

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт политехнический
Факультет «Материаловедения и металлургических технологий»
Кафедра «Литейное производство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ Б.А. Кулаков
« ____ » _____ 2018 г.

**КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНЫЙ ЦЕХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ
09Г2С В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ПАО «МЕЧЕЛЬ»**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
РАБОТЕ
ЮУрГУ–22.03.02.2018.048.ПЗ.ВКР

Руководитель проекта
Доцент
_____ С.В. Зырянов
« ____ » _____ 2018 г.

Автор проекта
студент группы П-437
_____ В.В. Хисамутдинов
« ____ » _____ 2018 г.

Нормоконтролер
Доцент
_____ О.М. Заславская
« ____ » _____ 2018 г.

Челябинск 2018г.

АННОТАЦИЯ

Хисамутдинов В.В. Кислородно-конвертерный цех для производства стали 09Г2С в условиях производства ПАО «Мечел». – Челябинск: ЮУрГУ, кафедра ЛП; 2018, 73 с. 6 ил., библиогр. список – 5 наим., 6 прил.

В квалификационной работе рассматривается кислородно-конвертерный цех для производства стали 09Г2С в условиях предприятия ПАО «Мечел». Выполнено описание цеха, расчёт основного и вспомогательного оборудования, технология производства сплава, расчёт материального баланса. Рассмотрены вопросы: технология десульфурации чугуна, а так же охрана труда и техника безопасности.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	КиОГЛАВЛЕНИЕ Кислородно-конвертерный цех для производства стали 09Г2С в условиях предприятия ПАО «Мечел»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.		Хисамутдинов						
Провер.		Зырянов С.В						3
Реценз.						ЮУрГУ Кафедра ЛП		
Н. Контр.								
Утверд.								

ВВЕДЕНИЕ

Кислородно-конверторный процесс заключается в продувке жидкого чугуна кислородом. Сталь, полученная этим способом, наиболее дешевая и не уступает по качеству электростали.

Производство стали в конверторах – основная технологическая схема производства стали в мире. Первые в мире сталеплавильные цеха, оснащенные конверторами с кислородным дутьем через погружаемую сверху фурму, были введены в эксплуатацию в австрийских городах Линце и Донавице (1952 – 1953 года). Функционирование этих цехов подтвердило, что использование кислорода для переработки чугуна обеспечивает высокую эффективность и производительность сталеплавильного производства и исключает применение дорогостоящих энергоносителей для нагрева металла.

Одна из отличительных особенностей конверторного процесса заключается в его высокой интенсивности: периодичность плавки обычно составляет менее 40 – 45 минут при массе продукции 100 – 350 тонн.

В настоящее время в мире эксплуатируется около 280 кислородно-конверторных цехов, имеющих в своем составе до 700 конверторов, производящих 65,5 % от суммарного мирового объема металла (811 млн.т. в 2006 году). При этом только 18 цехов в мире имеют в своем составе сверхкрупные конверторы емкостью 290 – 300 тонн и более. Четыре из них находятся в России: Череповецкий, Магнитогорский, Новолипецкий и Западносибирский комбинаты.

В числе основных производителей стали в кислородных конверторах следует назвать КНР, Японию, США, Россию, Южную Корею, Бразилию, Украину, Индию (рисунок 1). Наблюдаемый в последнее десятилетие рост объемов производства конверторной стали, в мире достигнут, главным образом, за счет КНР, в меньшей степени – России, Украины, Японии и Индии. Исходя из того факта, что Япония, Россия и Украина известны как ведущие экспортеры металлопродукции на мировом рынке, ситуация на котором весьма сложная,

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

можно предположить, что серьезного прироста объемов такой продукции в США и Европе не будет.

Страна	2010		2011		Страна	2010		2011	
	Место	Пр-во, млн.т	Место	Пр-во, млн.т		Место	Пр-во, млн.т	Место	Пр-во, млн.т
Китай	1	637,4	1	683,9	ЮАР	21	7,6	21	7,5
Япония	2	109,6	2	107,6	Австрия	23	7,2	22	7,5
США	3	80,5	3	86,4	Голландия	25	6,7	23	6,9
Индия	4	68,3	4	71,3	Египет	24	6,7	24	6,5
Россия	5	66,9	5	68,9	Австралия	22	7,3	25	6,4
Южная Корея	6	58,9	6	68,5	Малайзия	26	5,7	26	6
Германия	7	43,8	7	44,3	Аргентина	28	5,1	27	5,6
Украина	8	33,4	8	35,3	Чехия	27	5,2	28	5,6
Бразилия	9	32,9	9	35,2	Сауд. Аравия	29	5	29	5,3
Турция	10	29,1	10	34,1	Швеция	30	4,8	30	4,9
Италия	11	25,8	11	28,7	Казахстан	33	4,2	31	4,7
Тайвань (Китай)	12	19,8	12	22,9	Вьетнам	32	4,3	32	4,6
Мексика	13	16,9	13	18,1	Тайланд	34	4,1	33	4,4
Франция	15	15,4	14	15,8	Словакия	31	4,6	34	4,2
Испания	14	16,3	15	15,5	Финляндия	35	4	35	4
Иран	17	12	16	13,2	Индонезия	37	3,7	36	3,9
Канада	16	13	17	13	Румыния	36	3,7	37	3,8
Великобритания	18	9,7	18	9,5	Венесуэла	40	2,2	38	3,1
Польша	19	8	19	8,8	Белоруссия	39	2,5	39	2,6
Бельгия	20	8	20	8	Люксембург	38	2,5	40	2,5

Рисунок 1 – Основные показатели производства конверторной стали в мире с 2010 по 2011 год

Учитывая достигнутые технико-экономические показатели, можно утверждать, что кислородно-конверторный процесс будет продолжать занимать главенствующее положение в системе сталеплавильных технологий, а его развитие пойдет в направлении создания экологически безопасных энерго- и ресурсосберегающих технологий, в частности, для производства новых сталей.

1 Технико-экономическое обоснование проектного решения

Выполнение плана по выплавке стали за отчетный период составляет 100 %, что указывает на нормальные условия работы цеха. Брак слябов, поступающих с МНЛЗ невелик, при этом отчетные показатели по объему производства практически не отличаются от запланированных.

В работе находится три конвертора. Годовой планируемый объем производства стали 2000000 т. непрерывно литой заготовки в год.

Увеличения производительности, снижения себестоимости продукции и увеличения плана можно добиться за счет: уменьшения производственного цикла, сокращения простоев, уменьшения времени на ремонты, сокращения брака, уменьшения расходов на энергетические затраты, затраты на ремонт оборудования.

Применение современных электроприводов позволяет изменить на вышеперечисленные факторы, влияющие на производительность и качество выплавляемой стали. За счет надежности, высокого КПД современных электроприводов, возможно, улучшить технико-экономические показатели, при этом, не ухудшая качества выпускаемой продукции.

