

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт

Горные машины и комплексы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий
кафедрой МЦМ
_____ А.В. Гилев
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 ____ г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.02.06 Металлургические машины и оборудование
код – наименование направления

«Обоснование и выбор техники и технологии обработки медных
концентратов на «Надеждинском металлургическом заводе» ОАО
«Норильский Никель»
тема

Руководитель доцент, канд.техн. наук _____ В.Т.Чесноков

Выпускник _____ Д.С. Ломиворотов

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт
Горные машины и комплексы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.В. Гилев
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 ____ г

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ
КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Красноярск 2016

Студенту: Ломиворотову Денису Сергеевичу Группа ЗММ 12-07 Направление (специальность) 15.03.02.06 Технологические машины и оборудование

Тема выпускной квалификационной работы: «Обоснование и выбор техники и технологии обработки медных концентратов на «Надеждинском металлургическом заводе» ОАО «Норильский Никель»

Утверждена приказом по университету № 8082/с от 10 июня 2016

Руководитель ВКР В.Т.Чесноков доцент, кандидат технических наук СФУ ИГДГиГ

Исходные данные к ВКР:

Технологические и должностные инструкции; инструкции по работе с основным и вспомогательным оборудованием; паспорта основного и вспомогательного оборудования; журнал приема-сдачи смен ремонтной службы; технологическая схема; схема электроснабжения; график ППР; инструкции по охране труда.

Перечень разделов, рассматриваемых в ВКР: Недостатки действующего технологического процесса обработки медных концентратов; обоснование и выбор техники и технологии обработки медных концентратов; реконструкция действующего предприятия; эксплуатация и ремонт металлургического оборудования (печей для взвешенной плавки);

Перечень графического материала: Схема плавления шихты на откосах отражательной печи; общий вид отражательной печи; общий вид печи взвешенной плавки; технологическая схема плавки во взвешенном состоянии;

Руководитель ВКР

Подпись

В.Т.Чесноков

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

Подпись

Д.С.Ломиворотов

инициалы фамилия

«__» _____ 2016г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Технологическая часть

1.1 Действующая технология плавки медных концентратов.

1.2 Механизация технологического процесса отражательной плавки.

1.3 Анализ техники и технологии действующего процесса.

2. Обоснование и выбор техники и технологии обработки медных концентратов на «Надеждинском металлургическом заводе» ОАО «Норильский Никель».

2.1 Общая характеристика автогенных процессов

2.2 Описание технологии плавки во взвешенном состоянии.

2.3 Режимные параметры взвешенной плавки.

2.4 Анализ предлагаемого технологического процесса и вывод.

2.5 Механизация технологического процесса взвешенной плавки.

3. Строительство и эксплуатация металлургических печей.

3.1 Организация строительных работ.

3.2 Классификация и общая характеристика ремонтов. 3.1 Безопасность в условиях производства

3.3 Ввод в эксплуатацию печей после их строительства и ремонта. 3.1.3 Техника безопасности

3.4 Техническое обслуживание и ремонт печей.

4. Безопасность жизнедеятельности.

4.1 Безопасность в условиях производства.

4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов производства.

4.1.2 Анализ травматизма.

4.1.3 Техника безопасности.

4.1.4 Промсанитария.

4.1.5 Противопожарная безопасность.

4.2 Безопасность жизнедеятельности в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС)

4.2.1 Анализ потенциально возможных ЧС 4.2.2 План предупреждения и ликвидации ЧС

5. Заключение

6. Библиографический список

ВВЕДЕНИЕ

Металлургия меди, а также других тяжелых цветных металлов является ведущим звеном отечественной цветной металлургии. На долю тяжелых цветных металлов в РФ приходится значительная часть валовой продукции отрасли.

Значение меди из года в год возрастает, особенно в связи с бурным развитием энергетики, электроники, машиностроения, авиационной, космической и атомной техники. Дальнейшее развитие и технический уровень медного производства во многом определяют технический прогресс многих отраслей народного хозяйства нашей страны, в том числе микропроцессорной техники.

Повышение требований к защите окружающей среды привело к значительному удорожанию строительства и эксплуатации предприятий цветной металлургии. Это в свою очередь вызвало активное совершенствование существующих процессов производства металлов и разработку новых, более интенсивных процессов, обеспечивающих охрану окружающей среды, комплексное использование всех компонентов и теплотворной способности сырья, снижение капитальных и эксплуатационных расходов, позволяющих широко использовать автоматические системы управления технологическими процессами (АСУТП).

Разработка и внедрение взвешенной плавки для переработки сульфидных концентратов имеет большую историю. Впервые этот процесс в печи, состоящей из шахты и отражательной камеры для проведения обжига и плавки, был предложен в 1908 г. в России Броуном. Исследовательские работы по взвешенной плавке на воздушном дутье были проведены в нашей стране в 1928-1929 гг. под руководством проф. В.А. Ванюкова в Московском институте цветных металлов и золота и на Московском электролитном заводе. Испытания процесса затем были продолжены в 1932-1933 гг. на московском опытном и Карабахшском медеплавильных заводах. Крупные полупромышленные испытания были проведены в 1932 г. на заводе «Анаконда» (США) и в 1935 г. - в г. Дегтярке под руководством инженера Г.Я. Лейзеровича.

Наиболее интенсивно процесс взвешенной плавки медных концентратов начал разрабатываться в послевоенные годы в Финляндии и Канаде, испытывавших серьезные затруднения в угле и электроэнергии. Финские

металлургии после длительных испытаний процесса взвешенной плавки на горячем дутье на полупромышленной установке в г. Потти внедрили в 1949 г. эту технологию на заводе «Харьявалта». С момента пуска первых печей взвешенной плавки медных концентратов прошло уже около 50 лет. За этот период финский процесс получил наиболее широкое распространение.

В настоящее время в мире имеется около 20 печей взвешенной плавки на горячем воздушном дутье, которые перерабатывают не только медные, но и никелевые, и полиметаллические концентраты. Значительному совершенствованию подвергнуты печи, горелки, котлы-утилизаторы и воздухоподогреватели, стало использоваться воздушно-кислородное дутье, много сделано по совершенствованию процесса и конструкции печей японскими металлургами, применившими оригинальные решения по шихтоподготовке, глубокой сушке, воздухонагреву, повышению стойкости огнеупоров.

Наиболее широкое распространение среди новых интенсивных автогенных процессов получили плавки во взвешенном состоянии, разработанной фирмой «Оутокумпу» (Финляндия) для сульфидного медного сырья.

Основными преимуществами взвешенной плавки по сравнению с отражательной плавкой являются:

- высокая производительность;
- возможность получения богатых штейнов;
- возможность получения богатых по SO_2 (10-15%) газов,

обеспечение высокой степени извлечения серы из отходящих газов и сокращение выбросов сернистого газа в атмосферу (включая газы конвертирования, которые смешивают с богатыми газами взвешенной плавки);

- низкий суммарный расход энергии в результате использования тепла экзотермических реакций при плавке сульфидной шихты и высокой степени утилизации тепла отходящих газов для выработки энергии, возвращаемой в процесс (примерно 80 % тепла отходящих газов полезно используется с помощью котла-утилизатора, применяемого фирмой «Оутокумпу»);

- высокая степень механизации и автоматизации.

При плавке во взвешенном состоянии на подогретом дутье успешно решены вопросы тепловой энергетики и использования серы в газах.

Процесс взвешенной плавки позволяет существенно снизить

энергозатраты по сравнению с традиционными (отражательной плавкой и электроплавкой). Это преимущество процесса «Оутокумпу» является следствием не столько принципиальных особенностей самой взвешенной плавки, сколько результатом успехов фирмы в решении вопросов конструктивного оформления всего плавильного комплекса и, в первую очередь, котла-утилизатора.

В замыкании энергетического баланса важную роль играет содержание кислорода в дутье. Если температура в газовом пространстве печи не превышает определённого уровня, определяемого стойкостью огнеупоров, и избыточная теплота отнимается охлаждаемыми элементами, то и температура отходящих из печи газов при различном содержании кислорода будет оставаться практически постоянной.

1. Технологическая часть

Основное количество меди получают по стандартной пирометаллургической схеме плавка – конвертирование – рафинирование, но в ряде стран возросло внимание к гидрометаллургическим способам извлечения меди из забалансового (кучное, подземное выщелачивание), богатых окисленных руд (кучное, перколяционное и агитационное выщелачивание).

Смешанные руды перерабатывают по схеме выщелачивание – цементация – флотация или сегрегацией с последующей пирометаллургической переработкой получаемых концентратов.

Сульфидные медно-никелевые руды подвергают флотационному обогащению с получением качественных одноименных концентратов.

Главным технологическим переделом в пирометаллургии меди является штейновая плавка. В результате чего образуется сплав сульфидов меди и железа и шлак.

Технология этого процесса зависит не только от общего состава шихты, но в значительной мере от количества серы, содержащейся в шихте и десульфуризационной способности агрегата.

Существует несколько вариантов плавки на штейн медных руд и концентратов. Далее предоставлено описание технологии отражательной плавки, применяемой на «Надеждинском металлургическом заводе»

1.1 Действующая технология плавки медных концентратов.

В настоящее время на «Надеждинском металлургическом заводе» ОАО «Норильский Никель», действует технологический процесс обработки медных концентратов отражательной плавкой. В состав шихты отражательной плавки входят сульфиды и оксиды металлов, породообразующие компоненты, силикаты, карбонаты и другие соединения.

Физико-химические изменения при плавке связаны с действием высоких температур и химическим взаимодействием между твердыми и жидкими продуктами процесса. В результате нейтральной или слабоокислой атмосферы в рабочем пространстве печи роль печных газов в химизме процесса незначительна. Высокая температура газов, достигающая в плавильной зоне 1550-1600°С, а в конце печи 1250-1300°С, создает благоприятные условия для диссоциации высших сульфидов, оксидов, сульфатов и карбонатов. Реакции диссоциации протекают в основном на откосах печи, там же начинается по мере прогрева шихты взаимодействие между твердыми веществами процесса; это взаимодействие начинается и заканчивается в жидкой ванне печи.

Цель отражательной плавки состоит в сульфидировании меди и переводе ее в штейн при одновременном отшлаковании большей части железа.

1.2 Механизация технологического процесса отражательной плавки.

Конструкции печей для плавки на штейн различаются в зависимости от площади пода, состава и вида перерабатываемого сырья, способа отопления и применяемого топлива. В мировой практике встречаются агрегаты с площадью пода 300–400 м², однако наибольшее распространение получили печи, площадь пода которых порядка 200–240 м². Основные характеристики отражательных печей приведены в (таблице 1).

Техническая характеристика отражательных печей для плавки медных сульфидных концентратов на штейн.

Параметры	Характеристика печей с площадью пода, м ²				
	182 * 1	190 * 3	225 * 1	240 * 3	240 * 2
Основные размеры печи, м:					
длина по ванне	31,8	31,8	32,8	30,6	30,0
ширина по ванне	7,8	8,0	7,6	8,0	8,0
высота от лещади до свода	2,6	2,4	2,6	3,2	3,8
Глубина ванны, м	0,8	1,1	1,0	1,0	0,9
Конструкция подины	Набивная		Арочная		
Способ выпуска штейна	Сифонный		Через шпурсы		
* 1 Свод арочный из магнезитохромита. * 2 Свод арочный из динаса. * 3 Свод распорно-подвесной из магнезитохромита.					

Отражательные печи работают в основном на газовом, реже газомазутном и крайне редко на пылеугольном топливе. Для интенсификации процессов горения топлива на некоторых предприятиях используют дутье, обогащенное кислородом. Для большинства печей применяют торцевую подачу топлива, на ряде агрегатов торцевую подачу комбинируют со сводовым отоплением. При торцевом отоплении обычно используют комбинированные газомазутные горелки, производительность которых по природному газу составляет 1100–1600 м³/ч, по мазуту – до 300 кг/ч. Основное назначение мазута – повышение степени черноты газового факела. В тех случаях, когда нет необходимости в интенсификации внешнего теплообмена в рабочем пространстве отражательной печи, горелки такого типа успешно работают на одном природном газе.

В зависимости от производительности агрегата на печи устанавливают от 4 до 6 горелок. Такое же число горелок устанавливают на печи и при пылеугольном отоплении. Пылеугольные горелки типа «труба в трубе» работают с коэффициентом расхода воздуха порядка 1,1-1,2 и обеспечивают хорошее перемешивание топливовоздушной смеси.

При комбинированном отоплении отражательных печей на своде печи могут быть установлены плоскопламенные радиационные горелки типа ГР, работающие на природном газе с использованием холодного и подогретого до 400 °С воздуха.

Основными элементами отражательной печи (рис.1) являются: фундамент, под, стены и свод, которые в совокупности образуют рабочее пространство печи; устройства для подачи шихты, выпуска продуктов плавки и сжигания топлива; система отвода дымовых и технологических газов, боров и дымовая труба. Фундамент печи представляет собой массивную бетонную плиту толщиной 2,5–4 м, верхняя часть которой выполнена из жаропрочного бетона. В фундаменте обычно имеются вентиляционные каналы и смотровые проходы. Рабочее пространство является основной частью печи, так как в нем протекает технологический процесс и развиваются высокие температуры (1500–1650 °С). Подина (лещадь) выполняется в виде обратного свода, толщиной 1,0–1,5 м. Для кислых шлаков в качестве огнеупорных материалов при кладке пода и стен печи используют динас, для основных шлаков – хромомagneзит. Толщина стен на уровне ванны 1,0–1,5 м, над ванной –0,5–0,6 м. Для теплоизоляции стен обычно используют легковесный шамот. Расстояние

между боковыми стенами (ширина печи) в зависимости от конструкции агрегата изменяется в пределах 7–11 м, между торцевыми стенами (длина печи) 28–40 м.

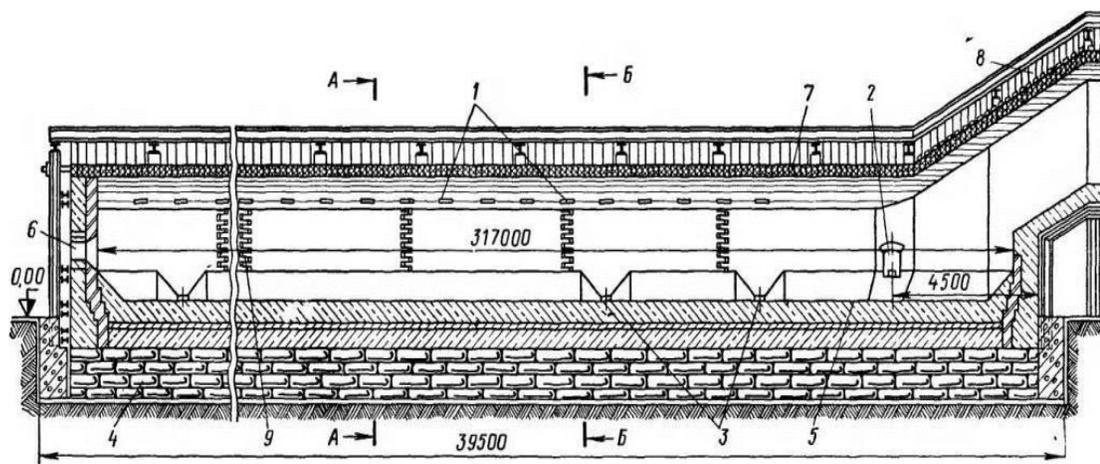


Рис. 1.1 – Общий вид отражательной печи для плавки на штейн 1 — загрузочные отверстия; 2—шлаковое окно, 3 — шпуровые отверстия (для выпуска штейна), 4 — фундамент; 5 — лещадь; 6 — окно для форсунки; 7—подвесной свод, 8 — боров; 9 — температурные швы.

Свод печи является наиболее ответственным элементом ее конструкции, так как о стойкости зависит продолжительность кампании печи.

Свод имеет толщину 380–460 мм и выкладывается из специального магнезитохромитового и периклазошпинелидного кирпича. Как правило, используют распорно-подвесные и подвесные своды. У боковых стен свод опирается на стальные пятовые балки. Для компенсации распирающих усилий создаваемых ванной расплава и сводом, стены печи заключены в каркас, состоящий из стоек, расположенных через 1,5–2 м вдоль стен, скрепленных продольными и поперечными тягами. На концах тяги оснащены пружинами и гайками, которые позволяют компенсировать температурные расширения кладки.

