

Определения и формулы для расчета

К основным технологическим показателям относятся: выход продукта, массовая доля (содержание) расчетного компонента и извлечение его в продукт, эффективность обогащения.

Все эти показатели – величины относительные, т.е. они представляют собой отношение каких-либо двух величин, выраженное в долях единицы или процентах.

Под расчетным понимают компонент (металл, минерал, золу, любую другую примесь), по которому рассчитывают показатели и оценивают операции обогащения.

Выход продукта γ - отношение массы продукта Q к массе перерабатываемого исходного материала $Q_{исх}$ за тот же период времени:

$$\gamma = \frac{Q}{Q_{исх}} \quad \text{или} \quad \gamma = \frac{Q}{Q_{исх}} 100 \quad (1.1)$$

зная γ и $Q_{исх}$, можно определить Q – массу продукта, полученную в единицу времени:

$$Q = \gamma Q_{исх} \quad \text{или} \quad Q = \frac{\gamma}{100} Q_{исх} \quad (1.2)$$

Массовая доля (содержание) β расчетного компонента в продукте – отношение массы расчетного компонента в продукте P к общей массе этого же продукта Q :

$$\beta = \frac{P}{Q} \quad \text{или} \quad \beta = \frac{P}{Q} 100 \quad (1.3)$$

зная β и Q , можно определить массу расчетного компонента в продукте в единицу времени:

$$P = \beta Q \quad \text{или} \quad P = \frac{\beta}{100} Q \quad (1.4)$$

При работе обогатительных фабрик β контролируют специальным анализом.

Извлечение расчетного компонента в продукте ε - отношение массы расчетного компонента в продукте P к массе того же компонента в исходном материале $P_{исх}$:

$$\varepsilon = \frac{P}{P_{исх}} \quad \text{или} \quad \varepsilon = \frac{P}{P_{исх}} 100 \quad (1.5)$$

Эффективность обогащения E – отношение приращения массы полезного компонента в концентрате в данном, реальном случае обогащения $(\Delta P_k)_{р.об}$ к приращению массы полезного компонента в концентрате в случае идеального обогащения $(\Delta P_k)_{ид.об}$, когда в концентрат выделяется весь полезный компонент:

$$E = \frac{(\Delta P_k)_{р.об}}{(\Delta P_k)_{ид.об}} \quad \text{или} \quad (1.6)$$
$$E = \frac{(\Delta P_k)_{р.об}}{(\Delta P_k)_{ид.об}} 100$$

Оба приращения вычисляются как разность между массой полезного компонента в концентрате и массой этого же компонента в исходном материале, взятом в количестве, равном массе концентрата.

Все технологические показатели связаны друг с другом. Если абсолютные показатели (массы продуктов, исходного материала и расчетного компонента в них) неизвестны, то относительные технологические показатели могут быть рассчитаны по данным химического анализа исходного материала и продуктов обогащения.

Если после обогащения получаем два продукта, то выход одного из них (например, концентрата)

$$\gamma_k = \frac{\beta_{исх} - \beta_{хв}}{\beta_k - \beta_{хв}} \quad \text{или} \quad \gamma_k = \frac{\beta_{исх} - \beta_{хв}}{\beta_k - \beta_{хв}} 100 \quad (1.7)$$

где $\beta_{исх}$, β_k и $\beta_{хв}$ – содержание расчетного компонента соответственно в исходном материале, концентрате и хвостах, полученных после обогащения.

Извлечение расчетного компонента в любой продукт обогащения, независимо от получаемого числа продуктов, при известном его выходе

$$\varepsilon = \frac{\gamma\beta}{\beta_{исх}} \text{ или } \varepsilon = \frac{\gamma\beta}{\beta_{исх}} 100 \quad (1.8)$$

Эффективность обогащения для данного исходного материала при известном выходе концентрата и извлечении в него полезного компонента

$$E = \frac{\varepsilon_k - \gamma_k}{1 - \beta_{исх} / \beta_{мин}} \quad (1.9)$$

где $\beta_{исх}$ и $\beta_{мин}$ – массовая доля (содержание) полезного компонента соответственно в исходном материале и полезном минерале.

