МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА

МЕТАЛЛУРГИЯ ТЯЖЕЛЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Методические указания к лабораторным работам

Ташкент - 2018

УДК 669.2/8

Методические указания к лабораторным работам "Металлургия тяжелых цветных металлов". Сост.: **Маткаримов С.Т., Худояров С.Р., Носирхужаев С.К.**–Ташкент: ТашГТУ, 2018.-24 с.

В данные методические указания включены лабораторные работы по разделам: отражающие металлургии меди, цинка и получение металла из руды, окислительное, сульфидирований окисление медьсодержащих руд в лабораторных условиях кафедры.

Печатаются по решению научно-методического совета ТашГТУ.

Рецензенты:

к.т.н., доц., **Абдусаломов А.А.** (ТашХТИ,);
к.т.н., доц., **Каландаров К.С.** (ТашГТУ);

© Ташкентский государственный технический университет, 2018

Лабораторная работа № 1
ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ СУЛЬФИДНОГО МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА

Цель работы: приобретение навыков проведения окислительного обжига сульфидного медного концентрата и определение степени десульфуризации.

Краткие теоретические сведения

Окислительный обжиг в металлургии меди целесообразен при переработке высокосернистных концентратов с низким содержанием меди, при непосредственной плавке которых будут получаться очень бедные штейны.

Во время окислительного обжига сульфидных медных концентратов частично удаляется сера и сульфиды железа переводятся в форму оксидов, шлакуемых при последующей плавке, что обеспечивает получение штейна с более высоким содержанием меди. В огарке (продукт, полученный в результате обжига) всегда оставляют определенное количество серы, определяемое металлургическим расчетом. Количество серы, выгоревшей в процессе обжига, выраженное в процентах от общего ее количества в исходном материале, называется степенью десульфуризации.

Оснащение лабораторной работы

-сульфидный медный концентрат (25 г) известного химического состава;
-муфельная печь;
-противень из стали;
-щипцы тигельные;
- стальной гребок;
-весы технические
-ступка агатовая с пестом

Выполнение работы

Для проведения обжига берется 25 г сульфидного медного концентрата. Концентрат насыпают в противень из нержавеющей стали, которую помещают в предварительно нагретую до 800 ^{0}C муфельную печь. Обжиг проводят в течение 40 - 60 мин.

Обжиг проводится при открытой дверце муфеля, чтобы в печь был свободный доступ воздуха, и при перемешивании концентрата железным гребком. Ставить противень в печь и вынимать из печи следует специальными щипцами с соблюдением большой осторожности.

В процессе обжига можно отчетливо наблюдать протекание двух типов реакций. При нагревании концентрата над его еще темной поверхностью появляются синие огоньки. Это горят пары элементарной серы, выделявшейся при диссоциации высших сульфидов. Затем происходят воспламенение сульфидов и их интенсивное окисление. Поверхность шихты краснеет, температура шихты постепенно повышается и становится выше температуры печи, что указывает на экзотермический характер реакций окисления сульфидов. К концу процесса обжига поверхность шихты начинает темнеть, что указывает на то, что значительная часть серы уже выгорела.

По окончании опыта противень осторожно извлекается из печи и огарок охлаждается в течение 15-20 мин. Затем огарок взвешивается и определяется содержание оставшейся в нем серы.

Обработка результатов работы

Методика определения степени десульфуризации и содержания меди в огарке приведена на следующем примере:

Химический состав сульфидного медного концентрата %; Cu - 17,0; Fe -31,8; S – 35,5; SiO_2 – 5,5; Fe_2O_3 – 2,3; CaO – 0,1; прочие – 7,8.

Из минералогического состава концентрата следует, что медь связана в следующих сульфидных минералах: $CuFeS_2$ халькопирит, халькозин Cu_2S, ковелин CuS.

Переход меди в окисленную форму определяем убылью в весе обожженной навески. Убыль в весе происходит в результате разложения сложных и простых сульфидов меди, с удалением серы в форме SO_2 в газовую атмосферу.