В мировом конвертерном производстве отчетливо наметилась тенденция к расширению сортамента высококачественных сталей ответственного назначения и листового сортамента, что обусловило повышение требований по чистоте выплавляемого металла.

В этих условиях возникла целесообразность разработки новых шихтовых материалов на первородной основе по своему составу, которые программируют химический состав полупродукта и улучшают технологический режим конвертерной плавки. В качестве примеров таких материалов можно привести металлизированные добавки соответствующего состава, различные виды окомкованных и прессованных брикетов с углеродсодержащими, шлакообразующими и легирующими наполнителями и многие другие.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Технологические особенности кислородно-конвертерного процесса привели к появлению и развитию методов внепечной обработки металла, в их числе – раскисление, легирование и рафинирование стали, которые осуществляют в сталеразливочном ковше.

Поэтому основными тенденциями в развитии процессов внепечной обработки металла в мире являются: применение агрегатов «печь-ковш» (АКП), вакуумирование жидкой стали и агрегатов комплексной обработки стали (АКОС).

Географическое положение цеха имеет определенные плюсы и минусы. К плюсам можно отнести наличие на Южном Урале месторождений железных руд, известковых флюсов. В регионе находятся крупные предприятия, осуществляющие производство чугуна – основного источника железа в конвертерном производстве. Так же, имеются крупные производители ферросплавов, необходимых для производства сталей в качестве раскислителей и легирующих добавок.

Большое количество рек позволяет строительство ГЭС, которые осуществят питание цеха электроэнергией. Электроэнергия будет необходима для работы агрегатов внепечной обработки стали и машины непрерывного литья заготовок.

Южный Урал является крупным промышленным регионом и, поэтому, здесь развита железнодорожная инфраструктура, что позволяет распространять продукцию на территорию всей страны и ближнего зарубежья. Но, не смотря на это, большим минусом является удаленность Южного Урала от крупных, богатых центральных регионов, ввиду чего, растут затраты на транспортировку продукции, что ведет к росту себестоимости продукции.

						ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			8

2 Описание кислородно-конвертерного цеха

Конвертерный цех представляет собой комплекс отделений, обеспечивающих проведение циклических технологических операций по выплавке стали в конвертерах и ее разливке.

Традиционно кислородно-конвертерный цех состоит из шихтового, конвертерного и разливочного отделений. Шихтовое отделение делится на три меньших отделений:

- отделение магнитных материалов;
- отделение немагнитных материалов;
- миксерное отделение.

Важнейший энергетический элемент конвертерного цеха – газоотводящий тракт, включающий в себя охладитель конвертерных газов, газоочистку и нагнетательную установку.

В кислородно-конвертерных цехах применяются основное и вспомогательное оборудование. Для транспортировки, подачи, загрузки требуемого сырья и материала используют вспомогательное оборудование, а именно чугуновозы, миксерные ковши и другое. Основные операции:

- 1) доставка и заливка жидкого чугуна;
- 2) подача и загрузка лома в конвертер;
- 3) подача и загрузка шлакообразующих материалов (сыпучих материалов при продувке кислородом сверху и порошкообразных при продувке снизу);
- 4) подача ферросплавов;
- 5) прием, транспортировка и разливка жидкой стали;
- 6) прием и транспортировка шлака;
- 7) вывоз из цеха стальных слитков или заготовок непрерывной разливки;
- 8) транспортировка конвертеров к месту ремонта и ковшей.

С помощью железнодорожного транспорта подают лом в отделение магнитных материалов и разгружают при помощи магнитных кранов в приемные бункера. В целях бесперебойной работы цеха принято иметь в бункерах суточный

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

запас лома. В зависимости от местонахождения завода этот запас может быть большим. В зимнее время, так же, запас лома увеличен.

Из приемных бункеров лом на каждую плавку загружают при помощи магнитных кранов в совки. Исходя из приведенных в квалификационной работе расчетов оборудования, принимаем число совков равное 14 шт. Объем совков для загрузки лома так же принимаем согласно результатам расчета, а именно 25 м³. Далее совки взвешивают и устанавливают на скраповоз и подают на рабочую площадку. Принято использовать скраповозы в количестве 2 шт. (первый скраповоз в работе, второй в ремонте), что подтверждается расчетом оборудования.

Для перемещения совков используются краны грузоподъемностью до 200 т. Размеры кусков лома не должны превышать 1500 x 50 x 500 мм.

Из доменного цеха жидкий чугун транспортируется с помощью ковшей миксерного типа (с целью улучшения условий труда сооружают отдельные здания миксерных отделений, а для доставки из них ковшей с чугуном в загрузочном пролете предусматривают два рельсовых пути). Переливное отделение (участок) располагают в торце загрузочного пролета, в пристраиваемом к нему пролете, и в редких случаях в отдельном здании. В зависимости от плана завода пути миксерных ковшей в отделениях перелива могут располагаться вдоль загрузочного пролета и в поперечном направлении. Чугун обычно доставляют в один из торцов загрузочного пролета, что обеспечивает нормальную работу цеха. В редких случаях применяют двустороннюю подачу чугуна, однако это усложняет другие проектные решения. Пути доставки миксерных ковшей обычно располагают на нулевой отметке. Лишь в отдельных случаях с учетом местных условий допустимо сооружение дорогостоящих эстакад. Для перемещения ковшей с жидким чугуном по конвертерному используют чугуновозы. Для данного цеха число чугуновозов равняется двум. Железнодорожный состав с ковшами останавливают в конвертерном отделении напротив соответствующего конвертера. Для того чтобы вылить жидкий чугун в конвертер используют мостовой кран. Следует заметить, что, емкость заливочного ковша и

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

грузоподъемность крана выбирают так, чтобы заливка происходила только одним единственным ковшом.

Перед заливкой чугуна в конвертер необходимо скачать из заливочного ковша шлак, попадающий из миксерного ковша или миксера, поскольку этот шлак обычно содержит много серы. Чаще всего скачивание шлака ведут в торце загрузочного пролета машиной гребкового типа из ковшей, удерживаемых и наклоняемых заливочным краном. При таком способе не обеспечивается полное удаление шлака и задерживается кран, в связи, с чем разрабатываются новые способы и оборудование для выполнения этой операции.

Сыпучие материалы доставляют в отделение немагнитных материалов в саморазгружающихся вагонах и разгружают в приемные бункера, затем на передвижные конвейеры, при помощи которых материалы передают в приемные бункера.