При смешивании нескольких продуктов выход их смеси (суммарного продукта) $\gamma_{см}$ и извлечение в него расчетного компонента $\varepsilon_{см}$ рассчитывается как сумма выходов (или извлечений) смешиваемых продуктов:

$$\gamma_{см} = \sum_{i=1}^N \gamma_i \quad (1.10)$$

$$\varepsilon_{см} = \sum_{i=1}^N \varepsilon_i \quad (1.11)$$

где N – число смешиваемых продуктов, γ_i и ε_i – соответственно выход и извлечение каждого смешиваемого продукта.

При проверке расчетов по формулам (1.10) и (1.11) следует учитывать, что $\gamma_{исх}$ и $\varepsilon_{исх}$ всегда равны единице или 100%. Массовая доля (содержание) расчетного компонента в смеси определяется как средневзвешенная величина с учетом масс смешиваемых продуктов (просто суммировать данные или определять содержание как среднеарифметическую величину нельзя):

$$\beta_{см} = \frac{\sum_{i=1}^N \gamma_i \beta_i}{\sum_{i=1}^N \gamma_i} \quad (1.12)$$

где β_i массовая доля (содержание) расчетного компонента в каждом смешиваемом продукте.

Варианты задач

Задача 1. Рассчитать выход никелевого концентрата, массовая доля никеля в котором равная 10%. На фабрику поступает руда с массовой долей никеля 3,2%. Извлечение никеля в концентрат 82%.

Ответ: 26,24%

Задача 2. Определить производительность фабрики по концентрату, если выход концентрата 3%, а производительность фабрики по руде 1500 т/сутки.

Ответ: 45 т/сутки.

Задача 3. Найти выход концентрата и хвостов если фабрика перерабатывает руду с массовой долей меди 1,5%, а после обогащения получается два продукта: концентрат с массовой долей меди 20% и хвосты с массовой долей меди 0,1%.

Ответы: 7,04 и 92,96%

Задача 4. Рассчитать выход и извлечение свинца в концентрат, если фабрика перерабатывает в сутки 20000 т руды с массовой долей 2,5% и получает 900 т концентрата с массовой долей свинца 50%.

Ответы 4,5 и 90%

Задача 5. Найти производительность фабрики по руде, если ее производительность по концентрату 1000 т/сут при выходе 2,5%.

Ответ: 4000 т/сут

Задача 6. Определить массовую долю полезного компонента в хвостах, если из 1000 т руды с массовой долей полезного компонента 0,8% в процессе обогащения получено 13 т концентрата при извлечении 90%.

Ответ: 0,081%

Задача 7. Определить выход хвостов, если из 1000 т руды получено 10 т концентрата.

Ответ: 99%

Задача 8. Установить потери никеля в медном концентрате, если массовая доля никеля в нем 1,0% и выход медного концентрата 10%. Массовая доля никеля в исходной руде 3%.

Ответ: 3,33%

Задача 9. Вычислить, сколько тонн свинцового концентрата в сутки выдаст обогатительная фабрика, если ее суточная производительность по руде 5000 т, массовая доля свинца в руде 1,8%, а в концентрате 60%. Извлечение свинца в концентрат 92%.

Ответ: 138 т

Задача 10. Определить извлечение цинка в концентрат, если при суточной производительности фабрики 5000 т получают 150 т концентрата. Массовая доля цинка в руде 2%, а в концентрате 60%.

Ответ: 90%.

Задача 11. Рассчитать, сколько хвостов в сутки будет выбрасывать фабрика, если выход концентрата 5%, а производительность по руде 5000 т/сутки.

Ответ: 4750 т.

Задача 12. Определить потери меди и цинка в хвостах, если извлечение меди и цинка в медном концентрате соответственно 90 и 5 %, а в цинковом – 6 и 85 %.

Ответы: 4 и 10%.