Пример расчёта:

Масса исходной навески m_0 = 10 г. Количество меди в ней (согласно химического состава) m_{0Cu} – 1,7 г, а серы в m_{0S} = 3,55 г. После окислительного обжига масса навески m_1 = 8,23 г.

Убыль в весе $\Delta m = m_0 - m_1 = 10 - 8{,}23 = 1{,}77$ г., Δm равна количеству серы, удалённой в форме SO_2 . Отсюда определяем степень десульфуризации Д:

$Д = 1{,}77/3{,}55 \cdot 100 = 49{,}8$ %.

Количество серы, оставшейся в огарке: m_{1S} = 1,78 г. содержание серы в огарке :

$\beta_S = 1{,}78/8{,}23 \cdot 100 = 21{,}6$ %

Содержание меди в исходном концентрате было 17 % (1,7 г), количество меди в огарке не изменилось, однако за счёт уменьшения массы навески содержание меди в огарке увеличилось: $\beta_{Cu} = 1{,}7/8{,}23 \cdot 100 = 20{,}6$ %.

Результаты лабораторной работы заносятся в таблицу1.1.

Таблица 1.1.

m_0	m_1	Δm	β_S в исходном концентрате, %	Д, %	β_S в огарке, %	β_{Cu} в исходном концентрате, %	β_{Cu} в огарке, %

Контрольные вопросы

1. Что такой окислительный обжиг?
2. Цель окислительного обжига.
3. Какие реакции протекают при окислительноеи обжиге?

Лабораторная работа № 2
СУЛЬФАТИЗИРУЮЩИЙ ОБЖИГ СУЛЬФИДНОГО МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА

Цель работы: приобретение навыков проведения сульфатизирующего обжига сульфидного медного концентрата и качественного определения присутствия сульфатной серы в огарке.

Краткие теоретические сведения

В сульфидных флотационных концентратах медь находится в виде нерастворимых в воде и разбавленных кислотах сульфидов: халькопирита $CuFeS_2$; халькозина Cu_2S и ковеллина CuS, При подготовке концентрата к гидрометаллургической переработке его подвергают окислительному или сульфатизирующему обжигу :

$CuFeS_2 + 2O_2 = CuO + FeO + 2SO_2$ (1)

$Cu_2S + 2O_2 = 2\,CuO + SO_2$ (2)

$CuS + 1{,}5O_2 = CuO + SO_2$ (3)

$SO_2 + 2O_2 = 2SO_3$ (4)

$CuO + SO_3 = CuSO_4$ (5)

Парциальное давление сернистого ангидрида в печи, образующегося при окислении медьсодержащих и других сульфидов, например, пирита FeS_2, определяется из выражения константы равновесия процесса (4):

$$K_4 = \frac{P_{so_3}^2}{P_{so_2}^2 \cdot P_{O_2}} \qquad (6)$$

$$P_{SO_3} = P_{SO_2} \cdot \sqrt{K_4 P_{O_2}} \qquad (7)$$

а за счет диссоциации медного купороса - из выражения константы равновесия процесса (5) :

$$P_{SO_3} = \frac{1}{K_5} \qquad (8)$$

Условие протекания сульфатизирующего обжига –

$$P_{SO_2} \sqrt{K_4 P_{O_2}} \rangle P_{SO_3} \qquad (9)$$

условие протекания окислительного обжига –

$$P_{SO_2}\sqrt{K_4 P_{O_2}}\langle P_{SO_3} \qquad (10)$$

т.е. при сульфатизирующем обжиге концентрация серного ангидрида в печи больше, чем при окислительном, а концентрация кислорода, наоборот, меньше. В этой связи сульфатизирующий обжиг медных концентратов ведут при температуре 600 ^{0}C.

Оснащение лабораторной работы

-сульфидный медный концентрат (20 г) известного химического состава;
-муфельная печь;
- фарфоровый тигель;
-щипцы тигельные;
-стальной гребок;
-весы технические
-ступка агатовая с пестом

Выполнение работы

Навеска концентрата в 20 г пересыпается в фарфоровый тигель, который затем помещается в разогретую до 600^{0}C печь. Сульфатизирующий обжиг концентрата ведется при закрытой дверце муфеля, в течение 30 мин, с периодическим перемешиванием материала.