Для загрузки шихты используют специальные отверстия, расположенные в своде через каждые 1,0–1,2 м вдоль боковых стен печи, в которых установлены воронки с патрубками диаметром 200–250 мм. К загрузочным воронкам шихта подается ленточными или скребковыми транспортерами. В некоторых случаях загрузка шихты производится с помощью шнековых питателей или забрасывателей через окна в боковых стенах печи. Загрузочные отверстия имеются по всей длине печи, но шихта подается, как правило, только в плавильную зону.

Конвертерный шлак заливается в печь через окно в торцевой стенке, расположенное над горелками. Иногда для этого используют специальные отверстия в своде или окна в боковых стенах, расположенные вблизи от передней торцевой стенки печи. Для выпуска штейна применяют сифонные или специальные разборные металлические шпуровые устройства с керамическими или графитовыми втулками. Устройства для выпуска штейна расположены в двух или трех местах вдоль боковой стенки печи. Шлак выпускается периодически по мере его накопления через специальные окна, расположенные в конце печи в боковой или торцевой стенке на высоте 0,8–1,0 м от поверхности пода.

Отвод газов из рабочего пространства печи осуществляется через специальный газоход (аптейк), наклоненный к горизонтальной плоскости под углом 7–15°. Наклоненный газоход переходит в боров, который служит для отвода продуктов сгорания топлива в котел-утилизатор или в дымовую трубу. Боров представляет собой горизонтально расположенный газоход прямоугольного сечения, внутренняя поверхность которого выложена из шамота, наружная – из красного кирпича.

Для утилизации тепла отходящих газов в сборном борове отражательных печей устанавливают водотрубные котлы-утилизаторы, которые оборудованы специальными экранами, позволяющими эффективно бороться с заносом и ошлакованием рабочей поверхности котлов, содержащимися в газах пылью и каплями расплава. Для предотвращения сернокислотной коррозии металлических элементов температура газов на выходе из котла должна быть существенно выше 350 С. После котла-утилизатора устанавливают металлический петлевой рекуператор, позволяющий использовать тепло газов, выходящих из котла, для нагрева дутьевого воздуха.

1.3 Анализ техники и технологии действующего процесса.

Анализируя данный технологический процесс и его механизацию можно сделать следующий вывод. Плавка в отражательных печах связана с существенными недостатками:

- 1) Низкая степень десульфурации (получение сравнительно бедных по меди штейнов)
- 2) Большой удельный расход топлива, который составляет примерно 150-200 кг у. т. на тонну шихты.

- 3) Значительное количество дымовых газов на выходе из печи ограничивает возможность их очистки и использования в сернокислотном производстве из-за низкого содержания в них сернистого ангидрида (2,5 %).
- 4) Периодичность процесса.
- 5) Высокая температура отходящих газов; вследствие чего повышается расход топлива.
- 6) Применение ручного труда и вредные условия работы обслуживающего персонала.

2. Обоснование и выбор техники и технологии обработки медных концентратов на «Надеждинском металлургическом заводе» ОАО «Норильский Никель».

До недавнего времени цепочка технологических операций включала в себя окислительный обжиг концентрата или шихты в целом. При этом некоторые технические задачи действительно достигались: снижалось количество серы, многие компоненты шихты (карбонаты, высшие сульфиды) претерпевали качественные изменения, однако в целом подобная практика не является экономически, экологически и технологически высокоэффективной. Прежде всего это объясняется очень низким использованием тепла главных экзотермических реакций процессов. К тому же последующие операции (конвертирование) также нуждались в коренном техническом усовершенствовании.

Современные технологии автогенных плавков позволяют эффективно решать все перечисленные выше проблемы и формировать технологию низкоматериалозатратную, с высоким электросбережением, с высокой комплексностью использования сырья, и как результат с высокой экономической эффективностью.

Наиболее широкое распространение среди новых интенсивных автогенных процессов получили плавки во взвешенном состоянии, разработанной фирмой «Оутокумпу» (Финляндия) для сульфидного медного сырья.

Плавка во взвешенном состоянии на подогретом дутье была осуществлена

в промышленном масштабе финской фирмы «Оутокумпу» на заводе «Харьявалта». В первоначальном варианте для плавки применяли воздушное дутьё, подогретое до 400 - 500⁰С. Начиная с конца 60-х годов, этот процесс по лицензии фирмы «Оутокумпу» стали широко применять на металлургических заводах многих стран. В настоящее время он внедрён более чем на 30 предприятиях для переработки медных, никелевых и пиритных концентратов. Финскую плавку на сегодня можно считать самым распространённым в промышленности и наиболее технологически и аппаратурно отработанным автогенным процессом плавки сульфидных концентратов.

2.1 Общая характеристика автогенных процессов.

Принцип автогенности уже в течение более 100 лет широко используют при окислительном обжиге сульфидных руд и концентратов и конвертировании штейнов.

Широкое внедрение процессов обогащения привело к получению более богатых, но мелких материалов, не пригодных для шахтной плавки. Это вызвало к жизни сначала отражательную плавку, а затем и электроплавку.

Однако в обоих случаях широко распространенных в современной металлургической практике процессах плавка сульфидного концентрата ведётся за счёт поступающих извне источников энергии. Однако в связи с ростом стоимости энергетических ресурсов, проблема эффективного использования теплоты от сжигания сульфидов становится более актуальной.

В основе любого автогенного способа плавки сульфидных медных концентратов лежат экзотермические реакции окисления сульфидов шихты и в первую очередь сульфидов железа.

Таким образом, автогенная плавка по своей сущности является окислительным процессом. При её осуществлении степень десульфуризации можно регулировать в любых заданных пределах, изменяя соотношение между количествами перерабатываемого материала и дутья.

Тепловая работа печей автогенных плавок характеризуется тем, что температура отходящих газов превышает температуру плавления шлаков, составляя не менее 1200 - 1250⁰С. Высокая температура отходящих газов обуславливает большие потери с ними теплоты. Если в пиритном процессе даже

при использовании холодного воздушного дутья теплоты от сжигания сульфидов практически достаточно для ведения процесса плавки, то при автогенной плавке флотационных концентратов обнаруживается значительный её дефицит. Недостаток теплоты может быть восполнен как увеличением статей прихода, так и уменьшением статей расхода в тепловом балансе плавки. Дополнительная теплота для процесса может быть получена за счёт предварительного подогрева дутья.

Необходимая температура подогрева дутья определяется количеством сульфидов, которое может быть окислено по условиям технологии. Как правило, достаточно нагревать воздушное дутьё до $500 - 600^{\circ}\text{C}$. При этом следует иметь в виду, что подогрев дутья может и должен быть осуществлён за счёт теплоты отходящих газов самой плавки.

На основе автогенных процессов могут быть созданы технологические схемы, обеспечивающие минимальные энергетические затраты, высокую комплексность использования сырья и предотвращающие загрязнение воздушного и водного бассейнов.

Применительно к флотационным концентратам автогенные металлургические процессы могут быть организованы по-разному как технологически, так и аппаратурно. С технологической точки зрения эти процессы в первую очередь различаются методом сжигания сульфидов. Мелкие сульфидные концентраты можно сжигать как в распыленном состоянии в газовой фазе (в факеле), так и в расплавах.

Плавками во взвешенном состоянии называют процессы, при осуществлении которых мелкие сульфидные концентраты сжигают в факеле, образуемом при горении сульфидов шихты, подаваемой в раскаленное пространство печи через специальные горелки вместе с дутьём. За счёт теплоты, выделяющейся при горении сульфидов, распыленная шихта нагревается и плавится. Образовавшиеся капли падают на поверхность шлакового расплава, находящегося в отстойной камере, где происходит разделение штейна и шлака.

При осуществлении автогенной плавки в расплаве шихтовые материалы тем или иным способом вводятся вначале в ванну уже имеющегося сульфидно-оксидного расплава, плавятся и растворяются в нём, а затем сульфиды, находясь в жидком состоянии, окисляются подаваемым в расплав дутьём.

Первоначально казалось, что использование при плавке во взвешенном состоянии сильно развитой поверхности мелких концентратов, позволяющее

осуществлять процесс окисления распыленных сульфидов с очень большими скоростями, является достаточным преимуществом, чтобы считать это направление наиболее перспективным. Однако этого условия оказалось недостаточно для создания высокопроизводительного метода плавки, так как производительность агрегатов в конечном итоге определяется не скоростью окисления сульфидов, а другими, более медленными стадиями в сложном комплексе процессов, протекающих при плавке.

Идея использования автогенного процесса для плавки флотационных концентратов на штейн возникла и была впервые почти одновременно опробована в СССР и в США на заводе «Анаконда», получив в дальнейшем широкое распространение во всем мире. В настоящее время можно назвать не менее двух десятков освоенных промышленностью, внедряемых и предлагаемых автогенных процессов.

Первые исследования плавки сульфидных концентратов при сжигании их во взвешенном состоянии были начаты в начале 30-х годов прошлого столетия. Одним из направлений этих исследований предусматривалось сжигание сухих концентратов при вдувании их в газовое пространство печи по образцу сжигания угольной пыли в отражательных печах. Работы выполнялись Рыковым и другими под руководством доктора технических наук В.А. Ванюкова. Предложенный ими вариант автогенной плавки получил название «газ-процесс».

Г.Я. Лейзерович позднее предложил сжигать и плавить сульфидные концентраты в вертикальной шахте с последующим разделением продуктов плавки в горизонтальной части печи. Опытный образец комбинированной печи некоторое время работал на одном из опытных металлургических заводов Урала. Результаты исследований, к сожалению, не доведенных до конца, в дальнейшем были использованы как отечественными, так и зарубежными фирмами, в том числе фирмой «Оутокумпу» (Финляндия), для создания современного процесса плавки во взвешенном состоянии.

2.2 Описание технологии плавки во взвешенном состоянии.

В настоящее время, наиболее важным из направлений развития металлургического производства является внедрение ресурсосберегающих

технологий и оборудования, а также их дальнейшее развитие и усовершенствование. С внедрением в промышленное производство микропроцессорной техники настал новый период современного развития металлургии. Как показывает опыт развития металлургического производства, в течение последних нескольких десятилетий технология переработки медного и никелевого сырья во всем мире совершенствуется на основе разработки и освоения автогенных процессов.

Под автогенным понимается пирометаллургический процесс, в котором необходимый для технологии уровень температур обеспечивается только за счет теплоты, вносимой исходными материалами, и теплоты от экзотермических реакций самого процесса. Автогенный процесс, таким образом, проходит без затрат углеродистого топлива или электроэнергии непосредственно в рабочем пространстве агрегата. Практически в производстве металлов единственной группой реакций, которые могут дать достаточный экзотермический эффект для автогенности процесса, являются реакции окисления компонентов исходного сырья кислородом. Поэтому все автогенные пиропроцессы являются окислительными, для их осуществления требуется подача газообразного кислорода, т.е. кислородосодержащего дутья.

В настоящее время автогенная плавка в производстве меди и никеля получила широкое распространение и на сегодняшний день является одним из наиболее перспективных процессов переработки сульфидного сырья.

Современный металлургический процесс должен обеспечивать:

высокую степень комплексности использования перерабатываемого сырья;

высокую удельную производительность металлургических аппаратов; минимальные энергетические затраты; высокую степень комплексной автоматизации;

максимально безопасные и безвредные условия труда; минимальный выброс в атмосферу вредных газов; наибольшую экономическую эффективность.

Высокая степень комплексности использования сырья является основным и едва ли не самым важным требованием к современной технологии, причем она должна пониматься в самом широком смысле.

Понятие комплексности использования перерабатываемого сырья включает в себя максимально высокое извлечение всех ценных составляющих (медь, никель, цинк, кобальт, сера, железо, благородные металлы, редкие и

рассеянные элементы), использование силикатной составляющей руды.

Перерабатываемые сульфидные руды и концентраты обладают достаточно высокой теплотворной способностью и являются не только источником ценных компонентов, но и технологическим топливом, следовательно, в понятие комплексного использования сырья включает в себя использование его внутренних энергетических возможностей.

Сульфиды по своей теплотворной способности незначительно уступают таким видам топлива, как торф, углистые сланцы, дрова. А если сопоставить количество добываемых в год сульфидных руд, с количеством тепловой энергии, которая может быть получена при их сжигании, то можно получить цифру порядка нескольких миллионов единиц условного топлива.

Конечным итогом увеличения комплексности использования сырьевых материалов должно привести к созданию так называемых безотходных технологий, высшей ступени развития промышленности.

Важным элементом дальнейшего повышения комплексности использования сырья является также использование вторичных энергоресурсов, создающихся при осуществлении главным образом пирометаллургических процессов - физической теплоты отходящих газов, расплавленных шлаков и других нагретых до высоких температур продуктов и полупродуктов.

С повышением комплексности использования перерабатываемого сырья неразрывно связано решение проблемы устранения вредных выбросов в окружающую среду (таких как, накопление всякого рода отвалов (шлаки, хвосты и др.), выбросы SO_2 и других вредных газов, пыли и возгонов, сброса технологических вод фабрик и заводов).

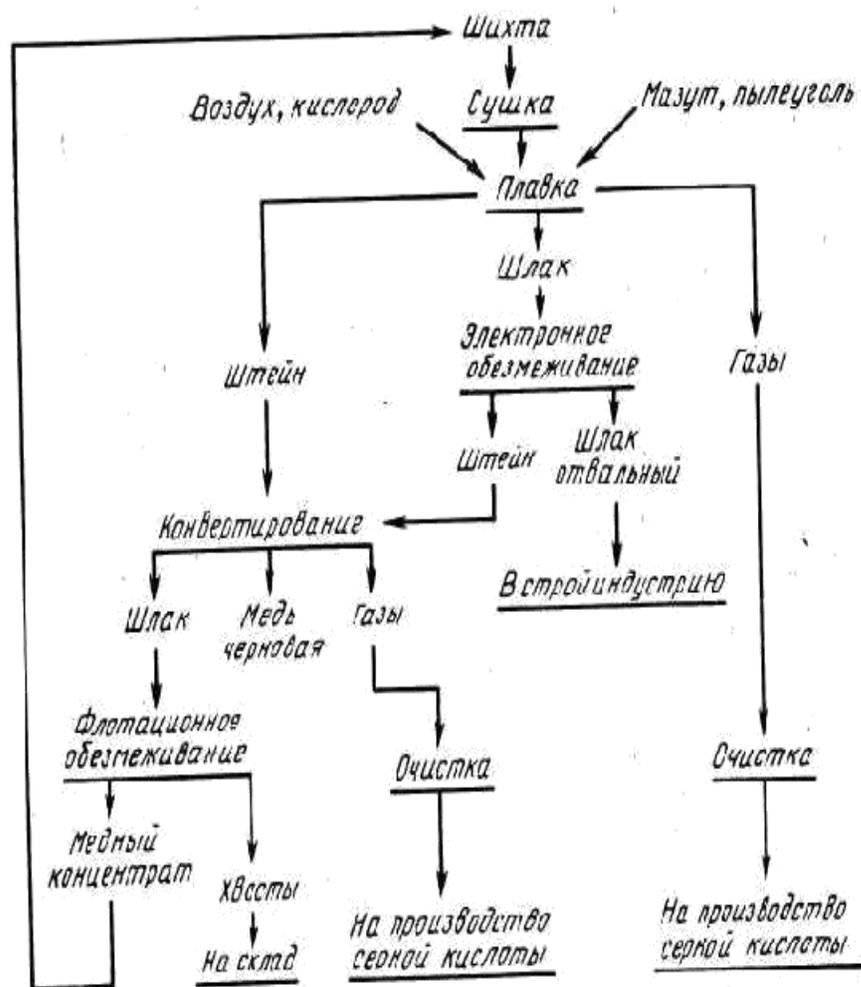
Важную роль в совершенствовании технологии получения цветных металлов играет удельная производительность металлургического оборудования. Перспективно создание непрерывных поточных линий (ряд последовательно установленных агрегатов, работающих в едином непрерывном потоке), тогда степень их автоматизации будет обеспечивать наибольшую удельную производительность металлургического производства.