Задача 13. Найти выход медного концентрата для условий задачи 12, если массовая доля меди в руде 1,5%, а в концентрате 18%. Определить также эффективность обогащения, когда массовая доля полезного минерала в руде равна 35%.

Ответы: 7,5 и 76,7%

Задача 14. Рассчитать извлечение полезного компонента в концентрат, если фабрика перерабатывает руду с массовой долей полезного компонента 20%, а получает концентрат и хвосты с массовой долей его соответственно 50 и 2%.

Ответ 93,75%

Задача 15. Рассчитать выход концентрата и извлечение в него полезного компонента, если из 1000 т руды с массовой долей полезного компонента 0,8% в процессе обогащения получено 13 т концентрата с массовой долей полезного компонента 60%. Определить эффективность обогащения при массовой доле полезного компонента в полезном минерале 84%.

Ответы: 1,3; 97,5; 97,2

Задача 16. Установить, сколько тонн железного концентрата в сутки выдаст обогатительная фабрика, если ее суточная производительность по руде 15000 т, массовая доля железа в руде 28%, в концентрате 63%. Извлечение железа в концентрат 90%.

Ответ 6006 т

Задача 17. Определить извлечение цинка в концентрат, если массовая доля цинка в руде 2%, в концентрате 50%, в хвостах 0,5%.

Ответ 75%

Задача 18. Рассчитать, сколько руды нужно переработать для получения 500 т концентрата, если его выход составляет 5%.

Ответ 10000 т.

Задача 19. Вычислить потери меди с цинковым концентратом, если выход цинкового концентрата 5%, а массовая доля меди в нем 2%. Массовая доля меди в исходной руде 1,2%.

Ответ 8,3%

Задача 20. Рассчитать, сколько нужно переработать руды с массовой долей меди 1% для получения 100 т концентрата с массовой долей меди 20%. Массовая доля меди в хвостах 0,1%.

Ответ 2212 т.

Задача 21. Определить массовую долю компонента в хвостах, если извлечение его в концентрат 90%, выход хвостов 95%, массовая доля компонента в исходном 1%.

Ответ 0,105%

Задача 22. Найти массовую долю металла в хвостах при обогащении монометаллической руды с массовой долей металла 2%, если извлечение его в концентрат 90 % при выходе 36,6%.

Ответ 0,21%

Задача 23. Вычислить массовую долю металла в исходной руде, если выход концентрата 8%, а извлечение 90%, а массовая доля металла в нем 60%.

Ответ 5,33%

Задача 24. Определить потери меди в цинковом концентрате, полученном при обогащении медно-цинковой руды с массовой долей меди 1,0%, если выход цинкового концентрата 4,5%, а массовая доля меди в нем 4%.

Ответ 18%

Задача 25. Установить количество свинца, потерянного в хвостах при флотации 6000 т руды с массовой долей свинца 4%, если извлечение его в концентрат 85%.

Ответ 36 т.

Задача 26. Найти массовую долю железа в концентрате если при обогащении железной руды с массовой долей железа 20% выход концентрата 30%, а извлечение 90%.

Ответ 60 %

Задача 27. Определить извлечение и массовую долю золы в хвостах, если при обогащении угля извлечение золы в концентрат составляет 7% при выходе его 70%. Массовая доля золы в исходном угле 20%.

Ответы 93 и 62%

Задача 28. Вычислить выход и извлечение P_2O_5 в концентрат, который получают при обогащении апатитовой руды, содержащей 20% P_2O_5 , если содержание P_2O_5 в концентрате 34,5% и в хвостах 1%.

Ответы 56,7 и 97,8%

Задача 29. Определить содержание молибдена в концентрате, если при обогащении руды с содержанием молибдена 0,1% выход концентрата 0,15% при извлечении в него молибдена 80%.

Ответ 53,3%

Задача 30. Рассчитать, во сколько раз увеличится содержание меди в хвостах, если при одном и том же выходе хвостов извлечение меди в концентрат понизится с 95 до 90%.