Современные системы подачи материалов в конвертеры достаточно сложны. В качестве примера на рисунке 2 приведена объединенная схема подачи сыпучих материалов и ферросплавов.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

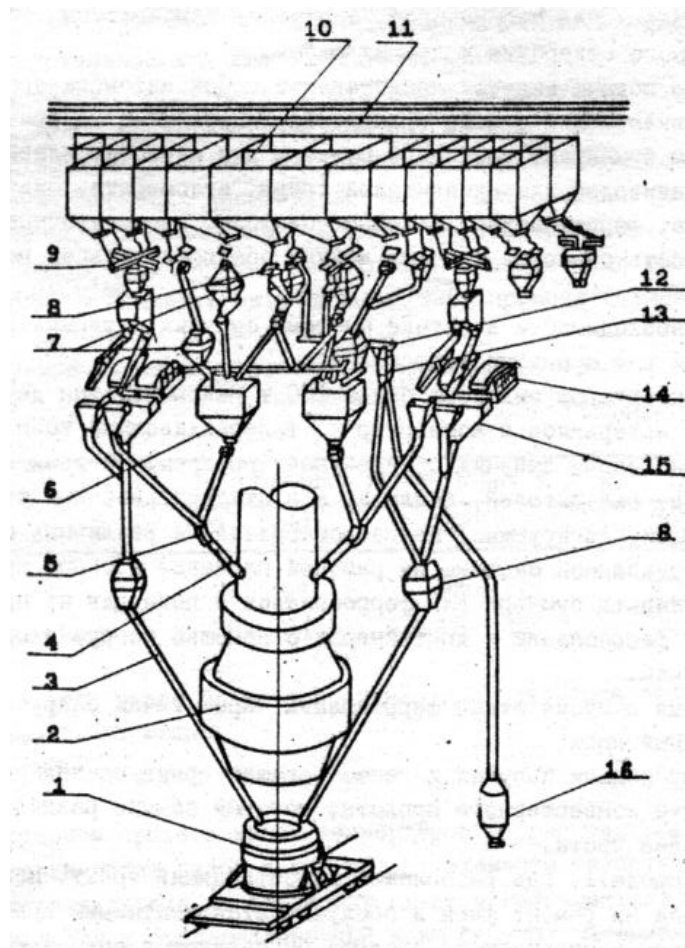


Рисунок 2 – Система загрузки сыпучих материалов в конвертер и ферросплавов в сталеразливочный ковш: 1 – сталеразливочный ковш; 2 – конвертер; 3,4 – загрузочные точки; 5 – воронки с отсечным устройством; 6 – промежуточные бункера; 7 – весы-дозаторы; 8 – грохот вибрационный; 9 – питатель вибрационный; 10 – расходные бункера; 11 – ленточные конвейеры; 12 – виброконвейер отсева мелочи; 13 – бункер для отсева мелочи; 14 – печи для прокалики ферросплавов; 15 – воронка; 16 – емкость для отсева мелочи

Для автоматического управления все механизмы для взвешивания, дозирования и загрузки сыпучих материалов в конвертер условно делят на три группы:

- механизмы, обеспечивающие транспортировку сыпучих материалов в бункера;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- механизмы, обеспечивающие взвешивание и транспортировку сыпучих материалов из расходных бункеров в промежуточные;
- механизмы, обеспечивающие загрузку сыпучих материалов из промежуточных бункеров в конвертер.

Транспортировку сыпучих материалов и ферросплавов из соответствующего отделения в расходные бункера осуществляют по одному общему конвейерному тракту. Предусмотрены два параллельно расположенных конвейера с автоматически сбрасывающими тележками. Конвейеры расположены над бункерами, в которые загружают все сыпучие материалы, в том числе и ферросплавы. Под бункерами установлены электровибропитатели (грохоты), предназначенные для отсева мелкой фракции извести (10 – 0 мм) и загрузки весовых дозаторов. Электровибропитатели, установленные под бункерами ферросплавов и других компонентов, рассчитаны на работу без отсева. Для увеличения точности дозирования весовые дозаторы выполнены с приемными воронками, в которые введены носки электровибропитателей. Места ввода носков защищены кожухами, а в кожухах воронок имеются воздухоотборники с жалюзи и отсасывающими патрубками, которые соединены с системой очистки их бункерами – осадителями.

У оснований весовых дозаторов установлены трубчатые приемники, под которыми расположен промежуточный бункер с затвором. Под затвором находятся течи, опущенные в патрубки, которые, в свою очередь, соединены с газоотводящим трактом конвертера. В системе тракта сыпучих материалов расположены весовые дозаторы для ферросплавов и предусмотрена тележка для передачи ферросплавов также и к электропечам.

Под весовыми дозаторами установлены двухрукавные течи, а под ними – печи для прокаливания ферросплавов. Между двухрукавными течками и печами расположены качающиеся течи, обеспечивающие загрузку ферросплавов либо в печи для прокаливания, либо прямо в воронки, в весовые дозаторы и далее по течке в ковш. При выдаче из печей прокаленные ферросплавы поступают в воронки и аналогично ссыпаются в ковш.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По окончании плавки сталь из конвертера выпускают в сталеразливочный ковш, который устанавливается на сталевоз (рисунок 3).

Сталевоз перевозит ковш со сталью в разливочное отделение, обычно примыкающее к конвертерному. Рассмотрим конструкцию сталевоза на рисунке ниже:

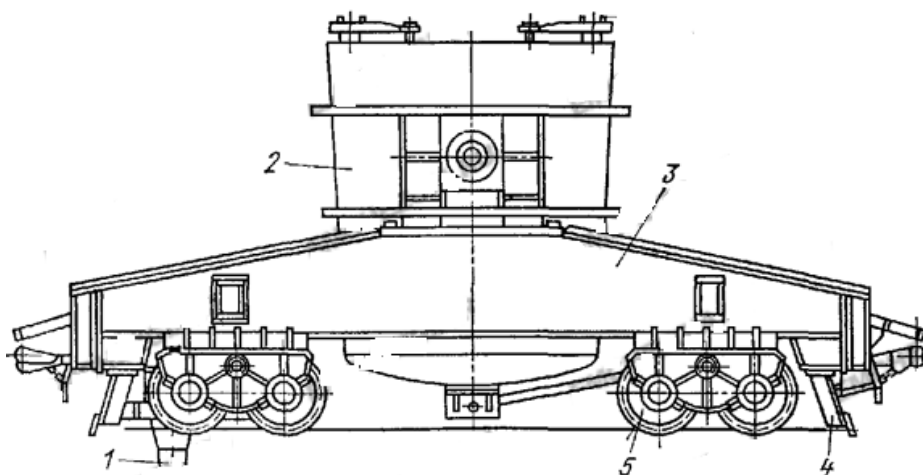


Рисунок 3 – Схема сталевоза: 1 – держатель токосъемников; 2 – ковш; 3 – тележка; 4 – скребок; 5 – ходовое колесо

Сталевоз представляет собой самоходную платформу, имеющую два механизма передвижения с электродвигателями постоянного тока, за счет чего и происходит движение сталевоза. Ток подводят через токосъемник от троллей, уложенных в специальном тоннеле, расположенном вдоль рельсового пути.