При выборе технологических и аппаратурных решений возможность создания непрерывных поточных линий должна являться важным критерием их оценки. На основе автогенных процессов могут быть созданы технологические схемы, обеспечивающие минимальные энергетические затраты, высокую комплексность использования сырья и предотвращающие загрязнение воздушного и водного бассейнов.

Анализ тенденций развития взвешенной плавки с подогретым дутьем и кислородно-взвешенной плавки показывают, что различия между этими процессами постепенно сглаживаются. В кислородно-взвешенном процессе исследуется возможность перехода на вертикальный факел горения. В плавке с подогретым дутьем начато использование обогащения дутья кислородом. Таким образом, отличия сохраняются лишь в содержании кислорода, степени нагрева дутья и аппаратурном оформлении. При повышении содержания кислорода в дутье увеличивается содержание в газах SO_2 и в принципе могут быть снижены затраты на их переработку. Однако при этом снижается коэффициент использования теплоты и возрастают затраты на получение кислорода. Выбор оптимального содержания кислорода в дутье должны окончательно решать экономические расчёты для условий конкретного предприятия. Что касается аппаратурного оформления, то и здесь в конечном итоге должны быть найдены близкие оптимальные решения.

Принципиальное единство технологических основ двух разновидностей плавки во взвешенном состоянии порождает общность их достоинств и недостатков. Основными достоинствами процесса являются использование тепла сжигания сульфидов и высокое извлечение серы в газы, богатые по содержанию SO_2 . Главнейшие недостатки процесса: низкая удельная производительность, высокое содержание ценных компонентов в шлаках необходимость глубокой сушки исходной шихты и связанный с этим большой пылеунос.

Технологическая схема плавки во взвешенном состоянии представлена на **рис. 2.2.1**



Технологическая схема плавки во взвешенном состоянии

Рис. 2.2.1

Энергетические расходы при взвешенной плавке, представлены в табл.2.2.1

Энергетические расходы при взвешенной плавке

Статьи расхода	Расход			
	нефти, кг	O ₂ , м ³	электро- энергии, кВт·ч	суммар- ный па- ра, кг
Сушка концентрата	8		4	20
Плавка во взвешенном состоянии	15	100	15	285
Расход пара на нагрев дутья	—	—	—	110
Конвертирование		10	15	96
Флотационное обеднение шлаков	—	—	50	250
Отливка анодов	6	—	2	10
Перегрев технологического пара	9			
Всего:	38	110	86	771

Примечание: на 1 м³ O₂ расходуется 2,1 кг пара; на 1 кВт·ч электроэнергии 5 кг пара.

33

Основные технико-экономические показатели взвешенной плавки с использованием подогретого дутья приведены в табл.2.2.2

Табл.2.2.2

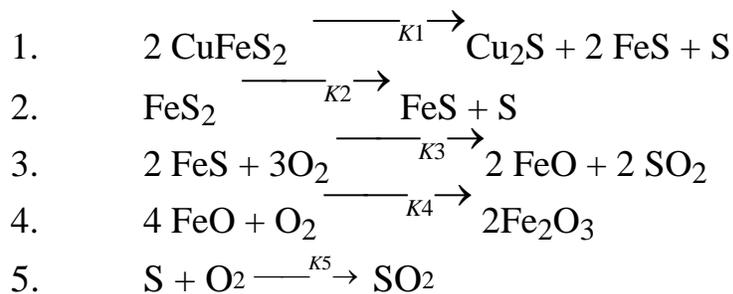
Основные технико-экономические показатели работы ряда заводов, использующих взвешенную плавку с подогретым дутьем

Показатель	«Харьявалта» (Финляндия)	«Саганосеки» (Япония)	«Тамано» (Япония)
Производительность печи, т/сут	900	3330	1280
Удельный проплав, т/м ² *сут	11,9	10,9	9,3
Содержание O ₂ в дутье, %	35-40	22,1	Воздух
Температура дутья, °С	200	900-1000	450
Содержание меди, % в штейне в шлаке (после обеднения)	60 0,85	60 0,52	50 0,56
Содержание SO ₂ в газах, %	18-20	10,3	8-10
Пылеунос	8-10	8-10	8-10
Метод обеднения шлака	Флотация	Флотация	В электрообогреваемом отстойнике

2.3 Режимные параметры взвешенной плавки.

Математическую модель процесса (рис.2.3.1) разрабатывали на основе экспериментально-аналитических методов. Структуру модели при этом определили с позиций детерминистического подхода.

Химизм процесса окисления шихты правомерно представить основными стехиометрическими уравнениями:



Данные уравнения отражают в общем, виде суммарное действие различных химических реакций и представлены в виде, позволяющем учесть основные продукты, получающиеся в процессе плавки шихты на штейн. Скорость окисления сульфидных компонентов шихты лимитируется диффузионными стадиями, а кинетика химических реакций не оказывает существенного влияния на скоростные характеристики процесса. В этих условиях правомерно процесс представить суммой реакций псевдопервого порядка.

При математическом описании плавки шихты дополнительно к рассмотренным положениям использовали ряд упрощающих допущений: все химические реакции протекают в пределах печи и их скорость не зависит от массовых концентраций продуктов окисления; образованием SO_3 в отходящих газах пренебрегаем, так как содержание его в отходящих газах составляет доли процента; скорость окисления не зависит от концентрации сульфидных компонентов в расплаве, так как плавка шихты ведется с получением штейна, то есть процесс окисления протекает со значительным избытком сульфидов.

Математическая модель процесса плавки шихты во взвешенном состоянии на подогретом дутье получили в виде системы уравнений материальных балансов по участвующим в процессе веществам и привели к виду:

$$\begin{aligned}
 C_{\text{Fe}}^{u} * G_{\text{ш}} - 2 * K_3 * C_{\text{O}_2} * O_2^2 - G_{\text{Fe}}^S &= 0 \\
 2 * K_3 * C_{\text{O}_2} * O_2^2 - 4 * K_4 * C_{\text{O}_2} * O_2^2 - G_{\text{Fe}}^{ok} &= 0
 \end{aligned}$$

$$G_{\text{ш}} \cdot \alpha_{\text{O}_2} \cdot 0,3 + G_{\text{ш}} \cdot 0,02609 \cdot 2 \cdot K_3 \cdot C_{\text{O}_2} \cdot \text{O}^2 \cdot 0,86 - 0,1434 \cdot C^{\text{Fe}} \cdot G_{\text{ш}} - 0,437 \cdot C^{\text{Fe}} \cdot G_{\text{ш}} = 0$$

В основе процессов расслаивания расплавов на шлак и штейн лежат явления разделения двух фаз на основании разности удельных масс и коагуляции полидисперсных систем (укрупнение частиц).

При математическом описании разделения расплава на шлак и штейн использовали следующие основные положения и упрощающие закономерности. Закономерности осаждения сульфидных частиц из окисленного расплава описываются следующим уравнением:

$$\frac{dC_i}{d\tau \Delta x} = - \frac{C_i v}{\Delta x}$$

где C_i - концентрация i -того сульфидного компонента в расплаве; v - скорость осаждения сульфидных частиц;
 Δx - высота слоя окисленного расплава.

Скорость осаждения сульфидных частиц в определенных пределах может быть выражена уравнением Стокса:

$$v = \frac{2}{9} g r_{\text{экв}}^2 \frac{\rho_{\text{шт}} - \rho_{\text{шл}}}{\eta}$$

где $\rho_{\text{шт}}$ - плотность частиц штейна;

$\rho_{\text{шл}}$ - плотность частиц окисленного расплава (шлака); g - ускорение свободного падения;

η - вязкость шлака;

$r_{\text{экв}}$ - приведенный (эквивалентный) радиус оседающих частиц.

Полидисперсную систему рассматривали как бидисперсную и при этом динамикой осаждения крупных частиц пренебрегли. Тогда кинетика осаждения мелких частиц за счёт ортокинетической коалесценции (исчезновение мелких частиц за счёт слияния с крупными при осаждении последних с большой скоростью) может быть выражена следующим уравнением:

$$\frac{dn_i}{d\tau} = -Bn_i$$

где n' - содержание мелких частиц в единице объема;

V - аттракционный объем, создаваемый крупными частицами в единицу времени в процессе их осаждения.

Потоки сульфидных частиц при таком представлении рассматриваемых явлений представили как суммы потоков крупных частиц, потоков мелких частиц, не изменяющихся в процессе осаждения, и потоков мелких частиц, осаждаемых при слиянии с крупными частицами. При этом соотношение потока крупных частиц приняли пропорциональным:

$$p = p_0 - p_1 * C_{Cu}^{um}$$

Математическую модель разделения расплава на шлак и штейн получили в виде системы уравнений материальных балансов по участвующим в процессе веществам:

$$\rho_{шл} * V_{шл} * \frac{dC_{Cu}^{шл}}{d\tau} = C_{шл}^{Cu} * G_{шл} - [p * C_{Cu}^{шл} * G_{шл} + \frac{1}{\eta} (e^1 + e^2 * p * C_{Cu}^{шл} * G_{шл}) * C_{шл}^{Cu}] - C_{шл}^{Cu} * G_{шл}$$

В этом уравнении в квадратных скобках представлены потоки сульфидных частиц из зоны разделения в штейн, они определяют состав штейна по уравнению:

$$\rho_{шл} * V_{шл} * \frac{dC_{Cu}^{шл}}{d\tau} = [p * C_{Cu}^{шл} * G_{шл} + \frac{1}{\eta} (e^1 + e^2 * p * C_{Cu}^{шл} * G_{шл}) * C_{шл}^{Cu}] - (G_{шл} + \alpha_{O_2} * G_{шл} - G_{шл} - G_{SO_2}) * C_{Cu}^{шл}$$

Для определения вязкости расплава необходимо дополнительно определять текущее значение содержания SiO_2 в расплаве и его температуру.

Материальный баланс по двуокиси кремния для зоны разделения расплава имеет вид:

$$\rho_{шл} * V_{шл} * \frac{dC_{SiO_2}^{шл}}{d\tau} = C_{шл}^{SiO_2} * G_{шл} - C_{шл}^{SiO_2} * G_{шл}$$

Полученная система уравнений материальных балансов по участвующим в

процессе веществам представлена ниже на **рис. 2.3.1**

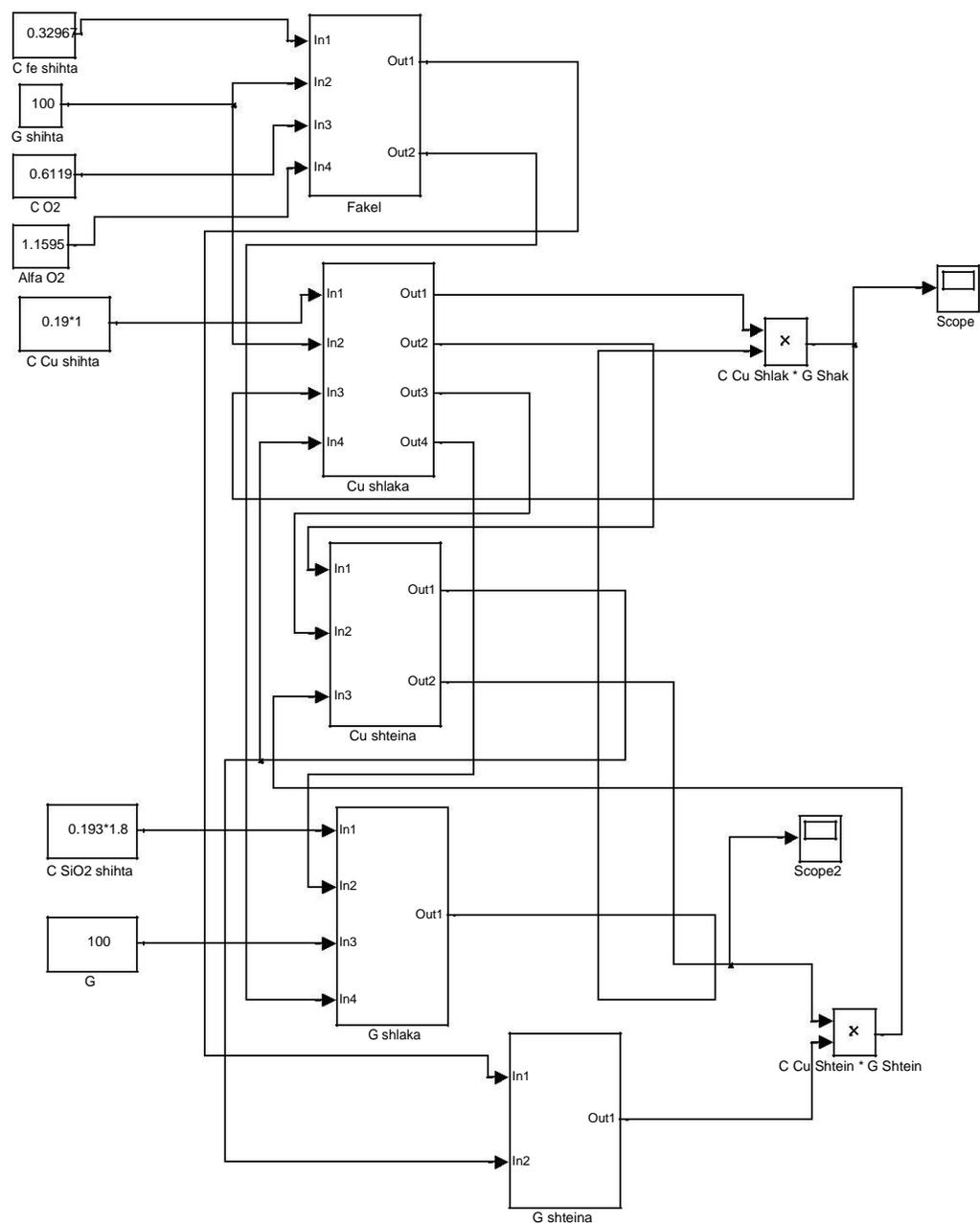


Рис.2.3.1 Математическая модель процесса плавки сульфидного сырья в ПВП

При исследовании полученной модели процесса плавки сульфидного сырья, мы установили следующее:

1. При увеличении содержания меди в шихте, содержание меди в штейне возрастает (**рис.2.3.2**)

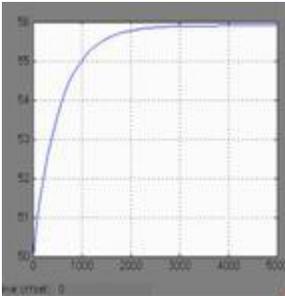


Рис.2.3.2 Характеристика изменения содержания меди в штейне при изменении содержания меди в шихте

2. При увеличении содержания меди в шихте, содержание меди в шлаке возрастает (**рис.2.3.3**)

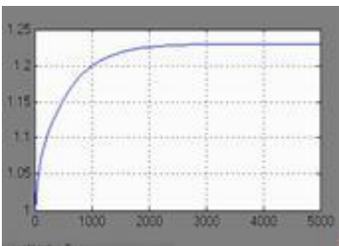


Рис.2.3.3 Характеристика изменения содержания меди в шлаке при изменении содержания меди в шихте

3. При уменьшении содержания меди в шихте, содержание меди в штейне уменьшается (**рис.2.3.4**)

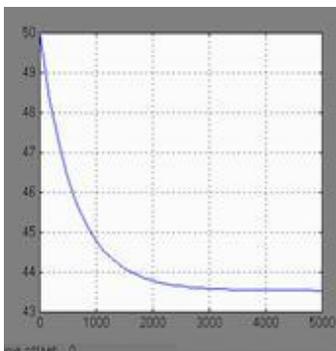


Рис.2.3.4 Характеристика изменения содержания меди в штейне при изменении содержания меди в шихте

4. При уменьшении содержания меди в шихте, содержание меди в шлаке уменьшается (**рис.2.3.5**)

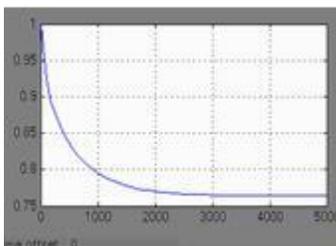


Рис.2.3.5 Характеристика изменения содержания меди в шлаке при изменении содержания меди в шихте

5. При увеличении содержания SiO_2 в шихте, содержание меди в штейне уменьшается (рис.2.3.6)

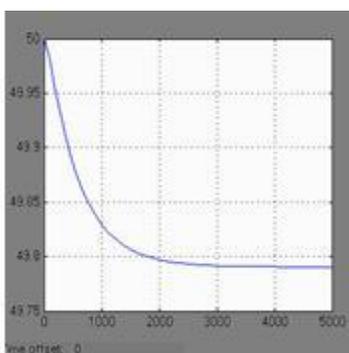


Рис.2.3.6 Характеристика изменения содержания меди в штейне при изменении содержания SiO_2 в шихте

6. При увеличении содержания SiO_2 в шихте, содержание меди в шлаке уменьшается (рис.2.3.7)

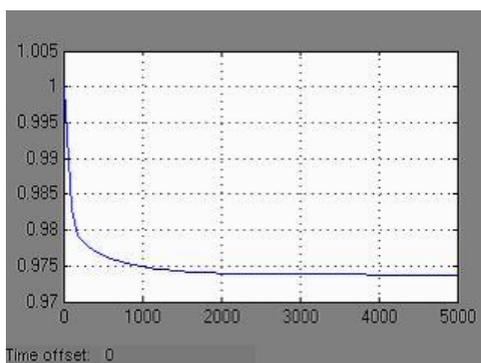


Рис.2.3.7 Характеристика изменения содержания меди в шлаке при изменении содержания SiO_2 в шихте.