Ответ в 2 раза.

Задача 31. Найти выход концентрата и потери полезного компонента в хвостах, если из 2000 т руды с содержанием полезного компонента 0,8% в процессе обогащения получено 26 т концентрата с содержанием полезного компонента 48%.

Ответы: 1,3 и 22%

Задача 32. Установить выход концентрата и извлечение в него полезного компонента, если на фабрику поступает руда с содержанием полезного компонента 15%, а после обогащения получают концентрат и хвосты с содержанием полезного компонента в них соответственно 45 и 5%.

Ответы: 25 и 75%

Задача 33. Определить выход медного концентрата, содержащего 20% меди, и эффективность обогащения, если в концентрат извлекают 92% меди. Рассчитать также потери, т.е. извлечение, меди в хвостах, если фабрика перерабатывает медную руду с содержанием в ней меди 1%. Полезный минерал содержит 66% меди.

Ответы: 4,6; 88,7 и 8%.

Задача 34. Вычислить массу олова и его содержание в суммарном концентрате, если на фабрике получают оловянный концентрат после обогащения руды на отсадочных машинах и столах. С отсадочных машин получают в сутки 3 т концентрата с содержанием олова 20 %, а со столов - 2 т с содержанием олова 15 %.

Ответы: 0,9 т и 18%.

Задача 35. Рассчитать выход концентрата и извлечение в него марганца, если фабрика обогащает марганцевую руду с содержанием марганца 18 %. Производительность фабрики по руде 300 т/ч; из данной руды получают 60 т/ч концентрата с содержанием марганца 45 %. Определить также эффективность обогащения. Полезный минерал

содержит 60 % марганца.

Ответы: 20; 50 и 42,8 %.

Задача 36. Коксохимическому заводу требуется 120 т/ч концентрата зольностью (с содержанием золы) 10 %. Определить необходимую производительность фабрики по рядовому (необогатенному) углю и его зольность, если известно, что выход концентрата от рядового угля составляет 80 %, а зольность хвостов должна быть 70 %.

Ответы: 150 т/ч и 22 %.

Задача 37. Найти выход концентрата, если на обогатительную фабрику поступает оловянная руда с двух рудников, в равной количестве с содержанием олова соответственно 0,3 и 0,5 % и после обогащения этой смеси руды фабрика получает концентрат с содержанием олова 26 % и хвоста с содержанием олова 0,2 %.

Ответ: 0,72 %

Задача 38. Установить, сколько тонн свинцового концентрата отгружает обогатительная фабрика, если ее суточная производительность по руде 5000 т; содержание свинца в исходной руде 2 %, в концентрате 60 %, а извлечение свинца в концентрат 90 %

Ответ: 150 т.

Задача 39. Узнать, сколько нужно переработать руда для получения 1 т концентрата, если выход его составляет 4 %, Рассчитать выход хвостов.

! Ответы: 25 т и 96%

Задача 40. Определить содержание золы в смеси углей, т.е. в угле, поступающем на обогащение, если на фабрику поступает уголь с трех шахт: 30 % с шахты №1, 50 % с шахты № 2 и 20 % с шахты № 3. Зольность углей каждой шахты соответственно 21; 19,5 и 24 %. Общая производительность фабрики по исходному углю 500 т/ч.

Ответ: 20,85 %

Задача 41. Вычислить извлечение металла в концентрат и эффективность обогащения, если фабрика после обогащения 1000 т руды с содержанием металла 0,5 % получила 10 т концентрата с содержанием металла 45 %. Содержание металла в полезном минерале 86 %.

Ответы: 90 и 89,5 %.

Задача 42. Установить, сколько нужно переработать руды с содержанием меди 1 % для получения 100 т концентрата, содержащего 18 % меди. Содержание меди в хвостах 0,1 %.

Ответ: 2000 т.

Задача 43. Найти содержание металла в хвостах при обогащении руды с содержанием металла 2 %, если извлечение его в концентрат 88 %, а выход концентрата 4 %.