Грузоподъемность сталевозов для 280 – 530 т ковшей составляет 400 и 450 т, ширина колеи 4800 мм.

Но, как известно вторым продуктом плавки является шлак, с которым, также нужно провести несколько операций. В существующих отечественных и зарубежных цехах применяют много различных способов уборки (вывоза) шлака из цеха:

- через загрузочный или разливочный пролеты, куда шлаковые ковши от конвертеров доставляют на тележках по поперечным рельсовым путям и где их краном переставляют на автошлаковозы или продольные рельсовые пути для вывоза из цеха или сливают шлак в ямы и вывозят из цеха после застывания;
- автошлаковозами, снабженными механизмом снятия шлаковых ковшей с поперечных тележек, выдающих ковши из-под конвертеров;
- несамходными шлаковозами по поперечным путям железнодорожной колеи с выездом за пределами цеха на внешние железнодорожные пути;
- через шлаковый пролет, куда шлаковые ковши доставляют от конвертеров самоходными шлаковозами по ширококолейным поперечным путям и где ковши переставляют на продольные пути вывоза из цеха;
- самоходными шлаковозами по ширококолейным поперечным путям от конвертеров непосредственно в расположенное рядом шлаковое отделение.

Первый из перечисленных способов в отечественных цехах не применяют в связи с усложнением работ в загрузочном и разливочном пролетах и ухудшением санитарных условий при сливе шлака в ямы. Второй – поскольку не налажено производство автошлаковозов. В первых отечественных цехах шлаковые ковши от конвертеров вывозили по путям железнодорожной колеи, которые под конвертером размещались внутри ширококолейных путей сталевоза. При этом, как показал опыт, нельзя было механизировать уборку выбросов шлака и металла и просыпи шихтовых материалов с путей.

Позже стали использовать ширококолейные шлаковозы, перемещающиеся по тем же путям, что и сталевоз (колея 4800 мм). Это позволило сделать между рельсами вдоль всего пути корытообразный желоб глубиной 0,5 м и механизировать уборку мусора путем перемещения его по желобу с помощью закрепленного на сталевозе или шлаковозе скребка в контейнер, устанавливаемый в приямке под рельсовыми путями.

Из двух перечисленных способов уборки ширококолейными шлаковозами рациональным считается вывоз ковшей в близко расположенное шлаковое

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

отделение. При этом не требуется шлаковый пролет в главном здании, и улучшаются условия труда в нем, не требуются междоховые шлаковозы.

Шлаковозы служат для транспортировки жидкого шлака на шлаковый отвал или грануляционные установки.

В проектах современных печей применение ковшей ограничено в связи с сооружением гранулирующих устройств непосредственно около литейных дворов.

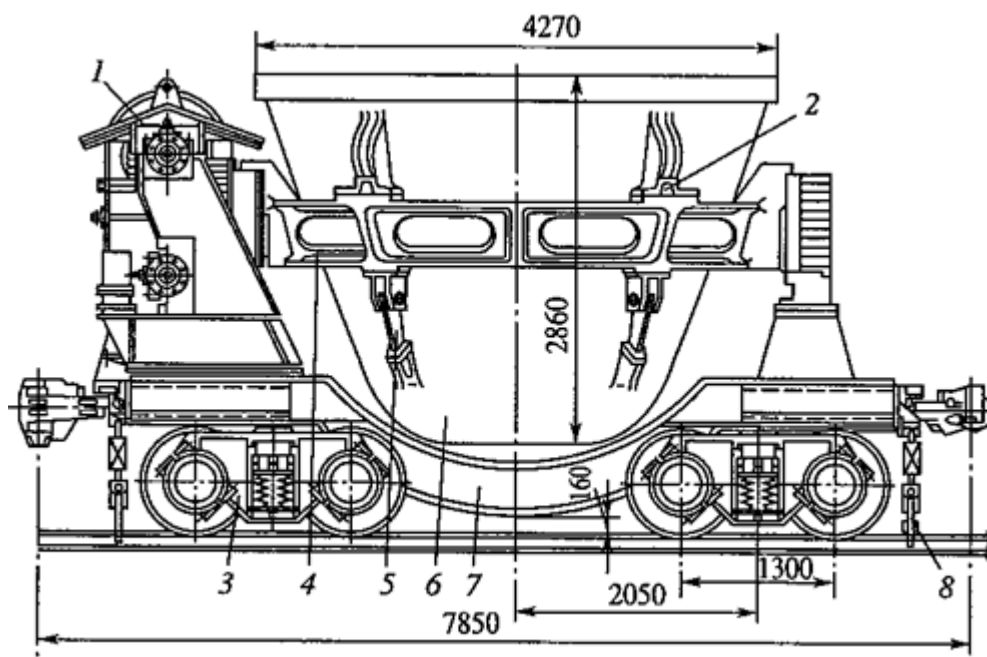


Рисунок 4 – Схема шлаковоза

Существующие типы шлаковозов различаются емкостью чаши (11; 16,5 м³), устройством механизмов опрокидывания и конструкциями некоторых деталей.

Наиболее распространенный тип шлаковоза ДЗМО, состоящий из ковша (чаши) 6, опорного кольца 4, рамы 7, ходовых тележек 3 и механизма опрокидывания 1. Чаши эллиптической формы (стальные, нефутерованные) лапами 2 опираются на кольцо. Для точной фиксации чаши на лапах имеются впадины, а на опорном кольце – выступы. При опрокидывании чаши во время слива шлака она удерживается в опорном кольце упорами 5, шарнирно

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

закрепленными в опорном кольце и входящими в пазы приливов ковша. Во время кантовки рама ковша закрепляется за рельсовый путь клещевыми захватами 8. Опорное кольцо также стальное, литое с проемами для лучшего охлаждения данной чаши.

В заключении следует отметить, что современные конвертерные цехи имеют огромную производительность, а, следовательно, организация цеховой работы представляет сложную проблему. Для непрерывного действия цеха необходимо обеспечить ритмичную работу каждого участка; при этом выполнение каждой операции обеспечивается надежной работой сложного оборудования.

При нормальной работе двух конвертеров цех в сутки выдает более 70 плавков и ковш должен быть подготовлен к каждой плавке, причем каждые 2 ч должно быть готово пять-шесть ковшей. Не меньше организационных сложностей при выполнении операций ремонта ковшей, подготовки и подачи лома, доставки и заливки жидкого чугуна и т. д.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

3 Расчет основного и вспомогательного оборудования кислородно-конвертерного цеха

1) Определение числа и вместимости конвертеров.