По окончании обжига тигель с горячим огарком с помощью щипцов вынимается из печи и для охлаждения устанавливается на керамическое дно вытяжного шкафа. После охлаждения взвешивается огарок, измельчается вручную в агатовой ступке до крупности обычной муки. Затем огарок опробуется на содержание сульфатной серы.

Обработка результатов работы

Качественное определение присутствия сульфатной серы в огарке производят следующим образом. Небольшое количество

огарка растворяют в дистиллированной воде. Осадок отфильтровывают, к фильтрату добавляют несколько капель 10 % - го раствора хлористого бария. Образование белого осадка указывает на присутствие сульфатной серы.

Осаждение протекает по следующей суммарной реакции:

$$BaCl_2 + CuSO_4 = BaSO_4 \downarrow + CuCl_2$$

После осаждения сульфата бария раствор отфильтровывается, осадок высушивается и взвешивается. По стехиометрическим расчётам определяется количество сульфатной серы, присутствовавшей в растворе.

Пример расчёта.

Примем, что на полное осаждение сульфат иона, было израсходовано 5 г $BaCl_2$. Количество бария, связанного в $BaCl_2$.

208,4 – 137

5 - X X = 5 · 137 /208,4 = 3,28 г.

Соответственно количество образовавшегося осадка сульфата бария будет равно:

137 – 233

3,28 - X X = 3,28 · 233 /137 = 5,58 г.

Количество сульфат иона, связанного в осадок, будет:

5,58 – 3,28 = 2,3 г.

Результаты лабораторной работы заносятся в таблицу.

Таблица 2.1.

Количество израсходованного $BaCl_2$	Масса осадка $BaSO_4$	Количество SO_4^{2-} связанного с ионом бария в осадок

Контрольные вопросы

1. Что такой сульфатизирующий обжиг?
2. Цель сульфатизирующего обжига.
3. Какие реакции протекают при сульфатизирующем обжиге?

Лабораторная работа № 3
ПЛАВКА СЫРОГО (НЕОБОЖЖЁННОГО) СУЛЬФИДНОГО МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА НА ШТЕЙН

Цель работы: приобретение навыков плавки сульфидных медных концентратов для отделения меди от железа и пустой породы путем перевода части железа и пустой породы в шлак, а меди в штейн.

Краткие теоретические сведения

Одним из способов переработки сульфидных медных концентратов является плавка на штейн. В настоящее время применяют следующие виды плавки медных концентратов на штейн:

- отражательная плавка;
- кислородно-факельная плавка;
- плавка в жидкой ванне;
- плавка в шахтных печах;
- плавка в рудно-термических электрических печах.

Назначение плавки – перевод меди в штейн и отделение компонентов пустой породы и части железа в шлак. Эти два главных продукта плавки имеют различный удельный вес и практически взаимно нерастворимы друг в друге. Они образуют в печи два жидких слоя, благодаря чему шлак отделяется от штейна.

В состав шихты плавки входят: сырой сульфидный концентрат, флюсы и конвертерный шлак. В качестве флюсов используют кварц и известняк. Плавка сырого (необожженного) концентрата включает процессы диссоциации высших сульфидов, а также процессы взаимодействия сульфида и оксида железа.

Оснащение лабораторной работы

1. Селитовая электропечь.
2. Алундовые и графитовые лодочки.
3. Сырой сульфидный медный концентрат, известняк, кремнезем.
4. Металлическая ступка.
5. Весы технические.

Выполнение работы

1.Компоненты шихты 10 г концентрата, 3 г кремнезёма, 2 г известняка взвесить, измельчить в ступке, перемешать и поместить в лодочку.

2. Поместить лодочку с шихтой в предварительно разогретую до 1300 ^{0}С печь (пользуясь железными щипцами).

3. После расплавления навески (20-30 мин.) и отстаивания (10-15 мин.) тигель извлечь из печи, затем охладить, осторожно разбить, отделить слиток и взвесить, слиток разбить, отделить шлак от штейна и взвесить штейн.

