59,0	70,0	180

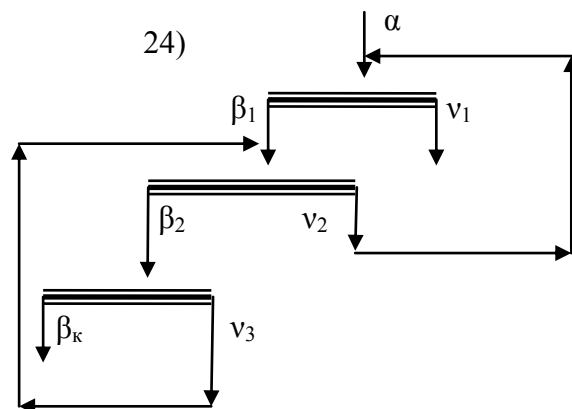
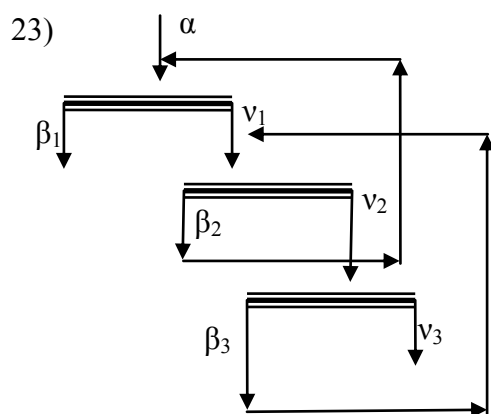
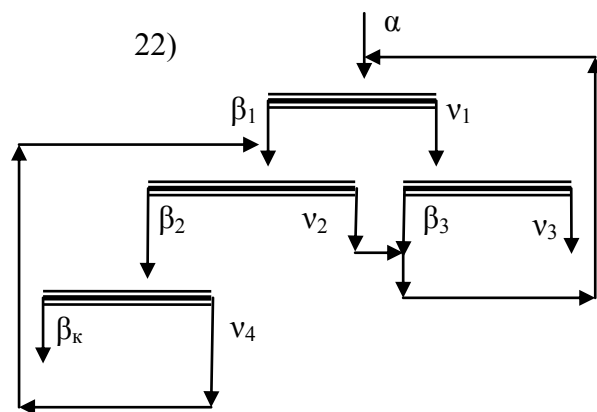
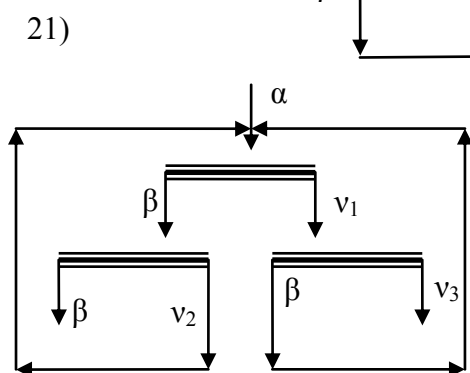
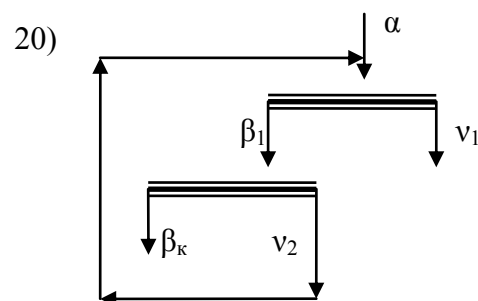
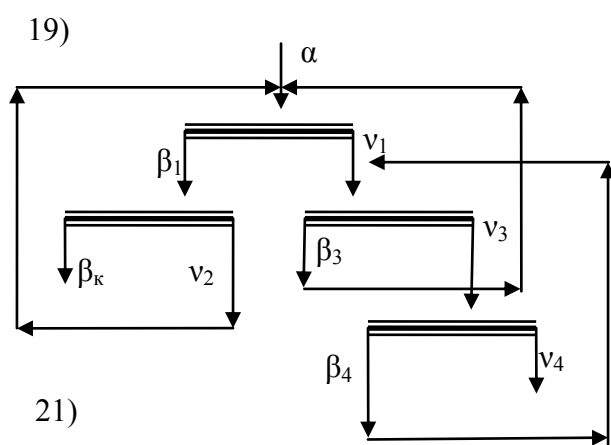
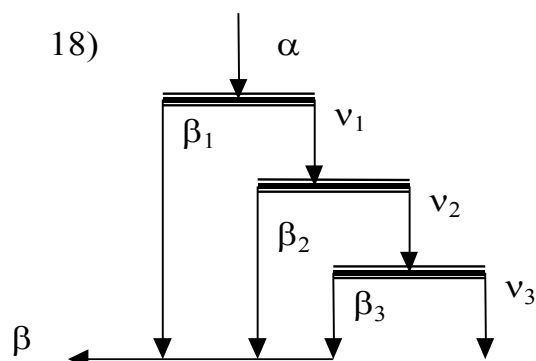
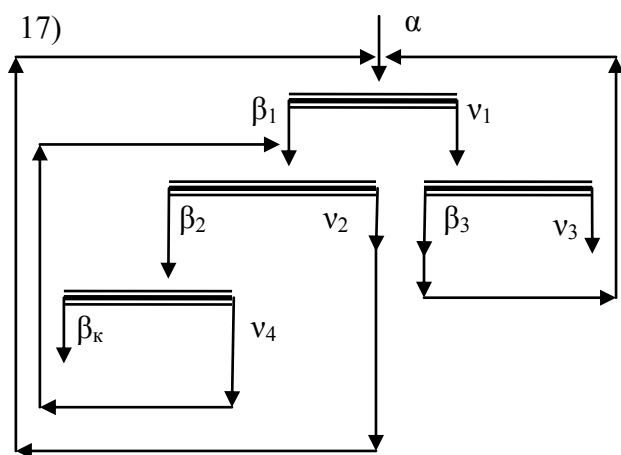
Додаток Ж
Варіанти схем з'єднань.