Считается рациональным строительство цехов с тремя конвертерами, один из которых является «подменным», т.е. находится в ремонте или в резерве. Постоянно работают два конвертера.

1.1) Производительность конвертера

$$P_K = \frac{P_{\text{ц}}}{n}, \quad (1)$$

где P_K – производительность конвертера, тыс. т годных НЛЗ в год;

$P_{\text{ц}}$ – производительность цеха, 2000 тыс. т годных НЛЗ в год;

n – число конвертеров

$$P_K = \frac{2000}{2} = 1000 \text{ тыс. т/год (годных НЛЗ)}$$

1.2) Производительность конвертера по жидкой стали

$$P_K^{\text{ж}} = \frac{P}{0,96} = 1,04P, \quad (2)$$

где 0,96 – выход годных НЛЗ;

$P_K^{\text{ж}}$ – производительность конвертера по жидкой стали.

$$P_K^{\text{ж}} = 1,04 \cdot 1000 = 1040 \text{ тыс.т/год (жидкой стали).}$$

1.3) Производительность цеха по жидкой стали

$P_{\text{ц}}^{\text{ж}}$ – производительность цеха по жидкой стали.

$$P_{\text{ц}}^{\text{ж}} = 1,04 \cdot 2000 = 2080 \text{ тыс.т/год (жидкой стали).}$$

1.4) Определение необходимой вместимости конвертера

$$P_K^{\text{ж}} = \frac{T \cdot 1440 \cdot n_p}{\tau_{\text{пл}}}, \quad (3)$$

где T – вместимость конвертера (по массе жидкой стали), т;

1440 – число минут в сутках, мин/сут;

$n_p = 365 \text{ сут/г}$ – число рабочих суток в году;

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

$\tau_{пл} = 36$ мин – длительность плавки (по НТП для конвертера 200 т)

$$T = \frac{\Pi_K^{\text{Ж}} \cdot \tau_{пл}}{1440 \cdot n_p} = \frac{1040 \cdot 36}{1440 \cdot 365} \cdot 10^3 = 71 \text{ т}$$

В соответствии с типовым рядом вместимостей конвертеров (по ГОСТ) принимаем вместимость конвертера 75 т

1.5) Суточная производительность конвертера по жидкой стали

$$\Pi_{\text{сут}}^{\text{Ж}} = \frac{\Pi_K^{\text{Ж}}}{n_p} = \frac{1040000}{365} = 2849 \text{ т/сут.} \quad (4)$$

1.6) Количество плавов в сутки (один конвертер)

$$A_K = \frac{\Pi_K^{\text{Ж}}}{n_p} = \frac{2849}{75} = 37 \text{ пл/сут.} \quad (5)$$

1.7) Продолжительность плавки

$$\tau_{пл} = \frac{1440}{A_K} = \frac{1440}{37} = 39 \text{ мин.} \quad (6)$$

1.8) Суточная производительность цеха (по жидкой стали)

$$\Pi_{\text{ц.сут}}^{\text{Ж}} = 2\Pi_{\text{сут}}^{\text{Ж}} = 2 \cdot 2849 = 5698 \text{ т/сут.} \quad (7)$$

1.9) Количество плавов в сутки в цехе

$$A_{\text{ц}} = A_K \cdot n = 37 \cdot 2 = 74 \text{ пл/сут.} \quad (8)$$

1.10) Расход чугуна на плавку

$$P_{\text{ч}} = 1,15 \cdot 0,96 \cdot 0,76 \cdot T = 0,84T, \quad (9)$$

где 1,15 – расход металлошихты, т/т годных НЛЗ;

0,96 – выход годных НЛЗ;

0,76 – доля чугуна в шихте.

$$P_{\text{ч}} = 0,84 \cdot 75 = 63 \text{ т/пл.}$$

1.11) Расход лома на плавку

$$P_{\text{л}} = 1,15 \cdot 0,96 \cdot 0,24 \cdot T = 0,265T, \quad (10)$$

где 0,24 – доля лома в шихте.

$$P_{\text{л}} = 0,265 \cdot 75 = 20 \text{ т/пл.}$$

1.12) Суточная потребность цеха в ломе

$$P_{\text{л}}^{\text{сут}} = P_{\text{л}} \cdot A_{\text{ц}} = 20 \cdot 74 = 1472,6 \text{ т/сут.} \quad (11)$$

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

1.13) Суточная потребность цеха в чугуне

$$P_{\text{ч}}^{\text{сут}} = P_{\text{ч}} \cdot A_{\text{ц}} = 63 \cdot 74 = 4662 \text{ т/сут.} \quad (12)$$

2) Расчет основного и вспомогательного оборудования.

2.1) Определение числа и вместимости миксерных ковшей

$$n = n_{\text{ОБ}} + n_{\text{РЕЗ}} + n_{\text{РЕМ}} \text{ шт.}, \quad (13)$$

где $n_{\text{ОБ}}, n_{\text{РЕЗ}}, n_{\text{РЕМ}}$ – число миксерных ковшей, находящихся в обороте, в резерве и в ремонте.

$$n_{\text{ОБ}} = \frac{P_{\text{ч}}^{\text{сут}} \cdot \tau_{\text{ОБ}} \cdot K}{24 \cdot P \cdot b}, \quad (14)$$

где $\tau_{\text{ОБ}} = 4$ – длительность цикла оборота ковша, час.;

$K = 1,25$ – коэффициент неравномерности выпусков чугуна;

$P = 420$ т номинальная вместимость ковша;

$b = 0,9$ – коэффициент заполнения ковша чугуном (миксерного).

$$n_{\text{ОБ}} = \frac{4662 \cdot 4 \cdot 1,25}{24 \cdot 420 \cdot 0,9} = 2,57 \text{ шт. Принимаем } n_{\text{ОБ}} = 3 + (n_{\text{РЕЗ}} + n_{\text{РЕМ}}) = 5 \text{ шт.}$$

2.2) Определение числа чугуновозов

Число чугуновозов:

$$n_{\text{ОБ}} = \frac{A_{\text{ц}} \cdot \Sigma}{1440}, \quad (15)$$

где $\Sigma = 15 \dots 18$ – задолженность чугуновоза на одну плавку, мин/пл

$$n_{\text{ОБ}} = \frac{74 \cdot 15}{1440} = 0,77 \text{ шт.}$$

Принимаем $n = 2$, 1 рабочий и 1 в запасе.

2.3) Число заливочных ковшей

$$n_{\text{К}} = 1,2 \dots 1,3 \cdot (n_{\text{ОБ}} + n_{\text{СР}}), \quad (16)$$

где $1,2 \dots 1,3$ – коэффициент запаса, принимаем $1,25$;

$n_{\text{ОБ}}, n_{\text{СР}}$ – соответственно число ковшей, находящихся в обороте и в среднем ремонте, шт.