Обработка результатов работы

1. Определяем выход штейна (%) по следующему выражению:

$$\gamma = \frac{M_2}{M_1 + M_3} \cdot 100 ,$$

где M_1, M_2, M_3 – масса штейна, концентрата и флюсов соответственно.

2. Рассчитать извлечение меди (И, %) в штейн по формуле:

$$И = \frac{C_2 \cdot M_2}{C_1 \cdot M_1} \cdot 100$$

где M_1, M_2, - масса шихты и штейна соответственно, г.

C_1, C_2, - содержание меди в шихте и в штейне соответственно,%.

Контрольные вопросы

1. Какие печи используются при плавке в шихте?
2. Что нужно знать о необожженном сульфидном медном концентрате?
3. Какие приборы используются в лабораторной работе?

Лабораторная работа № 4
ПЛАВКА ОБОЖЖЁННОГО МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА НА ШТЕЙН

Цель работы: приобретение навыков проведения плавки обожженных концентратов и изучение влияния предварительного обжига концентратов на выход штейна.

Краткие теоретические сведения

Механизм плавки медных огарков кратко рассмотрим на примере плавки обожженного концентрата в отражательной печи. Сущность отражательной плавки заключается в том, что загруженная шихта плавится за счёт тепла от сжигания углеродистого топлива в горизонтально расположенном рабочем пространстве печи. Факел, образующийся при горении топлива, располагается над поверхностью расплава. При плавке сырых и подсушенных концентратов, загруженная шихта образует откосы вдоль боковых стен печи, а при плавке огарка она растекается по поверхности зеркала шлакового расплава, контактирует с ней, в результате чего оксидные плёнки на частицах растворяются в шлаке, а сульфидные зёрна оседают на дно расплава, образуя штейн.

Химизм плавки огарка сводится к химическому взаимодействию между оксидами и сульфидами. Основными в этой плавке являются следующие реакции:

$$Cu_2O + FeS = Cu_2S + FeO$$

$$10Fe_2O_3 + FeS = 7Fe_3O_4 + SO_2$$

Оснащение лабораторной работы

1. Селитовая электропечь.
2. Алундовые и графитовые лодочки.
3. Обожжённый медный концентрат (огарок), известняк, кремнезем.
4. Металлическая ступка.
5. Весы технические.

Выполнение работы

1.Компоненты шихты 10 г огарка, 3 г кремнезёма, 2 г известняка взвесить, измельчить в ступке, перемешать и поместить в лодочку.

4. Поместить лодочку с шихтой в предварительно разогретую до 1300 ^{0}С печь (пользуясь железными щипцами).

5. После расплавления навески (20-30 мин.) и отстаивания (10-15 мин.) тигель извлечь из печи, затем охладить, осторожно разбить, отделить слиток и взвесить, слиток разбить, отделить шлак от штейна и взвесить штейн.

Обработка результатов работы

1. Определяем выход штейна (%) по следующему выражению:

$$\gamma = \frac{M_2}{M_1 + M_3} \cdot 100,$$

где M_1, M_2, M_3 – масса штейна, огарка и флюсов, соответственно.

2. Рассчитать извлечение меди (И, %) в штейн по формуле:

$$И = \frac{C_2 \cdot M_2}{C_1 \cdot M_1} \cdot 100,$$

где M_1, M_2, - масса шихты и штейна, соответственно, г.

C_1, C_2, - содержание меди в шихте и в штейне, соответственно,%.

Контрольные вопросы

1. Какие печи используются при плавке в шихте?
2. Что нужно знать о обожженном сульфидном медном концентрате?
3. Какие приборы используются в лабораторной работе?

Лабораторная работа № 5
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ МАССООБМЕНА НА КИНЕТИКУ РАСТВОРЕНИЯ ПРИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЛАВКЕ

Цель работы: закрепление знаний по основным стадиям плавки рудного сырья.