Додаток Ж
Варіанти схем з'єднань.



Додаток Ж
Варіанти схем з'єднань.



Додаток 3.

Вміст твердого в деяких операціях та продуктах розділення

Найменування операцій та продуктів	Вміст твердого, %	
	в живленні операції	в продуктах розділення
Подрібнення в стержневих та кульових млинах	65...80	
Злив класифікатора при подрібненні до крупності: 0,3 мм 0,2 мм 0,15 мм 0,1 мм.		28...50 25...45 20...35 15...30
Піски спіральних класифікаторів		80...85
Піски гідроциклонів		60...70
При живленні магнітних сепараторів (ПБМ) зливом млинів зливом класифікаторів в останніх стадіях збагачення	40...50 30...45 25...40	
Магнітний продукт сепаратора		60...70
Основна флотація для руд для вугілля	20...35 17...25	
Перечистка концентратів флотації	15...30	
Концентрати основної флотації		25...45
Концентрати контрольної флотації		25...35
Концентрати перечистних операцій флотації		30...50
Відсадка кам'яного вугілля руди	30...40 40...50	
Продукти відсадки: після зневоднення в елеваторах крупні мілкі та зернисті які розвантажуються через крани, насадки та поріг		80...90 75...85 30...50
Концентрація на столах, важкі продукти столів, проміжні продукти столів	25...35	40...60 30...45
Концентрація на гвинтових сепараторах	25...35	
Концентрація на струминних та конусних сепараторах	45...55	
Продукти згущення рудних концентратів перед фільтруванням		50...70
Концентрат після фільтрування		85...90

Навчальне видання

Младецький Ігор Костянтинович
Левченко Костянтин Анатолійович
Пілов Петро Іванович
Тюря Юлія Іванівна

Методичні вказівки
до виконання контрольних робіт з дисципліни
"Технологічні розрахунки при збагаченні корисних копалин"
для студентів заочної форми навчання за спеціальністю
"Збагачення корисних копалин"

Редактор

Підписано до друку Формат
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк.
Обл.-вид. арк. Тираж 100 прим. Зам. №

Підготовлено до друку та надруковано
у Національному гірничому університеті.
Свідоцтво до внесення до державного реєстру ДК №1842
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19