Число ковшей в обороте:

$$n_{\text{ОБ}} = \frac{A_{\text{ц}} \cdot \tau_{\text{ОБ}}}{24}, \quad (17)$$

где $\tau = 1,0 \dots 1,7$ ч/пл – длительность цикла оборота ковша, принимаем $\tau_{OB} = 1,3$.

$$n_{OB} = \frac{74 \cdot 1,3}{24} \text{ шт.}, \text{ принимаем } n_{OB} = 4 \text{ шт.}$$

Число ковшей, находящихся в среднем ремонте:

$$n_{CP} = \frac{n_{OB} \cdot \tau_{CP}}{m \cdot \tau_{OB}}, \quad (18)$$

где $\tau_{CP} = 40$ ч. – длительность среднего ремонта;

$m = 50$ – стойкость рабочего слоя между ремонтами, пл.

$$n_{CP} = \frac{n_{OB} \cdot \tau_{CP}}{m \cdot \tau_{OB}} = \frac{4 \cdot 40}{50 \cdot 1,3} = 2,46 \text{ шт.}$$

Число заливочных ковшей:

$$n_K = 1,25 \cdot (4 + 3) = 9 \text{ шт.}$$

2.4) Определение числа заливочных кранов загрузочного пролета

$$n = \frac{A_{ц} \cdot \sum \cdot K}{1440 \cdot b}, \quad (19)$$

где $\sum = 10$ – задолженность крана на одну плавку (на заливку одного ковша), мин/пл.;

$K = 1,1$ – коэффициент, учитывающий выполнение вспомогательных работ;

$b = 0,8$ – коэффициент использования крана.

$$n = \frac{74 \cdot 10 \cdot 1,1}{1440 \cdot 0,8} = 0,7 \text{ шт.}$$

Принимаем $n = 2$ крана грузоподъемностью $(280 + 100/20)$ тонн

$$\text{Загруженность крана } b = \frac{74 \cdot 10 \cdot 1,1}{1440 \cdot 2} = 0,28$$

2.5) Объем и число совков для лома

В случае загрузки лома одним совком его объем

$$V_C = \frac{P_L}{0,9}, \quad (20)$$

где P_L – расход лома на плавку.

$$V_C = \frac{19,9}{0,9} = 22,1 \text{ м}^3$$

Принимаем $V_C = 25 \text{ м}^3$

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

$$n_C = \frac{K \cdot A_{Ц} \cdot \tau_{ОБ}}{24}, \quad (21)$$

где $\tau_{ОБ}$ – длительность цикла оборота совка, ч. (принимается $\tau_{ОБ} = 3,5$ ч.);

$K = 1,3$ – коэффициент запаса.

$$n_C = \frac{1,3 \cdot 74 \cdot 3,5}{24} = 14 \text{ шт.}$$

2.6) Число скраповозов

$$n = \frac{A_{Ц} \cdot \tau_{ОБ}}{1440}, \quad (22)$$

где $\tau_{ОБ} = 20$ мин – продолжительность цикла оборота скраповоза;

$$n = \frac{74 \cdot 20}{1440} = 1 \text{ шт.}$$

Принимаем $n = 2$ скраповоза: 1 рабочий и 1 резервный.

2.7) Число мостовых кранов для загрузки лома

$$n = \frac{A_{Ц} \cdot \Sigma \cdot K}{1440 \cdot b}, \quad (23)$$

где $\Sigma = 15$ мин. – задолженность крана на одну плавку (на загрузку лома совками);

$K = 1,1$ – коэффициент вспомогательных работ;

$b = 0,8$ – коэффициент использования машины.

$$n = \frac{74 \cdot 15 \cdot 1,1}{1440 \cdot 0,8} = 1,1 \text{ шт.}$$

Для загрузки лома принимаем 2 крана грузоподъемностью $2 \cdot 130$ т.

$$\text{Загруженность крана: } b = \frac{74 \cdot 15 \cdot 1,1}{1440 \cdot 2} = 0,42$$

2.8) Число сталеразливочных ковшей

$$n_K = 1,2 \cdot (n_{ОБ} + n_{СР} + n_{КР}), \quad (24)$$

где $1,2$ – коэффициент запаса;

$n_{ОБ}$, $n_{СР}$ – соответственно число ковшей, находящихся в обороте и в среднем ремонте, шт.

$n_{КР}$ – число ковшей, находящихся в капитальном ремонте, шт.

Продолжительность капитального ремонта составляет 25 – 50 ч, кампании до капитального ремонта ковша 6 – 12 месяцев, т.е. во много раз больше. Поэтому величина $n_{КР}$ получается очень малой и ее можно не учитывать.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Число ковшей в обороте:

$$n_{\text{ОБ}} = \frac{A_{\text{Ц}} \cdot \tau_{\text{ОБ}}}{24}, \quad (25)$$

где $\tau_{\text{ОБ}} = 8$ ч/пл – длительность цикла оборота ковша;

$$n_{\text{ОБ}} = \frac{74 \cdot 8}{24} = 25 \text{ шт.}$$

Число ковшей, находящихся в среднем ремонте:

$$n_{\text{СР}} = \frac{n_{\text{ОБ}} \cdot \tau_{\text{СР}}}{m \cdot \tau_{\text{ОБ}}}, \quad (26)$$

где $\tau_{\text{СР}} = 30$ ч. – длительность среднего ремонта;

$m = 50$ – стойкость рабочего слоя между ремонтами, пл.

$$n_{\text{СР}} = \frac{28 \cdot 30}{50 \cdot 8} = 2 \text{ шт.}$$

Число сталеразливочных ковшей:

$$n_{\text{К}} = 1,2 \cdot (25 + 2 + 0) = 33 \text{ шт.}$$

2.9) Число кранов ковшевого (распределительного) пролета

$$n = \frac{(n_{\text{К}} \cdot n_{\text{ПП}} + n_{\text{Р}} \cdot n_{\text{ПР}}) \cdot \tau_{\text{П}} \cdot K}{1440 \cdot b}, \quad (27)$$

где $n_{\text{К}}$ – число сталеразливочных ковшей, шт.,

$n_{\text{ПР}}$ – число перестановок на один ковш,

$\tau_{\text{П}} = 4$ мин. – длительность одной перестановки,

$b = 0,8$ – коэффициент использования крана,

$K = 1,2$ – коэффициент, учитывающий затрату кранового времени на выполнение вспомогательных работ.

$$n = \frac{(33 \cdot 6 + 2 \cdot 7) \cdot 4 \cdot 1,2}{1440 \cdot 0,8} = 0,88 \text{ шт.}$$