Необходимо построить статические характеристики процесса плавки сульфидного сырья.

Табл. 2.3.1

Содержание Си шихты	Содержание Си штейна
15,2	43,53
17,1	46,85
19	50,01
20,9	53,02
22,8	55,91

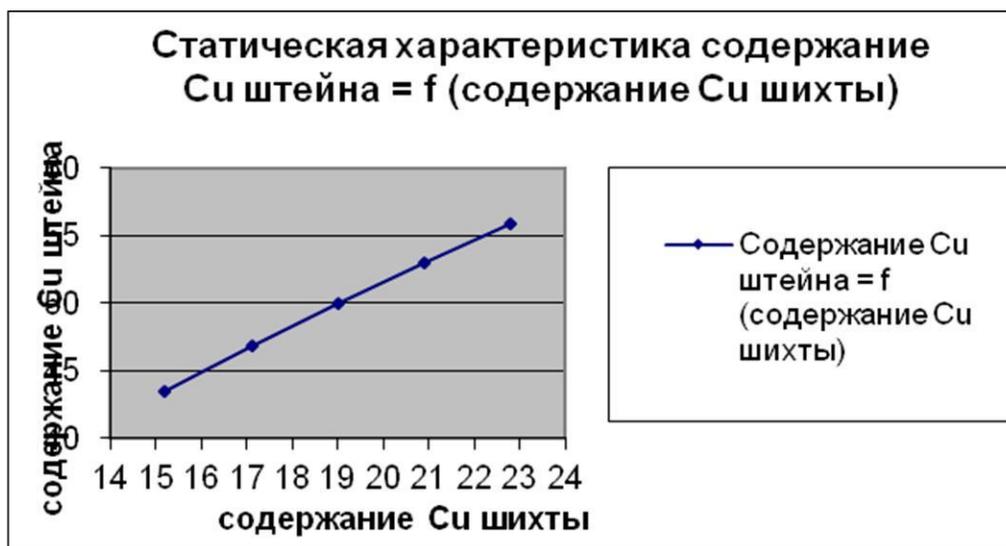


Рис. 2.3.8 Статическая характеристика содержание Си штейна = f

Табл. 2.3.2

Содержание Си шихты	Содержание Си шлака
15,2	0,737
17,1	0,883
19	0,9995
20,9	1,115
22,8	1,23

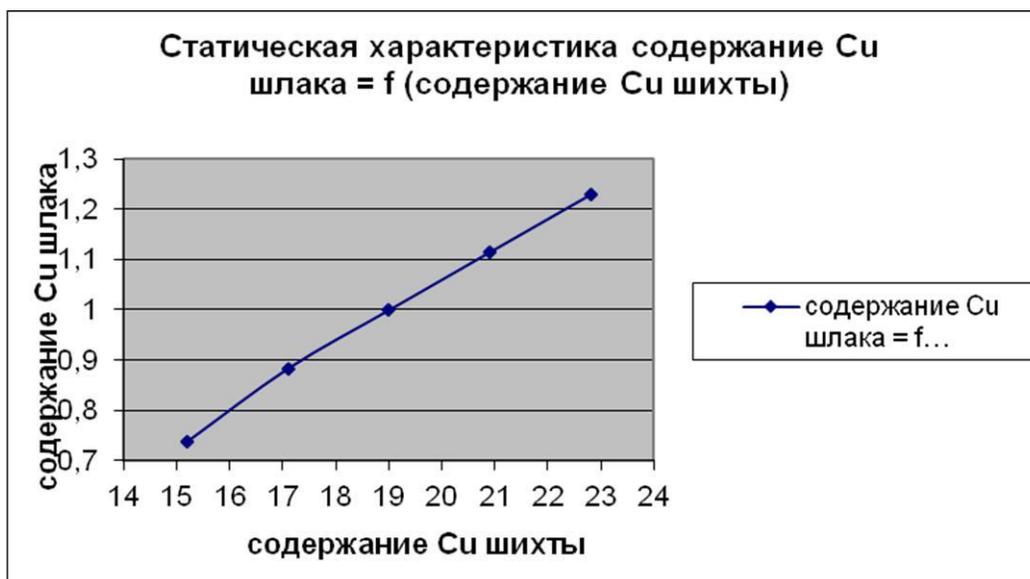


Рис. 2.3.9 Статическая характеристика содержание Си шлака = f (содержание Си шихты)

Табл. 2.3.3

Содержание SiO ₂ шихты	Содержание Cu штейна
0,15	50,12
0,17	50,06
0,19	50,01
0,21	49,95
0,23	49,9
0,25	49,84
0,27	49,79
0,29	49,74
0,31	49,69
0,33	49,64
0,35	49,59
0,37	49,54
0,39	49,49

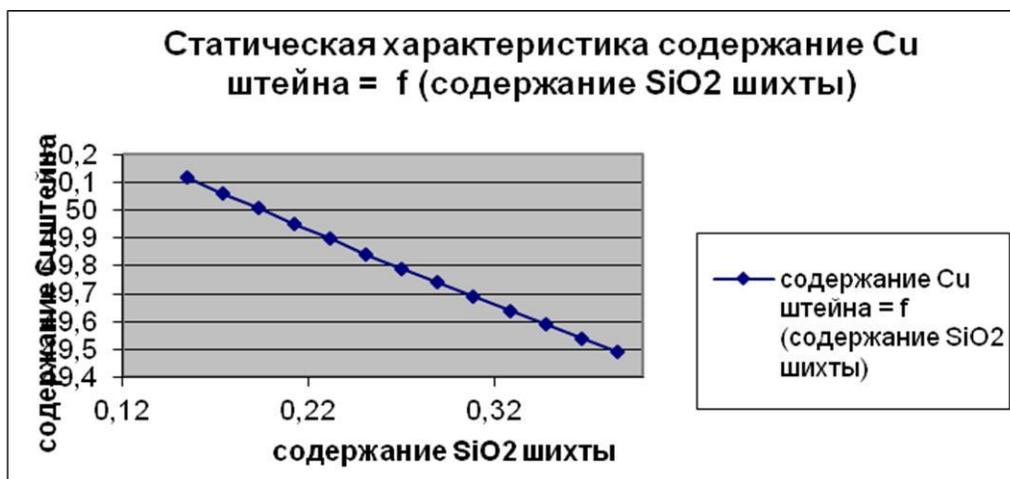


Рис. 2.3.10 Статическая характеристика содержание Cu штейна = f (содержание SiO₂ шихты)

Табл 2.3.4

Содержание SiO ₂ шихты	Содержание Si шлака
0,15	1,013
0,17	1,006
0,19	0,9995
0,21	0,9929
0,23	0,9865
0,25	0,9801
0,27	0,9738
0,29	0,9676
0,31	0,9615
0,33	0,9554
0,35	0,9494
0,37	0,9436
0,39	0,9377

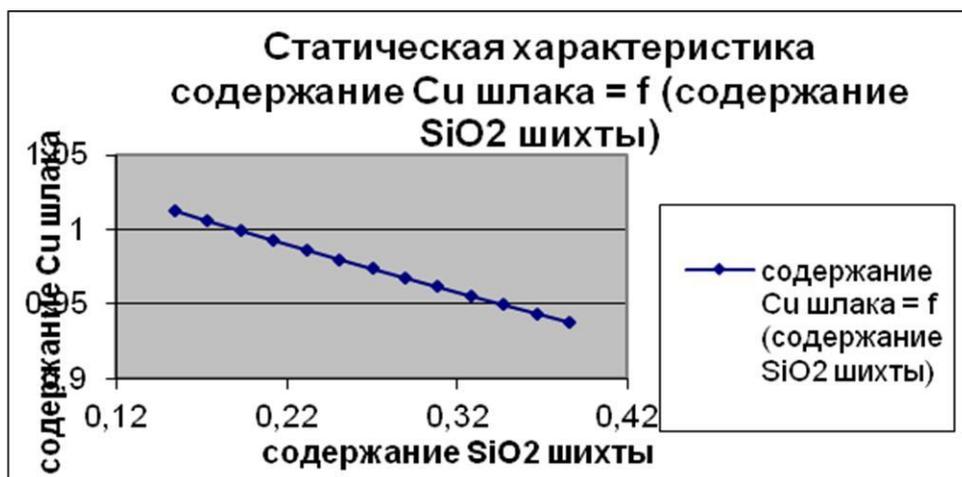


Рис. 2.3.11 Статическая характеристика содержание Si шлака = f (содержание SiO₂ шихты)

Таким образом, при исследовании полученной модели плавки сульфидного сырья в печи взвешенной плавки при увеличении содержания меди в шихте, содержания меди в штейне и в шлаке возрастает и, наоборот, при уменьшении содержания меди в шихте, содержания меди в штейне и в шлаке уменьшается. Однако при увеличении содержания SiO_2 в шихте, содержание меди в штейне и в шлаке уменьшается.

Это соответствует справочным данным, значит, исследования были проведены верно.

Технологический процесс плавки сульфидного сырья в печи ПВП относится к высокоскоростным процессам переработки сырья. При этом формировать типовую структуру управления по возмущению, а именно - состав продуктов переработки (входные управляющие параметры) не представляется возможным по причине большого транспортного запаздывания в системе получения информации о составе продуктов и дискретности получения этой информации. Следовательно, систему управления строим по принципу компенсации возмущений на входе. Структурную схему управления можно разбить на две подсистемы:

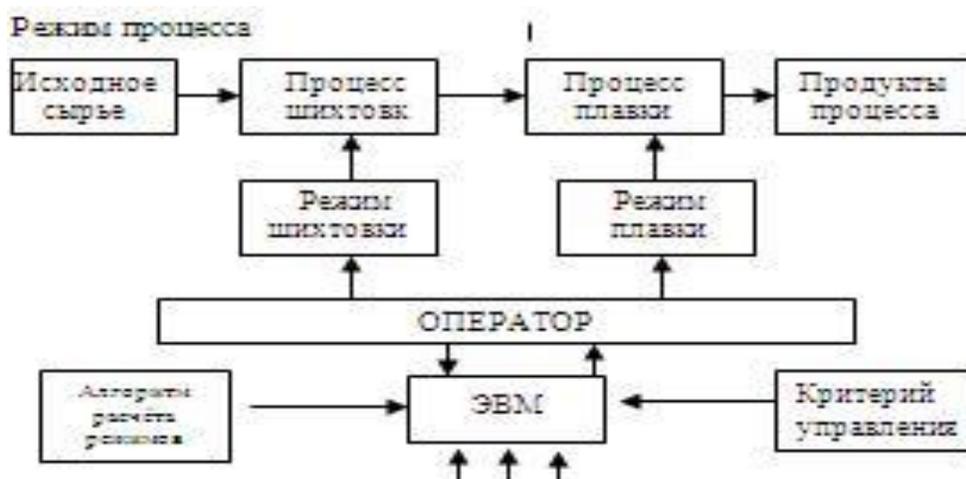


Рис.2.3.12 Блок-схема системы управления процессом плавки ПВП с использованием ЭВМ

Таким образом, из приведённого выше следует, что структурную схему управления можно разбить на две подсистемы:

1. систему шихтовки материалов, которая должна обеспечивать паспортный состав шихты для плавки на оптимальный состав шлака;
2. режим плавки, с помощью которого мы задаём режим управления процессом плавки из условий получения заданного состава штейна по меди, что обеспечит ритмичную переработку штейна на последующих стадиях.

Для обеспечения автогенности процесса требуется система регулирования теплового режима.

В связи с тем, что процессы, протекающие в факеле, практически безинерционны, а жестко выдержать подачу шихты с практически нулевой влажностью затруднительно, следовательно, возникают также ситуации, в которых если расход шихты в какой-нибудь период времени получается меньше заданного, то происходит переокисление расплава, а, следовательно, что ведёт к потерям меди со шлаками.

При избытке шихты по отношению к заданному получается медный по меди штейн. Это приводит к более продолжительному времени переработки такого штейна, а следовательно, к дополнительным расходам. Значит, основная задача заключается в организации управления соотношения шихта - дутьё.

Для организации температурного режима необходимо вводить определённое количество теплового потока с дутьём, то есть при заданном расходе дутья температура дутья должна быть постоянной. Следовательно, температура в печи в факельной зоне должна быть постоянной.

Для того чтобы отработать возмущения, необходима система регулирования, которая бы обеспечивала компенсацию температуры и корректировала расход штеинового потока с дутьем по температуре в факельной зоне. Данная система приведена ниже на **рис.2.3.13**

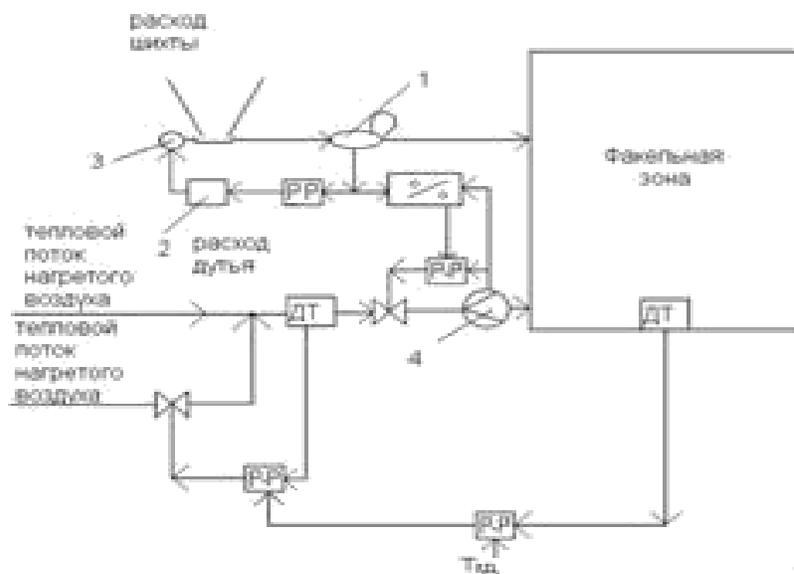


Рис.2.3.13 Схема управления соотношения шихта - дутьё: ДТ - датчик температуры, Р-Р - регулятор; 1 - весоизмеритель, 2 - пульт управления, 3 - электродвигатель, 4 - датчик расхода

Приведенная выше схема является каскадной системой управления температуры, предусматривающая стабилизацию температуры дутья с коррекцией температуры в факельной зоне. Данная система является типовой.

2.4 Анализ предлагаемого технологического процесса и вывод.