Краткие теоретические сведения

Металлургическая плавка является наиболее сложным гетерогенным процессом, состоящим из ряда одновременно или последовательно протекающих стадий. Суммарная скорость процесса, а следовательно, и производительность применяемого металлургического аппарата будет определяться скоростью завершения медленной стадии.

При плавке рудного сырья обязательными стадиями являются:

1) расплавление компонентов перерабатываемой шихты;
2) растворение наиболее тугоплавких компонентов в первичном расплаве;
3) разделение (отстаивание) жидких продуктов плавки.

Первые две из перечисленных стадий представляют стадии шлако-и штейнообразования.

Скорость процессов шлако-и штейнообразования в первую очередь определяется максимально достижимыми температурами в плавильном агрегате, температурами плавления отдельных компонентов перерабатываемого сырья и другими физико-химическими и термодинамическими свойствами. Кроме того, на скорость этих процессов будут оказывать существенное влияние крупность частиц перерабатываемой шихты и условия тепло- и массообмена.

\

Оснащение лабораторной работы

1. Водорастворимые соли в виде таблетки диаметром 1 -1,5 см, дающие при растворений в воде окрашенные растворы (запрессованные таблетки медного купороса, красной кровяной соли).
2. Стеклянный стакан объёмом 250 мл.
3. Компрессор.
4. Реометр.
5. Электрическая плитка или магнитная мешалка с обогревом.
6. Весы технические.

Выполнение работы

Изучение кинетики растворения твёрдых веществ в расплавах в экспериментальном осуществлений связано с рядом трудностей. Поскольку кинетические закономерности растворения твёрдых веществ в водной среде и в расплавах качественно остаются общими, работа проводится на холодной модели.

Опыт проводят в стеклянном стакане емкостью 250 мл, в который вначале заливают 200 мл воды и погружают образец в виде таблетки диаметром 1-1,5 см, запрессованный в специальную оправку из винипласта, что обеспечивает его контакт с растворителем только с открытой поверхностью.

Изучение влияния интенсивности перемешивания на кинетику растворения. В раствор перед загрузкой образца погружают трубку (до дна стакана), через которую подается барботажный газ (воздух). Расход газа регулируются по реометру (рис.1). Растворяемый образец помещают в стакан только после того, как будет отрегулирован расход газа. Время выдержки образца составляет 5-10 мин (момент загрузки образца и окончание времени выдержки фиксируются секундомером). После заданного времени образец вынимается из стакана. С помощью мерной пипетки из раствора отбирается проба и анализируется на содержание вещества в растворе.

При изучении температурной зависимости скорости растворения стакан с раствором помещают на электрическую

плитку и нагревают его примерно до заданной температуры (50 ^{0}C).