Принимаем 2 крана с учетом запасного,

задолженность крана:

$$b = \frac{(33 \cdot 6 + 2 \cdot 7) \cdot 4 \cdot 1,2}{1440 \cdot 2}$$

2.10) Число шлаковых ковшей

$$n_{\text{ШК}} = 2 \cdot 3 + 3 = 9 \text{ шт.} \quad (28)$$

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Объем ковша

$$V_K = \frac{V \cdot a_{ш}}{n \cdot q}, \quad (29)$$

$$V_K = \frac{75 \cdot 0,17}{1 \cdot 2,3} = 5,54, \text{ м}^3 \text{ Принимаем } V_K = 6, \text{ м}^3 n_{шк} = 9$$

2.11) Число сталевозов

$$n_{СТ} = 1 \cdot 3 = 3 \text{ шт.} \quad (30)$$

2.12) Число шлаковозов

$$n_{шк} = 2 \cdot 3 + 3 = 9 \text{ шт.} \quad (31)$$

2.13) Число бункеров для хранения сыпучих материалов и ферросплавов

Вместимость бункеров для хранения сыпучих материалов (V_B , м^3) определяется суточной производительностью цеха ($\Pi_{ц}^{\text{сут.ж}}$, т/с), насыпной плотностью шихтовых материалов (g , $\text{т}/\text{м}^3$) и их нормативными запасами ($K_3, \text{сут.}$).

$$\Sigma \cdot V_B = \frac{Q_C \cdot K_3}{g \cdot h}, \quad (32)$$

где $h = 0,8$ – коэффициент заполнения бункера для сыпучих материалов;

$Q_C = \Pi_{ц}^{\text{сут.ж}} \cdot f$ – суточный расход материалов, т/сут.;

f – расходные коэффициенты материалов на тонну стали, кг/т;

$Q_C \cdot K_3$ – необходимая масса материалов в бункерах, т.

Таблица 1 – Расчет числа бункеров для сыпучих материалов и ферросплавов

Материал	f, кг/т	Q _с , т/сут	к _з , сут	Q _с · к _з , т	g, т/м ³	V _м , м ³	∑V _б , м ³	V _б , м ³	n _б , шт
ФС75	4,0	65,8	2	137	1,5	91,3	114,1	15	8
ФМн78	5,0	85,6	2	171,2	3,0	57,1	71,4	15	5
Известь	60,0	1027,4	0,5	513,7	0,8	642,1	802,6	75	11
Пл. шпат	4,0	68,5	2	137	1,7	80,6	100,8	15	7
Кокс	6,0	102,7	2	205,4	0,5	410,6	513,5	75	7
Жел. руда	30,0	513,7	2	1027,4	2,7	380,5	475,6	75	7

Здесь:

$$V_M = \frac{Q_c \cdot K_z}{g} \text{ объем материала в бункерах, м}^3;$$

$$\sum V_B = \frac{V_M}{h} \text{ суммарный объем бункеров, м}^3;$$

V_Б – вместимость (объем) бункера, м³;

$$n_B = \frac{\sum V_B}{V_B} \text{ число бункеров, шт.}$$

2.14) Количество АККОС

$$n_{\text{АККОС}} = \frac{P_{\text{ц}}^{\text{ж}}}{P_{\text{АККОС}}}, \quad (33)$$

$$P_{\text{АККОС}}^{\text{ж}} = \frac{T \cdot 1440 \cdot n_p}{\tau_{\text{ОБР}}}, \quad (34)$$

где T – вместимость печи (по массе жидкой стали);

n_p = 350 сут. – число рабочих суток в году;

τ_{ОБР} = 55 мин. – продолжительность обработки на АККОС (для конвертера вместимостью 200 т).

$$P_{\text{АККОС}}^{\text{ж}} = \frac{75 \cdot 1440 \cdot 350}{55} = 687 \text{ тыс.т./год}$$

$$n_{\text{АККОС}} = \frac{P_{\text{ц}}^{\text{ж}}}{P_{\text{АККОС}}} = \frac{2080}{687} = 3 \text{ АККОС.}$$

3) Расчет МНЛЗ

Разливка стали производится на криволинейных двух ручьевых слябовых МНЛЗ на заготовки сечением 200 x 1200 мм., методом «плавка на плавку».

3.1) Длительность разливки одной плавки

$$\tau_M = \frac{T}{N \cdot F \cdot v \cdot \rho}, \quad (35)$$

где $N = 2$ – число ручьев МНЛЗ;

F – площадь поперечного сечения заготовки, m^2 ;

v – линейная скорость разливки (для заготовки сечением 250 x 1200 mm^2

$v = 1,63$ м/мин);

ρ – плотность жидкой стали (для спокойной стали $\rho = 7,8$ т/ m^3)

$$\tau_M = \frac{75}{2 \cdot 0,3 \cdot 1,63 \cdot 7,8} = 9,83 = 10 \text{ мин.}$$

3.2) Годовая производительность одной МНЛЗ

$$P_{\text{МНЛЗ}} = \frac{T \cdot 1440 \cdot m}{m \cdot \tau_M \cdot \tau_{\text{П}}} \cdot a \cdot n_p, \quad (36)$$

где $m = 10$ – число плавов, разливаемых без перерыва;

$a = 0,96$ – выход готовых заготовок;

$n_p = 320$ – число рабочих суток;

$\tau_{\text{П}}$ – пауза между серией плавов, мин.

$\tau_{\text{П}} = \tau_{\text{ПОДГ}} + \tau_{\text{ДОП}} = 160 + 15 = 175$ мин. (для слябовых МНЛЗ)

$$P_{\text{МНЛЗ}} = \frac{75 \cdot 1440 \cdot 10}{10 \cdot 10 + 175} \cdot 0,96 \cdot 320 = 1206 \text{ тыс.т/год}$$

3.3) Необходимое число МНЛЗ

$$n_{\text{МНЛЗ}} = \frac{P_{\text{ц}}}{P_{\text{МНЛЗ}}} = \frac{2000}{1206} = 2, \quad (37)$$

Принимаем число МНЛЗ, равным 3

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

4 Технологическая схема и технология производства сплава

Кислородно-конвертерный цех эксплуатируется в составе трех конвертеров, один из которых в настоящий момент находится в ремонте, В состав ККЦ входят конвертерное, миксерное и дымососное отделения, отделение шихтовых и магнитных материалов, приемное устройство с трактом подачи сыпучих материалов, шлаковый двор.