Ответ: 0,25 %.

Задача 44. Определить извлечение меди в концентрат, если при суточной производительности обогатительной фабрики по руде 3000 т получают 90 т концентрата, содержащего 20 % меди. Руда поступает на фабрику с двух рудников в равном количестве с содержанием меди соответственно 1 и 0,6 %.

Ответ: 75 %.

Задача 45. Вычислить выход концентрата и зольность хвостов, если на фабрику поступает

рядовой (необогащенный) уголь с содержанием золы (зольность) 20 % в количестве 350 т/ч. После обогащения угля фабрика отгружает потребителю 280 т/ч концентрата зольностью 10%.

Ответы: 80 и 60 %.

Задача 45. Рассчитать потери (извлечение) меди в цинковом концентрате, полученном при обогащении медно-цинковой руды, поступающей на фабрику с двух рудников с содержанием меди соответственно 1,5 % (60 % от общего количества руды) и 2 % (40 % от общего количества руды). Выход цинкового концентрата 10 %, содержание меди в нем 4 %.

Ответ: 23,5 %.

Задача 47. Определить зольность рядового (необогащенного) угля, поступающего на фабрику для обогащения (после его смешения) с четырех шахт: с шахты № 1 - 400 т/ч зольностью 20.%, с шахты № 2 - 200 т/ч зольностью 22 %, с шахты № 3 - 250 т/ч зольностью 24 %, с шахты № 4 - 150 т/ч зольностью 18 %.

Ответ: 21,1 %

Задача 48. Найти выход концентрата и количество меди, которое можно выплавить из него на металлургическом заводе (потери меди при плавке считать равными нулю), если для обогащения на фабрику поступает медная руда с содержанием меди 1,5 %. Производительность фабрики по руде 2000 т/ч. После ее обогащения получают концентрат с содержанием меди 20,5 % и хвосты с содержанием меди 0,5 %.

Ответы: 5 % и 20,5 т.

Задача 49. Вычислить выход и количество получаемого при обогащении угля концентрата зольностью 8 % при зольности хвостов 65 %, если фабрика обогащает 250 т/ч угля с содержанием золы 16%.

Ответы: 86 % и 215 т/ч.

Задача 50. Рассчитать массу свинца, теряемого в хвостах при флотации 600 т свинцовой руда с содержанием свинца 4%, если извлечение его в концентрат 85 %.

Ответ: 3,6 т.

Задача 51. Обогащается медная сульфидная руда с содержанием меди 1,5 %; получен концентрат с содержанием меди 15 % при выходе его 8%. Вычислить эффективность обогащения. Полезный минерал в руде - халькопирит, содержание меди в нем 35%.

Ответ: 75,2%.

Задача 52. При обогащении молибденовой сульфидной руды с содержанием молибдена 0,01 % получают концентрат и хвосты с содержанием молибдена соответственно 40 и 0,001 %. Определить эффективность обогащения, если полезный минерал в руде молибденит, содержащий 67 % молибдена.

Ответ: 90 %.

Задача 53. При обогащении оловянной руды с содержанием олова 0,3 % получают концентрат и хвосты с содержанием олова соответственно 45 и 0,03 %. Определить эффективность обогащения, если полезный минерал в руде касситерит, который содержит 79 % олова.

Ответ: 89,9 %.

Задача 54. Фабрика перерабатывает 500 т/ч цинковой руды с содержанием цинка 3 % и получает 25 т/ч цинкового концентрата с содержанием цинка 40 %. Определить эффективность обогащения, если

полезный минерал в руде -сфалерит с содержанием цинка 67%

Ответ: 64,6 %,

Задача 55. На фабрику поступает рядовой уголь с двух шахт: с шахты №1 -30 % зольностью 20%, с шахты №2 - 70 % зольностью 22 %. После обогащения фабрика выдает концентрат и хвосты зольностью соответственно 8 и 70 %. Определить эффективность обогащения, если чистый уголь содержит 95 % горючей массы.

Ответ: 93,6 %.