Основные преимущества печей для плавки во взвешенном состоянии:

- 1) Непрерывность процесса;
- 2) Более полное использование топлива и восстановителя;
- 3) Совмещение топлива и восстановителя в одном материале и отопления и восстановления в одном процессе;
- 4) Непрерывный выход плава из горна самотёком;
- 5) Отсутствие ручного труда для перегибания шихты и выгрузки плава;
- 6) Высокая интенсивность процесса.

Таким образом, наиболее экономически выгодным путем развития металлургического производства является реконструкция действующих предприятий при максимальном использовании уже имеющегося вспомогательного хозяйства, существующих фундаментов, зданий, сооружений, в частности складов, отделений подготовки и транспортировки шихты,

газоходного хозяйства, транспорта продуктов плавки и т. д. В этом случае переход на новую технологию будет связан только с заменой старой аппаратуры на новую и установкой, при необходимости, некоторой дополнительной вспомогательной аппаратуры. Если при этом удельная производительность новой технологии и аппаратов будет существенно выше старой, то на тех же производственных площадях мощность завода может быть значительно увеличена при минимальных капитальных затратах.

2.5 Механизация технологического процесса взвешенной плавки.

Конструкция печи для плавки во взвешенном состоянии на подогретом дутье достаточно сложна - она сочетает в себе две вертикальные шахты (плавильную и газоход-аптейк) и горизонтальную камеру-отстойник.

Печь взвешенной плавки на штейн с вертикальным расположением технологического факела: 1 - реакционная шахта; 2 - отстойник; 3 - вертикальный газоход (сепарационная камера) **рис.2.5.1**

Тонкоизмельченная шихта, предварительно высушенная до содержания влаги менее 0,2%, подается в бункер шихты. Из бункера шихта двумя скребковыми транспортерами "Редлер" подается через свод реакционной камеры с помощью четырех специальных горелок (рис.2.5.2). Основное назначение горелки - приготовление и подготовка шихтововоздушной смеси для ускорения процесса горения сульфидов. Перемешивание шихты с дутьем достигается разбиванием струи шихты о конус-рассекатель и подачей дутья через воздушный патрубок и распределительную решетку.

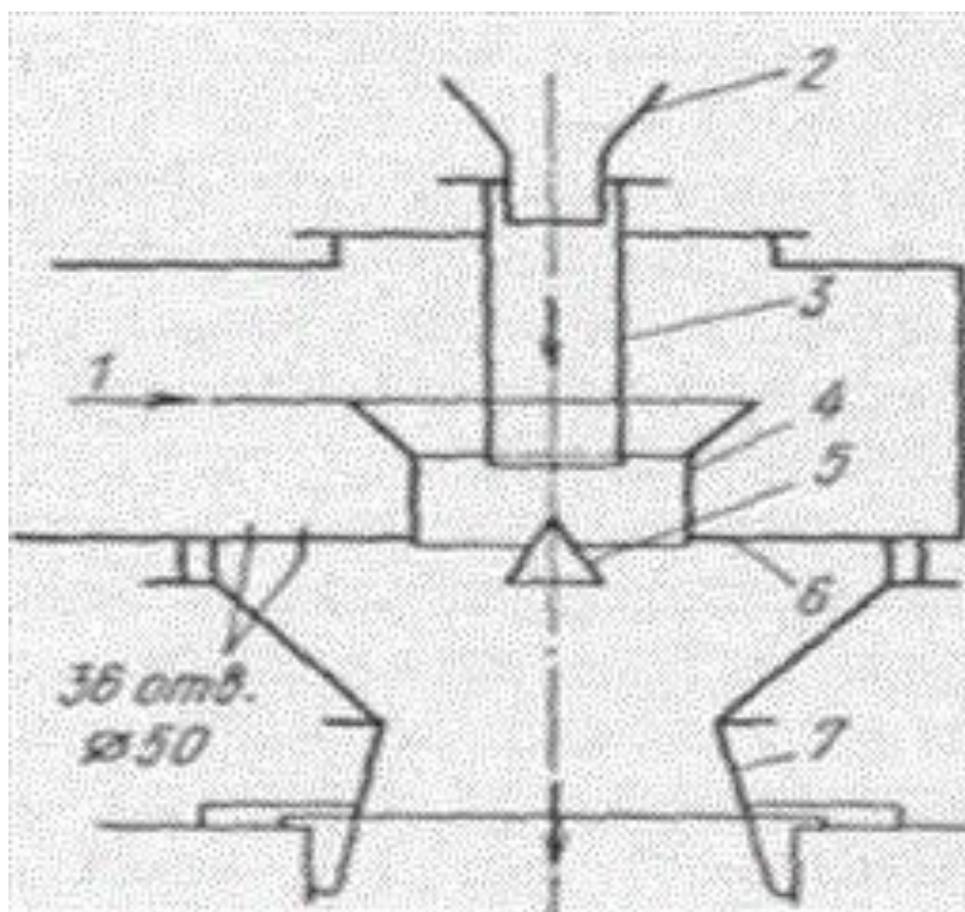


Рис. 2.5.2 Схема горелки печи для плавки во взвешенном состоянии 1 - дутьё; 2 - шихтовая воронка; 3 - загрузочный патрубок; 4 - воздушный патрубок; 5 - конус-рассекатель; 6 - распределительная решётка; 7 - диффузор.

Вся печь финской плавки выполнена в виде кладки из магнезитового кирпича. Футеровка плавильной шахты и аптейка заключена в металлические кожухи из листовой стали. В кладку всех элементов печи заложено большое количество водоохлаждаемых элементов, что позволяет значительно удлинить срок службы агрегата. Аптейк непосредственно сочленён с котлом-утилизатором туннельного типа. В боковой стенке отстойной камеры установлены две медные водоохлаждаемые плиты с отверстиями для выпуска шлака, а в передней торцевой стене - чугунные шпурсы для выпуска штейна.

Основным элементом печи является плавильная шахта, представляющая собой цилиндрическую камеру с внутренним диаметром 3-8 м, высотой 7-12 м и толщиной стен 250-380 мм. Реакционная камера выложена из хромомagneзитового кирпича и заключена в металлический кожух из листовой стали. Чтобы исключить смещение кладки, кожух жестко скреплен с футеровкой и установленными в ней медными водоохлаждаемыми кессонами, которые расположены на стыке шахты со сводом отстойника. Шахта может иметь арочный или распорно-подвесной свод, выложенный из термостойкого кирпича. Свод обычно двухслойным. Второй слой состоит из легковесного шамота толщиной 75-150 мм. Общая толщина свода 525 мм. Сверху кладка закрывается стальным листом, что улучшает герметичность свода и исключает возможность попадания пыли на его поверхность. В своде имеются 4 отверстия для установки шихтовых горелок. Кроме того, в центре свода расположено отверстие для установки горелки, предназначенной для сжигания традиционных видов топлива, и ряд отверстий по периферии для подачи в печь конвертерной пыли.

Отстойная зона печи имеет площадь пода от 40 до 300 м². В конструктивном отношении отстойник аналогичен анодным печам стационарного типа. Внутреннюю футеровку печи отстойника выполняют из хромитопериклазового кирпича. Для наружной кладки применяют шамот. Между шамотной и хромитопериклазовой кладкой по всему периметру печи на уровне ванны установлены медные водоохлаждаемые кессоны. Общая толщина кладки на уровне расплава составляет около 800 мм. Над ванной толщину стен ступенчато уменьшают до 450-600 мм, В торцевой и боковых стенках печи предусмотрено несколько (9-11) шпуровых отверстий для выпуска продуктов плавки. Штейн выпускают в головной части печи, шлак - со стороны вертикального газохода. Выпускные отверстия обычно расположены на разных уровнях; высота шлаковых шпуров над подом составляет 500-600 мм,

штейновых шпуров-25, 100 и 250 мм. В кладке стен предусмотрено 18-20 отверстий для установки горелок природного газа и наблюдения за ходом технологического процесса, расположенных на расстоянии около 4 м от основания подины.

Под печи сооружают из хромитопериклазового термостойкого кирпича в виде многослойной обратной арки. Для его теплоизоляции используют легковесный шамот.

Свод отстойной камеры имеет арочную или, распорно-подвесную конструкцию. Его кладку ведут в два слоя: нижний слой состоит из хромитопериклазового кирпича, верхний - из легковесного шамота или другого теплоизоляционного материала. В кладке свода размещены 8 отверстий диаметром 300 мм для загрузки чугуна и 4 контрольных отверстия диаметром 120 мм для проведения замеров уровня расплава в ванне печи. Отстойник имеет сварной металлический кожух и снаружи заключен в подвижный металлический каркас стоечного типа.

Вертикальная сепарационная камера значительно выше плавильной и имеет прямоугольную форму. Ее длина составляет 9 м, ширина 7 м и высота 17 м. К торцевой стенке камеры примыкает газоход для отвода продуктов сгорания топлива и технологических газов, имеющий в поперечном сечении форму прямоугольника шириной 7 и высотой 6 м. В кладке стен размещены также 2 контрольных люка для осмотра футеровки и несколько (8-10) отверстий для установки фурм, через которые подают газ для восстановления сернистого ангидрида.

Сверху сепарационная камера ограничена распорно-подвесным сводом, который выкладывают из хромитопериклазового кирпича, образующего огнеупорную футеровку толщиной порядка 300 мм. Для утепления свода футеровку покрывают слоем теплоизоляции из легковесного шамота. В центре кладки размещено отверстие для аварийного отвода газов, при нормальной работе печи закрытое крышкой из огнеупорных материалов.

Процесс окисления сульфидов шихты проходит с большим выделением тепла. Поэтому части печи, температура в которых достигает наивысших значений, кессонируют закладными кессонами.

Для кессонного охлаждения применяют химически чистую воду. Несмотря на предпринимаемые меры и кессонное охлаждение огнеупорной кладки печи, она довольно быстро изнашивается. Как показала практика, в течение первых 6-8 месяцев работы: происходит разгар футеровки шахты до

достаточной толщины 50-70 мм. В газовом объеме отстойной части печи толщина футеровки в течение 1,0-1,5 лет становится равной 0-100 мм с полным выкрашиванием в связи с потерей связки. Кессоны этой части печи работают в гарнисажном режиме.

Наиболее перспективным для агрегатов автогенной плавки являются охлаждаемые элементы, полученные из высокотеплопроводного материала, с увеличенной толщиной стенки со стороны расплава. Достаточная толщина стенок и высокая теплопроводность медного проката предотвращают или значительно снижают возможные последствия кратковременных отклонений от стационарных тепловых условий - локальных тепловых ударов, обеспечивая быстрое растекание тепла по всей массе кессона.

Расположение и число кессонов на агрегате должны отвечать некоторому оптимуму, поскольку чем чаще поставлены кессоны в футеровке, тем больше кладка выдержит воздействие со стороны рабочего пространства печи и тем значительнее теплотери с охлаждением, что неблагоприятно действует на тепловой баланс и технико-экономические показатели плавки. Удачно выбранные расстояния между кессонами и режимы охлаждения на финских печах взвешенной плавки продлевают кампанию до 3-4 лет без остановки на капитальный ремонт. Однако после выработки футеровки до определенной толщины износ ее значительно замедляется, так как образуется гарнисаж (пропитка остаточной толщины расплавом), который продолжает исполнять роль футеровки.

В большинстве случаев механические усилия в футеровке возникают вследствие изменения теплового режима печи, включая режим сушки и разогрев воды в огнеупорах. В инерционный период разогрева печи, когда тепловой импульс еще не достиг противоположной стороны стенки, внутренняя (прогретая) часть огнеупорной кладки испытывает температурную деформацию, а со стороны непрогретой части кладки - реактивное противодействие этой деформации. Величина теплового импульса, определяющего температурную деформацию, размер прогретых зон кладки, термомеханические свойства материалов футеровки, при определенных ситуациях способствуют разрушению кладки.

Вследствие этого сушка и разогрев материалов должны осуществляться согласно расчётному графику. Критическая скорость разогрева огнеупорных образцов, превышение которых образует сколы:

для магнезитовых огнеупоров - 3 град/мин,

для хромомagneзитовых - 8 град/мин.

С целью продления межремонтной кампании разработана методика защиты внутренних поверхностей печи и составы защитных покрытий. Определены оптимальные режимы, при которых происходит образование гарниссажа. Принятые меры позволили продлить работу печи от одного капитального ремонта до другого.

Разработан торкрет-аппарат со смачиванием огнеупорной массы на выходе из сопла. Его основные характеристики:

давление воздуха 0,58-0,6 МПа;

объем камеры сухой массы 0,2 м³

давление жидкости в сопле 0,28-0,32 МПа.

Огнеупорный слой толщиной 50-70 мм наносят в ячейки кожуха печи путем подачи торкрет-массы через специально предусмотренные ремонтные люки в горизонтальном направлении с расстояния 8-9 м.

Решающее влияние оказывает правильно подобранный состав торкрет-массы, обеспечивающий хорошую прилипаемость к кожуху при большом расстоянии торкретирования, удовлетворительную стойкость при определенной толщине слоя, обеспечивающего защиту металлических полок.

Положительные результаты были получены при использовании торкрет-массы на шве хромомagneзита. Жидкая масса состоит из жидкого стекла и воды.

Наибольшая толщина при торкретировании за один раз получена при следующих условиях:

1. отношение основных составляющих: мертель - хромомagneзитовый порошок - кремнефтористый натрий = 1:15:0,003.

2. жидкость для смачивания: жидкое стекло: вода = 1:3.

3. плотность массы 2,50 г/см³. При данных плотности и толщине слоя в 58-65 мм получается максимальной коэффициент прилипания 85%. Содержание в слое крупных частиц 45% (2-3 мм), средних 20% (2-0,5 мм) и мелких 35% (< 0,5 мм).

Исследования поведения торкрет-слоя показали, что в зонах с максимальной температурой (шахта) торкрет-слой в течение первых часов работы скалывается на 0,25-0,3 толщины от резкого термического напряжения при нагреве, затем во вторую, третью декаду работы происходит его покрытие гарниссажем (10 мм); далее слой, уложенный в ячейке, не разрушается. На кожухах с меньшими тепловыми нагрузками торкрет-слой деформируется в

меньшей степени, скалывается 0,2 части толщины, далее идет замещение на настывль (гарнисаж), затем стабилизируется и не разрушается.

3. Строительство и эксплуатация металлургических печей.

При капитальном ремонте печи необходимо разобрать ~ 10000 тонн старой кладки и столько же уложить новых огнеупорных изделий, при этом высота подъема материалов достигает 60 м. Поэтому на ремонте печей все более широкое применение находят механизмы для погрузочно-разгрузочных работ, транспортирования материалов, ломки старой кладки. Огнеупорные изделия доставляют на заводские и цеховые склады на железнодорожном и автомобильном транспорте. Для перевозки материалов на небольшие расстояния, для перегрузки и штабелирования пакетов и контейнеров с огнеупорными изделиями применяют самоходные авто- и электропогрузчики.

Автопогрузчик - это автомобиль, снабженный гидроподъемником грузоподъемностью до 3 т. Наибольшая высота подъема материалов —4 м.

Электропогрузчик - аккумуляторная машина с гидроподъемником грузоподъемностью до 1,5 т. Наибольшая высота подъема груза - 2,75 м.

Ленточные транспортеры применяют для транспортировки кирпича или кирпичного лома в горизонтальном и наклонном направлениях. Транспортеры можно устанавливать последовательно по одной оси и под углом друг к другу.

Рольганги металлические неприводные служат для передачи кирпичей и блоков на короткие расстояния с уклоном вниз под действием собственного веса груза. Для поштучного подъема кирпича на высоту 50 м и более применяют полочные элеваторы, сдвоенные ленточные и канатно-корзиночные транспортеры. Канатно-корзиночный транспортер состоит из стального каната, к которому прикреплены корзинки вместительностью 1-2 кирпича. Таким транспортером можно подавать кирпичи на расстояние 200-300 м по горизонтали и до 60 м по вертикали.

С переходом на пакетную подачу огнеупоров к рабочему месту широкое распространение получили строительные шахтные и двухстоечные подъемники, стреловые мачтовые подъемники с вращающейся стрелой. Эти грузоподъемные машины применяют для строительства и ремонта дымовых труб, доменных

печей, воздухонагревателей.