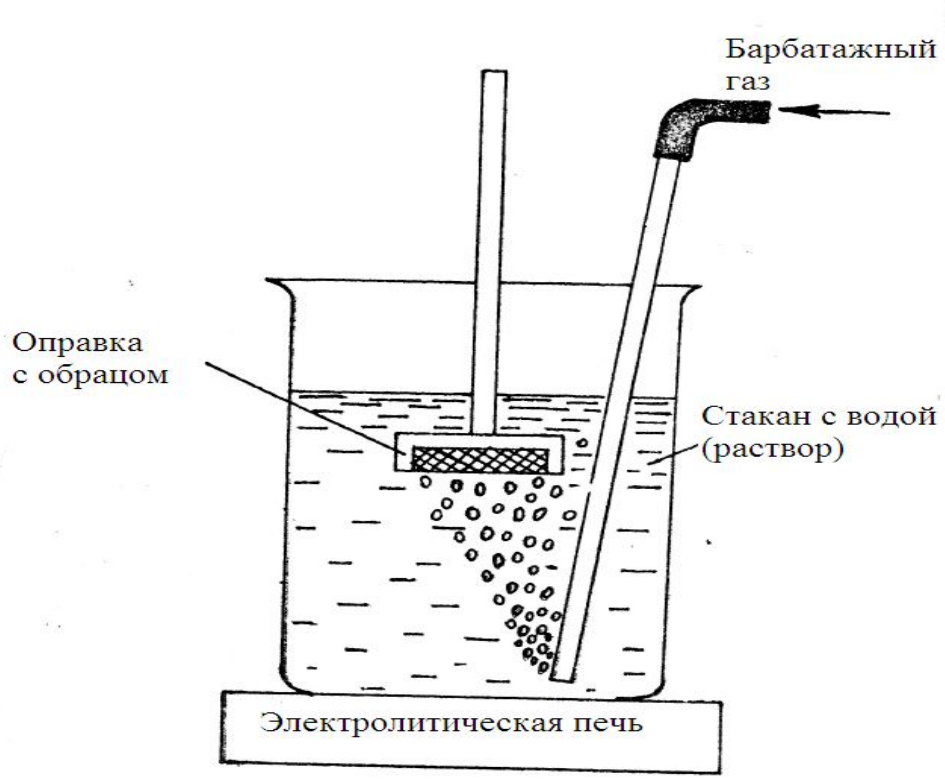

Рис.5.1 Установка для изучения кинетики растворения

Время выдержки образца в растворе 5-10 мин. После заданного времени образец вынимается из стакана. С помощью мерной пипетки из раствора отбирается проба и анализируется на содержание вещества в растворе.

Обработка результатов работы

Расчёт скорости растворения вещества проводится по формуле:

$$W = (C_{пр} – C_{исх}) / F \cdot \tau \quad мг/с \cdot см^2,$$

где $C_{исх}$ – концентрация вещества в исходном растворе , мг/мл;

$C_{пр}$ - концентрация вещества в отобранной пробе , мг/мл;

τ – время опыта, с;

F – реакционная поверхность образца, $см^2$.

Контрольные вопросы

1. Массообмен при металлургическом плавлений?
2. Установка для изучения кинетики растворения.
3. Какие приборы используются в лабораторной работе?

Лабораторная работа № 6
ИЗУЧЕНИЕ ОТСТАИВАНИЯ ТВЁРДЫХ ЧАСТИЦ В ЖИДКОСТИ

Цель работы: закрепление знаний по основным стадиям разделения жидких продуктов металлургической плавки (шлака и штейна) на холодной модели.

Краткие теоретические сведения

Плавка сырого сульфидного медного концентрата в отражательной печи происходит по следующему механизму. Нагрев шихты, лежащей на поверхности откосов за счёт тепла, излучаемого факелом, сопровождается сушкой материала и термической диссоциацией высших сульфидов и других неустойчивых соединений. По мере нагрева в поверхностных слоях шихтовых откосов начинают плавиться легкоплавкие составляющие шихты. Образующийся при этом первичный расплав стекает по поверхности откосов, растворяет в себе более тугоплавкие компоненты и попадает в слой шлакового расплава. С этого момента фактически начинается разделение шлаковой и штейновой фаз.

Штейн является металлосодержащим продуктом плавки и его плотность как минимум 1-2 единицы тяжелее шлака, т.е. во всех случаях он будет располагаться в нижней части расплавленной ванны. Полнота разделения жидких продуктов плавки будет определяться скоростью оседания мельчайших капель штейна в шлаке.

Расчёт скоростей (V, м/с) оседания штейновых частиц из шлакового расплава можно выполнить по формуле Стокса с поправками Адамара и Рябчинского.

$$V = \frac{2}{3} \cdot \frac{(d_{шт} - d_{шл}) \cdot r^2}{\eta_2} \cdot g \cdot \frac{3 \cdot (\eta_1 + \eta_2)}{(3\eta_1 - 2\eta_2)},$$

где r – радиус шиейновых включений, см

$d_{шт}$ – плотность штейна, г/см^3;

$d_{шл}$ – плотность шлака, г/см^3;

η_1 и η_2 - вязкость более плотной и менее плотной фаз;

g – ускорение силы тяжести.