Тельферы или электрические тали применяют для подъема груза от 0,5 до 2 т на высоту до 12 м и перемещения его по подвесному монорельсу.

Домкраты используют при укладке блоков горна доменной печи для прижима их друг к другу.

При разборке и выемке разрушенной кладки из печи применяют экскаваторы, бульдозеры, скиповые подъемники, наклонные балки с контейнером, скреперные установки с лебедкой

Растворосмесители для приготовления огнеупорных растворов имеют бак емкостью 40, 80 или 150 литров, смонтированный на тележке.

Производительность смесителя с баком 40 литров составляет $0,3 \text{ м}^3$ раствора в час, с баком 150 литров – 1 м^3 в час.

Пневматический растворонасос может подать раствор по трубам диаметром 50 мм и гибким резиновым шлангам на расстояние 150 м по горизонтали и 50 м по вертикали.

При ремонтах печей применяют пневматические отбойные и бурильные установки для разборки старой кладки и для изготовления шпуров при взрывных работах, трамбовки для набивных масс и электрические вибраторы для уплотнения бетона.

3.1 Организация строительных работ.

Проект организации работ по строительству промышленных печей предусматривает все основные вопросы строительного производства. Он содержит:

1. Краткую техническую характеристику стоящегося объекта и описание конструкций и материалов;
2. Ведомость объемов работ по конструктивным элементам;
3. Ведомость потребности в основных строительных материалах;
4. Ведомость металлических конструкций и оборудования;

5. Ведомость вспомогательных материалов;
6. Календарный план строительства и подготовительных работ;
7. График завоза основных строительных материалов, печных механизмов и оборудования;
8. Ведомость строительных механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов для производства работ;
9. Стройгенплан;
10. Чертежи временных сооружений и приспособлений;
11. Краткую пояснительную записку, включающую обоснование принятых методов и последовательности работ, графика строительства, данные об источниках и порядке покрытия потребности в рабочей силе, материалах, механизмах, транспорте.

Проект организации работ составляется на основании следующих документов:

- Рабочих чертежей металлургических печей;
- Генерального плана строительства;
- Планов цехов, в которых расположены печи;
- Договора со сметой на строительство объектов;
- Титульного списка со сроками строительства;
- Монтажа и пуска в эксплуатацию отдельных объектов;
- Технических условий на производство работ;
- Данных о местных условиях, могущих влиять на производство работ;
- Данных о сроках поступления на строительную площадку материалов, металлических конструкций и оборудования.

Производство по огнеупорной кладке новых промышленных печей разрешается лишь при наличии рабочих чертежей. До начала кладки должны быть проверены и приняты по акту фундамент и смонтированный каркас. При

приемке фундамента проверяют горизонтальность его верхней поверхности, размеры, разбивку осей и т.д. К акту на приемку фундамента прилагают акты, подтверждающие правильность постройки фундаментов, расстановки и глубины заложения арматуры, применяемых материалов и т.д. Кроме этого прикладывают документы характеристики грунта основания, о допускаемом давлении на грунт, уровне грунтовых вод, их агрессивности и т.п.

Огнеупорный кирпич, применяемый для кладки элементов печи, должен соответствовать сорту, классу, марке, указанным в проекте печи.

3.2 Классификация и общая характеристика ремонтов.

Ремонтом называется частичная замена или восстановление отдельных изношенных узлов, частей и элементов печи для продолжения нормального производственного процесса. Ремонт является неотъемлемой частью функционирования производства. Систематические ремонты обеспечивают продление срока работы печи, повышают производственные и технико-экономические показатели работы.

Ремонты классифицируются по объему ремонтных работ на текущие и капитальные.

Текущие ремонты – основной вид ремонта обеспечивающий бесперебойную работу печи на протяжении рабочей компании. Они делятся на 4 категории:

- горячий ремонт (ГР);
- малый холодный ремонт (МХР);
- средний холодный ремонт (СХР);
- большой холодный ремонт (БХР).

Горячий ремонт имеет наименьший объем работ и проводится на печи в горячем состоянии без отключения топлива (но снижают его расход, температуру в рабочей камере). При горячем ремонте производится замена отдельных изношенных узлов и деталей, восстановление небольших участков

ограждений (участка свода, стены и т.д.). Периодичность ремонтов зависит от стойкости быстро изнашиваемых частей печи (от нескольких суток до нескольких недель и даже месяцев. Например, горячий ремонт доменной печи производится 2 раза в год). Продолжительность ремонта от нескольких смен до нескольких суток.

Текущий холодный ремонт имеет существенно больший объем и производится при отключенном топливе и охлажденной футеровке. Холодный ремонт начинается от момента прекращения подачи топлива и завершается разогревом печи (достижением рабочей температуры).

Периодичность текущих холодных ремонтов колеблется от 30-35 суток для конвертеров и до нескольких лет для нагревательных и обжиговых печей. Текущие холодные ремонты производят специализированные организации (ЦРМП, ремонтно-механические цехи и др.).

Капитальный ремонт производится когда дальнейшая эксплуатация печи становится нецелесообразной из-за ухудшения технико-экономических показателей. Капитальные ремонты подразделяются на ремонты I, II и III разряда. При этом капитальный ремонт I разряда – самый значительный и может включать модернизацию печи. При капитальном ремонте печи производят полную ее разборку, замену и восстановление изношенных узлов и элементов. Периодичность капитальных ремонтов от 2 до 10 лет. Продолжительность капремонтов от 5 до 35 суток при восстановительных ремонтах возрастает до 30-70 суток при одновременной реконструкции.

Подготовка к ремонтам начинается с обследования печи в период ее работы. Результаты обследования заносят в паспортную книгу. На их основе заводской комиссией составляется акт о техническом состоянии печи и фундамента, характере, объеме и времени предстоящего ремонта. Акт служит основой для составления ведомости дефектов. В ней указывается характер повреждения и объем ремонта по каждому элементу конструкции, какие детали следует изготовить новые, какие отремонтировать.

На основании ведомости дефектов цех подготавливает техническое задание на рабочий проект капремонта, который выполняет ПКО завода. Для своевременного заказа огнеупоров и оборудования ПКО составляет график выпуска рабочих чертежей. Заявки на огнеупоры, мертели, углеродистые блоки оформляют не позднее чем за год до остановки печи по спецификациям ПКО.

За 4-6 месяцев до остановки печи проект и смету передают исполнителю ремонта, который разрабатывает ППР (проект производства работ) и график ремонта.

Проект производства работ состоит из следующих документов:

1. Пояснительной записки, включающей методы и особенности ремонта, выбор механизмов, расчет количества рабочих, последовательность работ, мероприятия по технике безопасности и пр.
2. Ведомости в потребности строительного-монтажного оборудования.
3. Ведомости в рабочей силе
4. Ведомости в металле и др. материалах для временных сооружений и приспособлений, установки механизмов.
5. Графика подготовительных работ.
6. Графика ремонтов.
7. Плана расположения механизмов, складов и др. временных сооружений.
8. Схемы временных перекрытий внутри печи, чертежи перекрытий.
9. Чертежей по организации разборочных, огнеупорных и монтажных работ, в том числе по вспомогательным устройствам
10. Графика грузопотоков.
11. Схемы выпуска жидкого козла и разделки оставшейся лещеди (для ремонта доменной печи).
12. Технологической карты на ремонт и замену отдельных узлов печи и на ремонт кладки.

Технологическая карта представляет собой чертеж, на котором изображается кладка, рабочее место огнеупорщиков, расположение материалов и средств доставки. В карте должна быть отражена последовательность работ по кладке и контроль качества кладки в соответствии со СНиПом или техническими условиями.

3.3 Ввод в эксплуатацию печей после их строительства и ремонта.

Ввод печи в эксплуатацию (пуск) складывается из двух основных этапов, подготовительных работ к пуску, сушки и разогрева печи до рабочего состояния.

Подготовка печи к вводу в эксплуатацию.

Следует отметить, что независимо от проведенных в ходе строительства и монтажа проверок перед пуском вновь проверяют правильность и качество выполнения основных элементов и узлов печи. Проверяют состояние температурных швов в кладке; они должны быть очищены от раствора и боя кирпича и заложены выгорающими прокладками. Проверяют наличие зазоров для свободного расширения кладки а также правильность выполнения специальных устройств для компенсации температурных расширений элементов печи, рекуператоров и т. д.

В водоохлаждаемые элементы пускают воду; проверяют проходимость водопроводов и промывают их до появления осветленной воды. Независимо от проведенной ранее проверки плотности осмотром проверяют: нет ли течи, особенно внутри печи; нормально ли поступает вода ко всем водоохлаждаемым элементам печи, механизмам, системе гидросмыва окалины; уходит ли вся вода в канализацию; проверяют исправность действия всех задвижек, вентилях и кранов и соответствие их нумерации, нанесенной краской или с помощью бирок, нумерации труб сливных коллекторов. Проверяют работу насоса для откачки воды из приемков (если установка такого насоса предусматривалась проектом). Заливают водой гидравлические затворы водоотводчиков от газо-проводов (если их установка предусмотрена проектом); подачу воды регулируют так, чтобы она вытекала в сигнальную воронку водоотводчика небольшой струей.

Подготавливают по специальной инструкции систему испарительного охлаждения элементов печи. При наличии такой системы водяное охлаждение предусматривают как резервное. Проводят опробование всех механизмов печи. Перед опробованием убеждаются в наличии масла в редукторах, подшипниках и других смазываемых частях.

Механизмы для загрузки, выгрузки и перемещения металла по печи проверяют сначала вхолостую, а затем проводят холодные опробования, пользуясь отдельными заготовками или слитками.

Перед сушкой и разогревом обычно загружают металлом только толкательные методические печи во избежание выпучивания подовых плит, труб или брусьев. В печах с монолитным подом металл заталкивают на подовые плиты, а в печах с нижним обогревом - на подовые трубы, не доводя до монолитной части пода на 0,5 - 1 м.

Проверяют соответствие проекту, правильность монтажа горелок (основных и временных) и форсунок, соосность и чистоту выходных отверстий для газа и воздуха в горелках, а также выходных отверстий для мазута и распылителя в форсунках.

Проверяют:

- наличие всех предусмотренных проектом на газомазуто-воздухопроводах запорных и регулирующих устройств, компенсаторов, продувочных свечей и штуцеров, отводов к измерительным приборам, отводов для спуска конденсата и т. п.;
- правильность выбора и установки измерительных диафрагм на газовоздухопроводах;
- наличие, правильность выполнения и чистоту всех предусмотренных проектом гляделок, запальных отверстий, а также отверстий в кладке и штуцеров на газовоздухопроводах для установки как стационарных, так и временных контрольно-измерительных приборов и отборных устройств, требующихся для проведения пусковых и наладочных работ.

По окончании осмотра и очистки, лазы в трубопроводах закрывают крышками (вырезные лазы заваривают), ложные окна и лазы в печь и борова, кроме необходимых для растопки, закрывают огнеупорной кладкой или металлическими крышками.

Если сушат и разогревают сначала только одну из нескольких печей, остальные печи отключают от дымовой трубы с помощью регулировочных дымовых клапанов. Зазор между языком клапана и рамой или кладкой нужно временно заделывать кирпичом.

В период подготовки к пуску проводят контрольную опрессовку газопроводов со всем установленным на них оборудованием. Для опрессовки пользуются сжатым воздухом, давление которого должно быть равно предусмотренному проектом рабочему давлению в газопроводе.

Непосредственно вслед за опрессовкой проверяют на проходимость на ощупь или по звуку проходящего воздуха в горелки и продувочные свечи поочередным открыванием и закрыванием перед ними отключающих устройств.

При применении в качестве защитной среды взрывоопасного газа проверяют наличие нейтрального продувочного газа в газгольдере или другой емкости, а также исправность действия аппаратуры, установленной на линии продувочного газа.

Мазутопроводы продувают (обычно за сутки до включения форсунок) паром или сжатым воздухом, если он является распылителем.

Проверяют работу дутьевых, рециркуляционных и вытяжных вентиляторов, эксгаустеров, дымососов, воздуходувок.

Сушка и разогрев печи

К сушке печи приступают после выполнения всех подготовительных работ при условии создания устойчивой тяги, обеспечивающей удаление продуктов сгорания из печи через дымовую трубу или дымососы.

Проверяют, подготавливают к работе и опробуют стационарные контрольно-измерительные приборы, регуляторы, схемы дистанционного управления и сигнализации.

В дополнение к стационарной аппаратуре устанавливают временные контрольно-измерительные приборы, необходимые для проведения сушки и разогрева печи.

При большом числе дополнительных термопар предусматривают установку резервного многоточечного регистрирующего потенциометра, который используют в дальнейшем для целей наладки и исследования печей. Рабочий конец временной термопары устанавливают так, чтобы он выступал

внутри печи не менее чем на 100 мм от кладки.

В низкотемпературных печах, оборудованных камерами сжигания, временные термопары на период сушки и разогрева устанавливают в камерах сжигания.

В тех случаях, когда для кладки печи применяют материалы, отличающиеся малой термостойкостью (корундовые блоки), в такую кладку также следует устанавливать временные термопары, так как их скорость разогрева и охлаждения должна быть регламентирована.

Керамические рекуператоры, дымоходы и борова печей сушат обычно одновременно с печью отходящими продуктами сгорания по режимам, соответствующим режимам сушки и разогрева рабочего пространства печи.

Для контроля за температурным режимом сушки и разогрева рекуператора на дымовой стороне непосредственно перед или за ним устанавливают временную термопару.

В случае выполнения борова из жаростойкого бетона, сушку и разогрев ведут по специальному режиму. Для контроля за его соблюдением предусматривают установку временных термопар в начале и в конце борова по ходу продуктов сгорания, а также перед входом в дымовую трубу. В указанных местах устанавливают по две термопары, одну в нижней, другую в верхней части боковой стены борова, прикрепляя рабочие концы термопар к поверхности бетона.

Температуру в дымовой трубе контролируют с помощью временной термопары, рабочий конец которой помещают на расстоянии не менее 3 и не более 5 м от уровня ввода продуктов сгорания и на 300 - 400 мм от поверхности кладки трубы. Если у трубы имеются два или более вводов, то термопары помещают над каждым из них.

Кроме измерений температуры контролируют давление (разрежение) в рабочем пространстве до и после рекуператоров, пользуясь стационарной аппаратурой (или переносными тягомерами).

Дымовую трубу сушат с помощью костра или временной горелки по режимам, назначаемым в зависимости от ее размеров, конструкции и периода кладки (зимний, летний). Независимо от проведенной ранее сушки трубы для

создания устойчивой тяги обычно за сутки до начала сушки печи в непосредственной близости от трубы через лаз в борова разводят костер или зажигают временную газовую горелку, установленную у основания трубы.

Большинство современных печей, оборудованных мощными горелками и форсунками, сушат, пользуясь временными диффузионными горелками в качестве топлива используют коксовый или природный газ. При отсутствии газа высокой теплоты сгорания для сушки применяют дрова.

В виде исключения при отсутствии газа высокой теплоты сгорания для сушки пользуются смешанным низкокалорийным газом. Непременным условием при такой сушке является обеспечение постоянной теплоты сгорания и стабильного давления смешанного газа.

Печи с горелками небольших размеров или с нагревателями (радиантными трубами, электронагревателями) сушат и разогревают, используя основные источники тепла.

Продолжительность сушки и разогрева печей после строительства устанавливают в зависимости от общего объема и толщины кладки, вида огнеупорных материалов, времени года строительства, сложности конструкции и других факторов.

Нагревательные и термические печи небольших размеров сушат и разогревают, принимая следующие скорости разогрева: при объеме кладки до 20 м^3 со средней скоростью в 50 град/ч; свыше 20 до 50 м^3 35 град/ч; свыше 50 до 100 м^3 25 град/ч. Крупные печи, такие как многозонные методические с керамическими рекуператорами, кольцевые, протяжные башенные, рекуперативные нагревательные колодцы и т. п., сушат и разогревают после строительства со средней скоростью от 5 до 10 град/ч. А после холодных капитальных ремонтов с полной заменой кладки сушат и разогревают обычно со скоростью 15-25 град/ч.