Ускорению и полноте отстаивания взвешенных в шлаке металлизированных частиц способствуют также высокое межфазное натяжение на границе их раздела, понижающее взаимную смачиваемость контактирующих фаз и интенсивный массообмен. Чем спокойнее будет среда, тем медленнее идёт выделение взвешенных частиц. Интенсификация массообмена за счёт перемешивания приведёт к ускорению процесса отстаивания за счёт укрупнения (коалесценции) мелких включений в результате их слияния при сталкивании. Наибольший эффект достигается при принудительном перемешивании расплава газовыми пузырьками (воздушным дутьём, газообразными продуктами химических реакций и т.п.).

Большая длительность завершения процесса разделения жидких продуктов плавки по сравнению с процессами плавления и шлакообразования подтверждается практикой и многочисленными экспериментальными исследованиями. По этой причине именно скорость жидких продуктов и будет определять скорость плавки в целом, т.е. конечную производительность плавильного агрегата, а также величину потерь металлов со шлаками.

Оснащение лабораторной работы

1. Стеклянные цилиндры с нанесёнными рисками.
2. Металлические шарики различных размеров и плотности.

Выполнение работы

Лабораторная работа проводится на холодной модели, представляющей собой набор из двух стеклянных цилиндров, на стенки которых имеются две риски на расстоянии 150 мм друг от друга и металлические шарики, отличающиеся плотностью и раз-

мерами. Внутри цилиндров помещены жидкости с различной вязкостью.

Перед началом работы студент получает цилиндры, на которых указаны исходные параметры - вязкость среды, размер шариков и их плотность.

В цилиндр поочерёдно опускаются шарики. Шарик начинает пускаться вниз со скоростью определяемой параметрами среды и самого шарика. Производится визуальное наблюдение за поведением шарика при отстаивании, с помощью секундомера фиксируется время прохождения им расстояния между верхней и нижней рисками. Результаты заносятся в таблицу.

Таблица 6.1.

№ опыта	Вязкость соеды, пуаз	Радиус шарика, см	Плотность жидкости, г/см^3	Плотность материала шарика, г/см^3	Расстояние между рисками, см	Время падения шарика, с

Контрольные вопросы

1. Как движутся твердые частицы в жидкостях?
2. Как влияют размеры частиц на процесс?
3. Какие приборы используются в лабораторной работе?

Лабораторная работа № 7
ОБЖИГ СУЛЬФИДНЫХ ЦИНКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Цель работы: приобретение навыков проведения окислительного обжига сульфидных цинковых концентратов с целью перевода цинка в водорастворимую форму.

Краткие теоретические сведения

Основным источником получения цинка являются сульфидные медно-свинцово-цинковые и свинцово-цинковые руды. В сульфидных рудах цинк обычно присутствует в виде следующих минералов: сфалерита ZnS, вуртцита и марматита n ZnS · m FeS.

Цинковые концентраты селективного флотационного обогащения полиметаллических руд содержат, %: Zn – 48-60 %; Pb – 1,5-2,5%; Cu – 1-3%; Fe – 3-10%; до 0,25% Cd; S – 30-38%; до 10 % пустой породы (SiO_2, CaO, Al_2O_3).

В настоящее время цинковые концентраты в основном перерабатываются гидрометаллургическим способом, что требует предварительного перевода сульфидных соединений цинка в окисленные формы путём обжига.

Обжиг цинковых концентратов проводится с целью подготовки материала к дальнейшей гидрометаллургической переработке методом выщелачивания. Задача обжига состоит в том, чтобы практически полностью окислить сульфиды, перевести цинк в форму растворимого в серной кислоте оксида.

Однако на практике серу из цинковых концентратов полностью не выжигают. В огарке оставляют 3-4% серы, содержащейся в нем в основном в форме $ZnSO_4$, что обеспечивает компенсацию потерь серной кислоты в технологическом цикле. Степень десульфуризации составляет 90 – 93 %.

Основной реакцией, протекающей при обжиге цинкового концентрата, является:

$$ZnS + 1{,}5O_2 = ZnO + SO_2 \quad (1)$$

Оснащение лабораторной работы

-сульфидный цинковый концентрат (20 г) известного химического состава;
-муфельная печь;
-противень из стали;
-щипцы тигельные;
- стальной гребок;
-весы технические
-ступка фарфоровая с пестом

Выполнение работы

Для проведения обжига берется 20 г сульфидного цинкового концентрата. Концентрат насыпают в противень из стали, который помещают в предварительно нагретую до 800 ^{0}С муфельную печь. Обжиг проводят в течение 40 - 60 мин.

Обжиг проводится при открытой дверце муфеля, чтобы в печь был свободный доступ воздуха, и при перемешивании концентрата железным гребком. Ставить противень в печь и вынимать из печи следует специальными щипцами с соблюдением большой осторожности.

По окончании опыта противень осторожно извлекается из печи и огарок охлаждается в течение 15-20 мин. Затем огарок взвешивается и определяется содержание оставшейся в нем серы.

Обработка результатов работы

После проведения лабораторной работы необходимо определить следующие показатели: выход огарка и степень десульфуризации.

1. Выход огарка определяется по следующему уравнению

$$\gamma = m_1/m_0 \cdot 100 \quad \% ,$$

где m_0 – масса концентрата , г

m_1 – масса огарка, г.

2. Определение степени десульфуризации показано на следующем примере:

Химический состав сульфидного цинкового концентрата %; Zn - 50,0; Pb -3,0; Cd -0,2; Cu -0,1; Fe -6,0; S – 32,0; SiO_2 – 3,0; Al_2O_3 – 0,5; CaO – 0,3 .

Из минералогического состава концентрата следует, что цинк находится в концентрате в виде минерала сфалерита ZnS.

При окислительном обжиге все сульфидные соединения окисляются и переходят в окисленную форму.

Степень десульфуризации определяется убылью в весе обожженной навески. Убыль в весе происходит в результате разложения сульфидов, с удалением серы в форме SO_2 в газовую атмосферу.

Пример расчёта:

Масса исходной навески m_0 = 10 г. Количество цинка серы в ней (согласно химического состава) m_{0S} = 3,2 г. После обжига масса навески m_1 = 7,12 г.

Убыль в весе $\Delta m = m_0 - m_1 = 10 - 7,12 = 2,88$ г., Δm равна количеству серы, удалённой в форме SO_2 . Отсюда определяется степень десульфуризации Д:

$Д = 2,88/3,2 \cdot 100 = 90,0$ %.

Результаты лабораторной работы заносятся в таблицу.

Таблица 7.1.

m_0	m_1	Δm	γ, выход огарка , %	Д, %

Контрольные вопросы

1. Соединение сульфидных цинковых концентратов.
2. Как организовать процесс.
3. Какие приборы используется в лабораторной работе?

ЛИТЕРАТУРА

1. The Metallurgy of the Common Metals, Gold, Silver, Iron, Copper, Lead, and Zinc, by Leonard S. Austin. 2012.

2. Хасанов А.С, Санакулов К.С, Юсупходжаев А.А. Рангли металлар металлургияси. Ўқув қўлланма. –Т.: Фан, 2009. - 284 б.

3. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. - Ташкент: Фан. 2007. - 256 с.

4. Худояров С.Р., Валиев Х.Р. Оғир рангли металлар металлургияси фанидан лаборатория ишларини бажариш учун услубий қўрсатма. – Т.: ТошДТУ, 2010. – 26 б.

5. Марченко Н.В. Металлургия тяжелых цветных металлов [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск, 2009.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1.	Окислительный обжиг сульфидного медного концентрата …….	3
Лабораторная работа № 2.	Сульфатизирующий обжиг сульфидного медного концентрата …….	6
Лабораторная работа № 3.	Плавка сырого (необожжённого) сульфидного медного концентрата на штейн ……	9
Лабораторная работа № 4.	Плавка обожжённого медного концентрата на штейн ……	11
Лабораторная работа № 5.	Изучение влияния интенсивности массообмена на кинетику растворения при металлургической плавке …….	13
Лабораторная работа № 6.	Изучение отстаивания твёрдых частиц в жидкости ……..	16
Лабораторная работа № 7.	Обжиг сульфидных цинковых концентратов	19

Редактор: Покачалова Н.С.

Для заметок