В методических печах с монолитным подом, выложенным из литого корунда, сушку корундовых блоков до температуры 150-200°C осуществляют со скоростью 10 град/ч с последующей восьмичасовой выдержкой. Дальнейший подъем температуры или охлаждение осуществляют как при первичном разогреве, так и в процессе эксплуатации с таким расчетом, чтобы температура в блоках из корунда изменялась не быстрее чем 30—40 град/ч.

Сушку и первый разогрев печей и боровов из жаростойкого бетона ведут особенно осторожно по специальному режиму и начинают после того, как бетон достигнет проектной прочности, но не ранее, чем через 3 суток для бетонов на глиноземистом, периклазовом цементах и на жидком стекле и 7 суток для бетонов на портланд-, шлакопортланд- и высокоглиноземистом цементах

При сушке и разогреве печей, выложенных из штучных огнеупоров, после включения временной горелки или розжига костра в рабочем пространстве печи или в камерах сжигания температура, судя по показаниям термопары, рабочий конец которой выдвигают из кладки внутрь печи примерно на 100 мм, очень быстро достигает 100—200°C. При этой температуре следует делать выдержку, продолжительностью 10-15 часов. В ходе сушки и разогрева контролируют направление движения продуктов сгорания, удаляемых из печи. Это связано с тем, что иногда в начальный период сушки и разогрева, особенно в печах с керамическими рекуператорами, продукты сгорания, когда их много, уходят в различные неплотности и отверстия рабочего пространства и происходит опрокидывание тяги. О направлении движения продуктов сгорания судят по поведению зажженного факела, вводимого в отводящие дымоходы или через гляделку перед рекуператором. Если языки пламени направляются в сторону дымоходов или рекуператора, то тягу следует считать нормальной; если же языки пламени направляются снизу вверх в сторону печи, то это свидетельствует о том, что происходит опрокидывание тяги. О ненормальной тяге свидетельствует прекращение или замедление роста температуры перед рекуператором при нормальном росте температур в печи. Для того чтобы обеспечить нормальную тягу, вновь разводят костер перед дымовой трубой или включают в работу расположенную в ней временную горелку. Обычно эту горелку в трубе выключают после прогрева рекуператора и боровов, убедившись в устойчивости тяги, обеспечивающей отсасывание продуктов сгорания из печи к трубе.

Сушку и разогрев печи с помощью временных горелок или костров ведут до температуры 600-700°C, после чего включают часть основных горелок или форсунок, достаточных для симметричного разогрева кладки.

Временные горелки удаляют или прекращают сжигание в печи дров обычно по достижении температуры 700-800°C и после того, как убеждаются в нормальной устойчивой работе включенных в действие основных редок.

Первое время после включения основных горелок (форсунок) регулирование их работы осуществляется вручную давление в рабочем пространстве печи постепенно увеличивают, приближая его к рабочему. После разогрева горелочных тоннелей при температуре в печи (камерах сжигания) 800-900°С переходят на дистанционное управление работой горелок (форсунок). Системы автоматического регулирования включают и настраивают обычно после окончательного разогрева печи.

В ходе сушки и разогрева ведут постоянное наблюдение за работой горелок (форсунок) и за состоянием кладки.

При разогреве нагревательных колодцев регулярно (раз в сутки) открывают их крышку и осматривают кладку, контролируют зазор между верхним торцом стен и футеровкой крышки. О величине зазора судят по толщине смятых при накрывании крышки влажных комков глины, которые периодически укладывают на торцы всех стен. Песочные затворы крышки колодца заполняют обычно при температуре 700-800°С. Заправку пода колодца коксовой мелочью и последующую загрузку металлом осуществляют после разогрева колодца; предварительно очищают шлаковые летки от спекшейся в них коксовой мелочи (ее засыпают в летки до начала сушки колодца для их предохранения от разгара).

Кладку методических и кольцевых печей осматривают регулярно через рабочие и смотровые окна. В методических печах с нижним обогревом по достижении температуры в томильной зоне порядка 1200-1250°С монолитную часть пода засыпают порошком (магнезитовым, магнезито-хромитовым, хромистой рудой и т. п.) и после небольшой выдержки проталкивают металл на под томильной зоны. Если под выложен из литых корундовых блоков, тонкий слой (10-15 мм) засыпают до начала сушки и разогрева. Металл на такой под задвигают после окончания сушки при температуре порядка 300-400°С в томильной зоне с тем, чтобы дальнейший прогрев корундовых блоков происходил через металл.

В печах с механизированным подом в ходе разогрева периодически приводят в движение механизмы перемещения металла по печи, ролики печей с роликовым подом непрерывно вращают (или покачивают).

Постоянно следят за нормальным поступлением воды к охлаждаемым элементам и регулируют ее подачу по температуре воды в сливных трубах.

В печах с подвижным каркасом у кладки периодически проверяют и регулируют натяжение стяжных болтов; натяжение болтов крышек нагревательных колодцев регулируют с таким расчетом, чтобы стяжной болт при нажатии на него в его середине слегка прогибался.

В случае обнаружения ненормальностей в ходе разогрева выявившийся дефект устраняют по возможности на ходу, делая выдержку при температуре, при которой был обнаружен дефект.

К концу разогрева выходят на режим, близкий к нормальному по температурам и давлениям в рабочем пространстве.

График разогрева печей до рабочей температуры устанавливают опытным путем в зависимости от вида ремонта и используемых огнеупоров. Подъем температуры кладки в интервале 100-200 °С ограничивают, чтобы удалить из кладки гигроскопическую влагу.

График разогрева футеровки из различных огнеупоров представляет собой вогнутую кривую изменения температуры. Следует уяснить, что при разогреве футеровки нельзя допускать скачкообразного подъема и особенно снижения температуры, неравномерного нагрева огнеупоров. в процессе разогрева необходимо предусмотреть в начале медленный, а со временем ускоряющийся и равномерный рост температур.

3.4 Техническое обслуживание и ремонт печей.

В качестве системы ТО и Р предлагается система планово-предупредительного ремонта.

Количество ТО и Р рассчитано аналитическим методом для вновь внедренных машин и оборудования. Расчет приведен ниже.

Таблица 3.4.1. Ремонтные нормативы основного технологического оборудования

№	Оборудование	Кол-во	Ремонт				Трудоемкость, чел. -час.	
			Вид	Периодичность, ч.	Продолжительность, ч.	Число в цикле	1-го ремонта	Среднегодовая
1	Печь для взвешенной плавки	1	ТО	730	8	20	16	190
			Т	4380	144	3	600	900
			К	17520	240	1	300	1500

Определение количества и видов работ.

Количество капитальных ремонтов определяют по формуле:

$$N_K = \frac{H_G - H_K}{K} \quad (3.4.1)$$

где H_G – планируемая выработка на год, определяемая по формуле:

$$H_G = T_G * K_U^n - T_P \quad (3.4.2)$$

где $K_U^n = 0,8 \div 0,9$ - планируемый коэффициент использования;

T_P - количество часов, затрачиваемых на ремонт в планируемом году.

$$T_P = \frac{T_G * (T_{TO} * N_{TO}^u + T_{T1} * N_{T1}^u + T_{T2} * N_{T2}^u + \dots + T_K * N_K^u)}{K} \quad (3.4.3)$$

где $T_{TO}, T_{T1}, T_{T2} \dots T_K$ - продолжительность соответственно одного технического обслуживания, первого текущего, второго текущего и т.д., капитальных ремонтов, час.;

$N_{T0}^u, N_{T1}^u, N_{T2}^u \dots N_K^u$ - число в цикле соответственно технического обслуживания первого текущего, второго текущего и т.д., капитального ремонтов, ед.;

K – ремонтный цикл машины, час.

T_{Γ} - номинальный фонд времени работы оборудования, год.

Принимаем по таблице 2 равным 8760 часов.

N_K – выработка машины от предыдущего капитального ремонта.

Для оборудования, вводимого в эксплуатацию в начале планируемого года, $N_K = 0$

Печь для взвешенной плавки:

$$T_P = \frac{8760 * (8 * 20 + 144 * 3 + 240 * 1)}{17520} = 416 \text{ час}$$

$$H_{\Gamma} = 8760 * 0,9 - 416 = 7468 \text{ час}$$

$$N_K = \frac{7468 - 0}{17520} = 0,4 \approx 0 \text{ ум}$$

$$N_{T1} = \frac{H_{\Gamma} + H_{T1}}{T_1} - N_K = \frac{7468}{4380} - 0 = 1,7 \approx 2 \text{ ум}$$

$$N_{T0} = \frac{H_{\Gamma} + H_{T0}}{T_{T0}} - N_K - N_{T1} = \frac{7468}{730} - 1,7 = 8 \text{ ум}$$

Таблица 3.4.2. Количество технических обслуживаний на каждое оборудование

Наименование	ТО	Т	К
Печь для взвешенной плавки	8	2	0

Расчитанное количество ТО и Р включить в общий годовой и месячный график ремонта по предприятию.

4. Безопасность жизнедеятельности

4.1 Безопасность в условиях производства

4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов производства

Технологический процесс взвешенной плавки по совокупности факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека, относится к производству с вредными условиями труда. Многие работы - выдача шлака, штейна, горячий ремонт кладки - производится вручную в районе интенсивного выделения тепла и концентрированных сернистых газов, что создает тяжелые условия труда.

Особенностями ведения технологического процесса являются: работа с расплавами, применение технического и технологического кислорода, природного газа, механизмов с вращающимися деталями, возможность выделения газа и пыли в атмосферу отделения.

Обслуживающий персонал печей взвешенной плавки производит различные операции с расплавами - выдача шлака, штейна, неправильное и небрежное выполнение этих операций может привести к выплеску расплава, взрывам и в отдельных случаях к авариям.

При взвешенной плавке используют кислород, дутье, неправильное обращение с которыми может привести к пожарам, взрывам, отравлениям.

Возможны ожоги лица и других частей тела расплавом. Особенно часто это случается при прожиге шпуров или при закрытии шпуров, когда нарушаются правильные приемы работы и не используются соответственные спецодежда и защитные средства, а так же при взрывах и хлопках при попадании штейна в сырые ковши и чаши; ожоги рук раскаленным инструментом (ломики, шуровки и т.д.) при работе без рукавиц или в изношенных рукавицах, а также ожоги лица и других частей пламенем при работе печи под давлением.

Возможны засорение глаз и их ожоги при работе без очков при выгребке пыли из систем пылеулавливания и ремонте аэрационного и пневматического транспорта.

Происходят тяжелые травмы рук и головы при нарушении правил обслуживания скребковых и ленточных конвейеров и отсутствии средств аварийного их отключения. Эти травмы наблюдаются в основном при попытках

устранения на ходу неисправностей работающего оборудования - пробуксовки транспортной ленты, укрепление скребков на цепи скребкового конвейера; травмы рук, ног и головы несправным инструментом и кирпичом при большом скоплении рабочих во время производства текущих и шальных ремонтов печей.

Воздействие опасных производственных факторов может вызвать у работающих в отделении:

термические ожоги расплавом металла и шлака; ожоги и поражения электрическим током при обслуживании

электрооборудования в случае нарушения правил техники безопасности при обслуживании и ремонте движущихся частей механизмов, оборудования и при работе исправным инструментом.

Для безопасной работы обслуживающего персонала и обеспечения необходимых санитарно-технических и противопожарных норм должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

- аспирационные установки должны быть в исправном рабочем состоянии;
- вращающиеся части механизмов должны быть ограждены;
- все электродвигатели должны быть заземлены;
- рабочие отделения должны иметь индивидуальные средства защиты.

4.1.2 Анализ травматизма

Наиболее часто несчастные случаи происходят с молодыми, малоопытными рабочими.

Табл 4.1

Анализ травматизма в плавильном цехе за 2014-2015 год

Год	Количество	Проценты	Коэффициент тяжести
2014	12	20,2	34,6
2015	6	9,7	24,3

Критериями оценки состояния техники безопасности на производстве являются коэффициенты частоты и количество несчастных случаев.

Коэффициент частоты - это количество несчастных случаев, отнесенное к 1000 работающих, коэффициент тяжести - это отношение количества дней нетрудоспособности к количеству несчастных случаев.

Основные причины травматизма:

неудовлетворительная организация работ - 40,5 %

нарушение технологических процессов и технологии производства - 23,2%

нарушение правил безопасности - 20,1 % нарушение производственной и трудовой дисциплины (в том числе

нахождение на рабочем месте в состоянии алкогольного опьянения) - 16,2%. Основными травмирующими факторами являются:

машины и механизмы, технологическое оборудование - 41,2%

падение с высот людей и предметов - 27,2 % отравление

газом - 19,4 %

хлопки и выбросы расплавленного металла и шлака -15,1%.

Более 50% несчастных случаев приходится на долю ремонтного персонала. Здесь также основными причинами травматизма являются: неудовлетворительная организация работ, отсутствие нарядов-допусков, недостаточная обученность персонала, неудовлетворительное состояние оборудования (особенно газоходной системы), отравление газами при чистке газоходной системы.

4.1.3 Техника безопасности

Техника безопасности при взвешенной плавке имеет следующую особенность: комплекс взвешенной плавки насыщен большим количеством оборудования и механизмов - ленточные, скребковые и цепные конвейеры, вентиляторы, дымососы и насосы, котлы высокого давления и электрофильтры, штейно- и шлаковозы, мостовые краны и т.п. Эти механизмы работают вблизи от рабочих мест, и обслуживающий персонал должен быть внимательным и выполнять требования техники безопасности.

Главными причинами производственного травматизма являются нарушения технологического режима, несоблюдение рабочими правил техники безопасности, слабый контроль за их выполнением со стороны инженерно-технических работников и низкое качество оградительных приспособлений.

На каждом предприятии, в каждом цехе должен производиться анализ травматизма, а все причины и обстоятельства несчастных случаев - обсуждаться с рабочими. Взвешенная плавка связана с вредными условиями труда, в связи с

этим для рабочих и ИТР, работающих на комплексах взвешенной плавки, установлен восьмичасовой рабочий день и дополнительный двенадцатидневный отпуск.

К работе на комплексах взвешенной плавки допускаются физически и психически здоровые люди в возрасте от 18 лет после соответствующего заключения медицинской комиссии. Вновь поступающие рабочие в обязательном порядке проходят вводный инструктаж в отделе техники безопасности завода, а затем их инструктирует на рабочем месте администрация цеха или передела. После этого рабочий проходит десятичасовое обучение практическим приемам работы под руководством опытного рабочего, а по истечении установленного срока обучения сдает экзамен на знание правил техники безопасности специальной комиссии, назначенной администрацией цеха.

Все рабочие один раз в квартал проходят инструктаж по правилам техники безопасности, инструктаж проводят сменные мастера и руководители служб. Администрация цеха и передела обеспечивает ежегодное обучение рабочих на курсах технического минимума, где наряду с техническими вопросами изучаются правила техники безопасности.

Один раз в год проводится проверка знаний правил техники безопасности рабочими и ИТР передела. Рабочие сдают экзамены комиссии под председательством начальника передела, ИТР - цеховой комиссии под председательством начальника цеха.

Все виды инструктажа и результаты экзаменов оформляются в соответствующих журналах. Машинисты и сигналисты (строгальщики) мостовых кранов, подведомственных Госгортехнадзору, дежурные и ремонтные электрики, а также рабочие, имеющие дело с природным газом, кроме экзаменов по знанию общих правил по ТБ, сдают экзамены на знание специальных правил Госгортехнадзора и Госэнергонадзора. После сдачи экзаменов рабочим выдаются соответствующие удостоверения.

Администрация предприятия обеспечивает всех работающих инструкциями по ТБ по данной специальности, а общие инструкции вывешивает в раскомандировочных помещениях и на рабочих местах.

Большое внимание следует уделять правильной эксплуатации оборудования, своевременному его ремонту и испытаниям. Движущиеся механизмы должны быть докрашены так, чтобы они хорошо были видны и выделялись на общем фоне цеха. Все движущиеся части должны быть надежно

ограждены.

Переделы взвешенной плавки насыщены значительным количеством электрического оборудования, которое должно иметь заземление и эксплуатироваться в соответствии с требованиями Госэнергонадзора.

Все рабочие передела обеспечиваются спецодеждой и средствами индивидуальной защиты в зависимости от выполняемой работы. Плавильщики получают суконные рукавицы, валенки, войлочные шляпы, очки и щитки из оргстекла, рабочие других профессий, не связанных с работой с расплавами, - хлопчатобумажную спецодежду. Вид спецодежды и срок ее носки для рабочих различных профессий определяется типовыми отраслевыми нормами.

Администрация предприятия обеспечивает своевременный ремонт, сушку и стирку спецодежды, а администрация цехов и переделов - контроль за соблюдением правил её ношения. При проведении горячих ремонтов, кроме суконной одежды, рабочие используют асбестовые халаты, рукавицы. Спецодежда и чистая одежда рабочих хранится в отдельных шкафах в бытовом комбинате, в котором также располагаются душевые, прачечная и мастерские по ремонту спецодежды и обуви.

В целях предотвращения травматизма необходимо тщательно принимать смену,

следить за чистотой рабочих мест и проходов, исправностью лестниц, площадок, ограждений. Применение бирочной или жетонной смены приема и сдачи основного оборудования повышает ответственность обслуживающего и ремонтного персонала за выполнение правил техники безопасности.

Наряду с требованиями безопасности, описанными выше, существуют определенные нормы, которые снижают опасность факторов имеющих место на данном производстве. К ним можно отнести следующие общие правила:

территория, помещения, отделения должны содержаться в чистоте и систематически очищаться от отходов производства;

накопление пыли на стенках, конструкциях и оборудовании не допускаются;

электрическое оборудование должно быть заземлено и эксплуатироваться в соответствии с требованиями правил. Освещение территории, проходов, проездов, во всех помещениях и отдельных рабочих местах должны соответствовать установленным нормам (не менее 30 лк на 1 м² площади): для переносного электрического освещение должны применяться светильники напряжением не выше 36 В; при работе внутри металлических ёмкостей и в

сырых местах напряжение осветительной сети не должно превышать 12 В; все эксплуатационное оборудование, а так же используемые инструменты и приспособления для обслуживания должны быть исправны; аспирационные системы должны включаться в работу до пуска

технологического оборудования, а отключаться после его остановки и обеспечивать удаление пыли и газа от места их образования; аспирационные системы должны быть максимально герметичны;

все открытые движущие части машин и механизмов, расположенные на высоте 2,5 м и менее уровня пола или доступные для случайного прикосновения с рабочих площадок, должны быть ограждены сплошными или сетчатыми ограждениями с размерами ячеек 20x20 мм; зубчатые, ременные, цепные передачи независимо от высоты их расположения и скорости вращения должны иметь сплошные ограждения;

площадки, расположенные на высоте более 0,6 м, переходные мостики и так далее должны иметь ограждения высотой не менее 1 м со сплошной обшивкой по низу 0,14 м;

проверка плотности кислородопроводов, арматуры и кислородного оборудования должна производиться мыльным раствором;

ремонт кислородопроводов и узлов оборудования проводят только после их отключения и продувки воздухом до содержания в них кислорода 23%, что должно контролироваться двукратным анализом;

все работы ведутся по наряду-допуску не менее чем двумя лицами.

Кроме средств индивидуальной защиты (СИЗ) должна обеспечиваться и работать приточно-вытяжная вентиляция, кроме той, что по технологическому регламенту не должна на определенном этапе работать.

4.1.4 Промсанитария

Вентиляция является эффективным средством обеспечения нужных гигиенических качеств воздуха, соответствующих требованиям Санитарных норм проектирования промышленных предприятий (СН 245-71). Приточная вентиляция должна подводиться непосредственно к рабочим местам, а подаваемый воздух должен быть кондиционированным. Приточной вентиляцией с подачей кондиционированного воздуха должны быть оборудованы кабины машинистов мостовых кранов.

Тепловое излучение печей взвешенной плавки, особенно в местах

выпуска расплавов, вызывают у рабочих значительное потовыделение, с которым теряются необходимые организму соли. Для регулирования водно-солевого равновесия организма и поддержания его работоспособности в горячих цехах устанавливают аппараты газированной воды. Вода подсаливается поваренной солью из расчета 5 г/л, норма расхода воды на одного рабочего составляет 4-5 л/день.

Для обеспечения безопасности труда при работе в механической мастерской плавильного отделения, необходимо обеспечить достаточную освещенность рабочих мест.

Произведём расчёт освещения механической мастерской плавильного отделения. Размеры помещения:

длина $a = 5\text{ м}$,
ширина $b = 12\text{ м}$,
высота $H = 6\text{ м}$.

Потолок, стены и пол имеют коэффициенты отражения 50, 30 и 10 %. Контраст объекта с фоном малый, фон - темный. Для освещения мастерской используются светильники УПМ-15 с лампами накаливания Г 220-235-300-1 с мощностью 300 Вт. Коэффициент запаса $K_3 = 1,5$.

При высоте помещения $H = 6\text{ м}$ и высоте расчётной поверхности над полом $h_p = 0,8\text{ м}$, величине $h_c = 1,2\text{ м}$ высота подвески светильников равна:

$$h = H - h_p - h_c = 6 - 0,8 - 1,2 = 4\text{ м}.$$

Для заданного расположения контрольных точек А и В величины d_1, d_2, d_3 будут соответственно равны 3,2 м, 2,69 м и 7,56 м.

Для точки А определяем величину $\text{tg } \alpha_1 = 3,2/4 = 0,8$. Этому значению тангенса соответствует угол $\alpha_1 = 38,7^\circ$.

По характеристике светораспределения для светильника УПМ-15 и угла $38,7^\circ$ находим $I^{\alpha} = 110\text{ кд}$.

Рассчитываем освещённость, создаваемую одним светильником с условной лампой в точке А:

$$E_A = \frac{110 * 0,63}{4^2} = 4,33\text{ лк}.$$

Суммарная освещённость в точке А при работе четырех светильников:

$$\sum E_A = 4 * 4,33 = 17,32 \text{ лк.}$$

Затем определяем значение коэффициента для ламп накаливания типа Г 220-235-300-1, при этом световой поток $\Phi_{л}$ в соответствии со справочными данными будет равен 4000 лм.

Рассчитываем коэффициент, учитывающий тип конкретного источника цвета:

$$\frac{\psi}{1000 * K_s} = \frac{4000}{1000 * 1,5} = 2,67.$$

Тогда освещенность в точке А от светильников с принятым типом ламп равна:

$$E_{гА} = m * \sum_{i=1}^N E_j = 2,67 * 17,32 = 46,24 \text{ лк.}$$

Аналогично проводим расчет для точки В, получаем

$$\sum E_B = 4,1 * 2 + 0,74 * 2 = 9,68 \text{ лк.}$$

Тогда освещенность в точке В от светильников с принятым типом ламп равна:

$$E_{гВ} = m * \sum_{i=1}^N E_j = 2,67 * 9,68 = 25,85 \text{ лк.}$$

Рассчитываем значения яркости в точках А и В:

$$L_{сА} = 4 * 2,67 / (180 * \cos 38,7^0) = 0,072 \text{ кд/м}^2.$$

$$L_{сВ} = \frac{2 * 2,67 \left(\frac{1}{\cos 29,1^0} + \frac{1}{\cos 58^0} \right)}{180} = 0,081 \text{ кд/м}^2.$$

Нормативное значение освещенности для данных условий составляет 150

лк.

Фактическое значение освещённости в точке В равно 25,85 лк, то есть меньше нормируемой величины. Таким образом, по справочным данным условия труда относятся к классу 3.1.

Затем рассчитываем индекс помещения:

$$\frac{a * b}{h * (a + b)} = \frac{15 * 12}{4 * (15 + 12)} = 1,67$$

При заданных коэффициентах окружающих поверхностей находим коэффициент использования светового потока $\eta = 51 \%$.

При площади пола $S = 180 \text{ м}^2$, коэффициенте запаса $K_3 = 1,3$ и коэффициенте неравномерности освещённости $Z = 1,1$, вычисляем суммарный световой поток при $N=1$:

$$\Phi_{\text{лн}} = \frac{E_{\text{min}} * K_3 * S * Z}{N * \eta} = \frac{150 * 1,3 * 180 * 1,1}{0,51} = 75705,88 \text{ лм.}$$

Тогда необходимое число ламп равно:

$$N = \frac{\Phi_{\text{лн}}}{\Phi_{\text{л}}} = \frac{75705,88}{4000} = 21,8 \text{ шт.}$$

Таким образом, для создания на рабочей поверхности освещённости 150 лк, необходима установка 22 светильников УПМ-15 с лампами Г 220-235-300-1.

Произведём расчёт суммарной мощности осветительной установки и числа ламп методом удельной мощности.

Для светильников типа УПМ-15 при $S = 180 \text{ м}^2$, высоте подвеса 4-6 м и освещённости 25 лк находим по справочным данным $w' = 5,05 \text{ Вт/ м}^2$.

Рассчитываем необходимую удельную мощность для создания нормальной освещённости:

$$w = \frac{E_{\text{min}}}{100} * w' = \frac{150}{100} * 5,05 = 7,58 \text{ Вт/ м}^2$$

Рассчитываем мощность осветительной установки:

$$P_{\text{Л}} = w * S = 7,58 * 180 = 1,364 \text{ кВт.}$$

Определяем количество светильников при мощности одной лампы 0,06 кВт и $n=1$:

$$N = \frac{P_{\text{Л}}}{P_{\text{Н}}} = \frac{1,364}{0,06} = 21,9 \text{ шт.}$$

Таким образом, результаты расчётов количеств ламп, осуществленных различными методами, практически совпадают.

4.1.5 Противопожарная безопасность

Согласно нормам СН-245-71, предприятия, перерабатывающие горячие расплавы по оценке пожарной безопасности относятся к категории «Г», а здания цеха к первой степени опасности.

Для предупреждения и локализации пожаров проводится комплекс организационных и технических мероприятий. К ним относятся:

установка пунктов с противопожарным инструментом и ящиком с песком; монтаж электрической сигнализации; наличие пенных огнетушителей типа ОП-5; для тушения загораний в

электропечах (огнетушитель ОУ-7); наличие водопровода, находящегося под давлением воды,

предусмотренным инструкциями; при каждом внутреннем пожарном кране должен быть выкидной рукав

длинной не менее 10 м и ствол, который размещен в специальном шкафу. Напор в сети обеспечивает в получении струи воды 6 м; расход воды на внутреннее пожаротушение 5 л/с, на наружное -20 л/с.;

наличие пожарных лестниц; обеспечение свободных проходов к инвентарю и средствам сигнализации.

Противопожарный водопровод объединён с хозяйственным и производственным водопроводом. Для обеспечения бесперебойной подачи воды при разрыве, замерзании или других аварий трубопровода, сети противопожарных водопроводов делают кольцевыми с диаметром труб наружного трубопровода не менее 100 мм. Пожарные краны устанавливаются на высоте 1,35 м от уровня пола, внутри помещений у входа, на площадках отапливаемых лестничных клеток.

Все трудящиеся цеха регулярно проходят инструктаж по противопожарной профилактике. Организуется добровольная пожарная дружина, которая осуществляет систематический контроль за выполнением противопожарных правил.

4.2 Безопасность жизнедеятельности в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС)

4.2.1 Анализ потенциально возможных ЧС

Чрезвычайная ситуация - быстрое изменение условий окружающей среды и жизнедеятельности человека, обусловленное природными или техногенными факторами. Для города потенциально возможными ЧС являются:

- чрезвычайная ситуация климатогенного происхождения (город расположен на севере Европейской части страны, что обуславливает продолжительную зиму и короткое лето, большое скопление снега, заносы, морозы и т.д.);

- пожары; • чрезвычайная ситуация техногенного характера, обусловленные производственной деятельностью комбината.

4.2.2 План предупреждения и ликвидации ЧС

Одним из наиболее опасных факторов для возникновения ЧС на комбинате является использование агрессивных и ядовитых веществ: хлора, кислоты, аммиака и др.

Хлор используется в качестве реагента при гидрометаллургическом производстве меди. Он поступает на комбинат в железнодорожных цистернах в сжиженном состоянии, затем сливается в расходные «танки» и по хлоропроводам направляется на технологию.

В процессе этих операций возможно возникновение непредвиденных аварийных ситуаций с утечками хлора в промышленной зоне. При неблагоприятных погодных условиях (юго-восточный ветер) хлорное облако будет двигаться в сторону жилых районов, что вызовет чрезвычайное положение во всем районе.

В связи с этим на комбинате штабе ГО разрабатываются планы «Предупреждения» и «Ликвидации» хлорной аварии. Они включают в себя:

- порядок транспортировки, слива и использования хлора; требования к оборудованию (его расположение в стороне от наиболее вероятного скопления людей, доступность к ремонту, предупреждающая окраска и т.д.);

1) организацию системы отсечных клапанов, позволяющих дистанционно вывести из работы аварийный участок;

2) организацию при производстве военизированной «Газоспасательной службы» и добровольной газоспасательной дружины» - оперативных отрядов, непосредственно предназначенных для предупреждения и ликвидации хлорных аварий;

- систему оповещения (сирены, объявления по радио) об утечках хлора;

- действия промышленного персонала предприятия и жителей города при объявлении «Хлорной аварии».

После принятия этих планов администрацией города и комбината они принимаются к обязательному исполнению всеми службами и организациями города, проводятся тренировки по отработке и согласованию действий спасательных и аварийных отрядов по ликвидации аварии.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе было приведено описание действующих техники и технологического процесса обработки медных концентратов на «Надеждинском металлургическом заводе» ОАО «Норильский Никель».

Анализ работы печи для отражательной плавки и технологического процесса обработки медных концентратов, с освещением недостатков в действующем технологическом процессе.

Описаны обоснование и выбор предлагаемой техники и технологического процесса обработки медных концентратов путем взвешенной плавки.

Освещены главные достоинства предлагаемого технологического процесса.

Описаны методы строительства и организация строительных работ, эксплуатация, классификация и общая характеристика ремонтов металлургических печей.

Описана подготовка печи к вводу в эксплуатацию, а так же ввод в эксплуатацию печи после строительства и ремонта.

Произведены расчеты количества ТО и ремонтов.

Приведена информация о безопасности жизни деятельности, техника безопасности на металлургическом производстве.

Безопасность жизни деятельности в условиях чрезвычайных ситуаций.

6. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анашкин А.С., Кадыров Э.Д. Техническое и программное обеспечение распределенных систем управления / под ред. Харазова В.Г. СПб, 2004 г.
2. Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья. Челябинск, изд. «Металлургия», 1988, 432 с.
3. Гальнбек А.А., Шалыгин Л.М., Шмонин Ю.В. Расчёты пирометаллургических процессов и аппаратуры цветной металлургии: Учебное пособие для ВУЗов, Челябинск, изд. «Металлургия», 1990, 448 с.
4. Грацерштейн И.М., Малинова Р.Д. организация, планирование и управление на предприятиях цветной металлургии. М: изд. «Металлургия», 1987, 416 с.
5. Гудима Н.В., Швейц Я.П. Краткий справочник по металлургии цветных металлов. М: изд. «Металлургия», 1975, 536 с.
6. Диомидовский Д.А. Металлургические печи цветной металлургии, М: изд. «Металлургия», 1970, 704 с.
7. Диомидовский Д.А. Контроль и автоматизация процессов в цветной металлургии, М: изд. «Металлургия», 1967, 403 с.
8. Кобахидзе В.В. Тепловая работа и конструкции печей цветной металлургии. М:изд. «МИСиС», 1994, 356с.
9. Левин М.В. Автоматизация пиро- и гидрометаллургических производств: Учебное пособие. Л.: изд. ЛГИ, 1986, 98 с.
10. Шмонин Ю.Б. Анализ и синтез систем автоматизации металлургического производства: Учебное пособие, Л.: изд. ЛГИ, 1986, 106 с.
11. Шмонин Ю.Б. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации металлургического производства. Учебное пособие. Л: ЛГИ, 1984 с.
12. Охрана окружающей среды / под ред. Белова С.В. М.: изд. «Высшая школа», 1991,
13. Техника безопасности и производственная санитария. Краткий справочник металлурга / под ред. Зиньковского М.М. изд. 2-е М.: изд. «Металлургия», 1983, 256с.