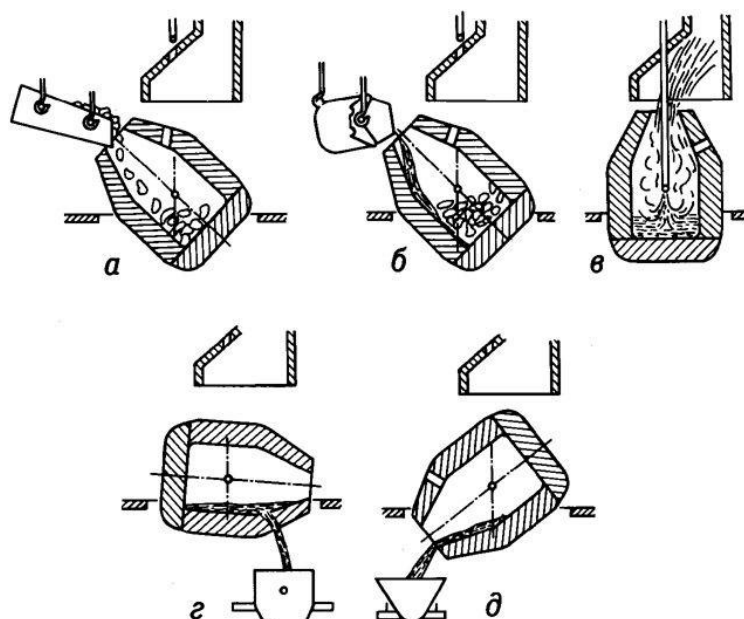


Рисунок 5 – Технологическая схема и технология производства сплава. Схема получения стали в кислородном конвертере: а – загрузка металлолома; б – заливка чугуна; в – продувка; г – выпуск стали; д – слив шлака

Для выплавки стали в качестве шихтовых материалов используются жидкий чугун и металлолом. Жидкий чугун должен подаваться из доменного цеха в предварительно очищенных чугуновозных ковшах с минимальным количеством шлака. Чугун сливается в миксеры или переливается в заливочный ковш только после получения результатов химического анализа проб, отобранных на выпуске чугуна. Чугун в цех должен поставляться следующего химического состава: 0,4 – 0,8 % Si; 0,5 – 0,7 % Mn; S не более 0,03 %; P не более 0,28 %. Чугун из ковшей

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

должен сливаться полностью, запрещается возвращать доменному цеху ковши с не полностью слитым чугуном.

Расходуемый на плавке чугун подается как путем прямого перелива из доменного ковша в заливочный ковш, так и через миксеры. При работе через миксеры неснижаемый запас чугуна в каждом миксере должен быть не менее 600 т. Снятие ограничителей не допускается при ремонте одного из миксеров, неснижаемый запас чугуна в работающем миксере должен быть не менее 500 т. Выдача чугуна при наличии в работе двух миксеров и их наполнение производится поочередно с таким расчетом, чтобы один из них выдавал чугун, а другой находился на заполнение до полной емкости или отстое. Взвешивание наливаемого чугуна производится с использованием локальной АСУ. При сливе чугуна из миксера миксеровой отбирает пробу из носка миксера после наполнения чугуном 1/2 ковша и немедленно отправляет ее пневмопочтой в лабораторию. Температура чугуна замеряется в ковше термоблоком и должна быть не ниже 1320°C. Металлолом, используемый в конвертерной плавке, должен быть размером, обеспечивающих свободную загрузку в конвертер. Привозной лом, пакеты, блюминговая обрезь хранятся на шихтовом дворе отдельно в специально отведенных местах. Запрещается использовать в шихту промасленную стружку, а также лом, загрязненный горюче-смазочными материалами (серой или фосфором), не очищенный от резины и цветных металлов (цинка, олова, свинца, меди и др.), не освобожденный от взрывоопасных и легковоспламеняющихся предметов и материалов, а также снега, льда и закрытых сосудов. Весь металлолом, подаваемый к конвертерам, провешивается. Лом доставляется в совках, загружаемых в копровом цехе или на шихтовом дворе конвертерного цеха. Дозировка до заданного веса производится на шихтовом дворе блюминговой обрезью и недоливками. На шихтовом дворе в совки сначала загружаются пакеты и легковесный металлолом, а затем до заданного веса загружаются обрезь и недоливки. Недоливки загружаются ближе к торцевой стенке совка. Для наводки шлака применяется свежееобожженная известь, вместо нее допускается использование твердого конвертерного шлака. Для разжижения

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

шлака в процессе продувки применяется концентрат плавикошпатовый, уртит, флюоритокарбонатная руда (ФКР) и огарки угольной футеровки алюминиевых электролизеров. Температурный режим регулируется коксом, антрацитом, сырым доломитом. Раскиление и легирование производится в ковше при выпуске плавки из конвертера ферромарганцем, ферросилицием, марганцевой лигатурой, силикомарганцем, феррохромом, ферротитаном, ферробромом, феррованадием, алюминием, серым колчеданом, силикокальцием и феррофосфором. Все раскислители и легирующие материалы должны соответствовать требованиям ГОСТов и ТУ, применяться дробленными в кусках не более 50 мм.

Плавка стали в кислородном конвертере после его осмотра по окончании предыдущей плавки начинается с завалки совком лома и части извести. Для этого конвертер наклоняют в сторону загрузочного пролета. С целью уменьшения возможности разрушения футеровки завалку организуют так, чтобы сначала в конвертер попадал легковесный лом, а затем тяжеловесный. На лом загружают часть извести – 30...60 %. Для равномерного распределения лома до или сразу после заливки чугуна конвертер наклоняют в сторону, противоположную завалочному пролету. Чугун заливают по возможности быстро в конвертер, наклоненный в сторону загрузочного пролета. После заливки чугуна конвертер выводят в вертикальное положение, в него опускают фурму и начинают продувку.

При продувке давление кислорода перед соплами должно быть 1,1...1,3 МПа, что достигается при давлении его в кислородопроводе $\geq 1,6...1,8$ МПа. По ходу продувки положение среза фурмы над уровнем спокойной ванны меняется. В начале продувки срез фурмы располагается высоко – на отметке 2...3,5 м над уровнем спокойной ванны в конвертерах емкостью соответственно 1000...350 т. Это способствует быстрому формированию шлака вследствие стремительного повышения содержания в нем оксидов железа. Через 2...4 мин от начала продувки происходит устойчивое «зажигание», как называют начало интенсивного окисления углерода. Оно сопровождается появлением над горловиной конвертера большого яркого факела, в результате догорания образующегося в ванне монооксида углерода. Момент зажигания плавки определяют по показаниям

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

газоанализатора, когда содержание кислорода в отходящем газе снижается до уровня менее примерно 12 %. Фурма опускается до рабочего положения. Ее срез при этом находится на расстоянии 0,8...2,0 м от уровня ванны в спокойном состоянии.

По ходу первой половины продувки в ванну присаживают несколькими порциями, для предотвращения образования крупных конгломератов, оставшуюся часть извести, а в середине продувки – плавиковый шпат. При получении необходимых состава и температуры металла продувку прекращают.

Применяют два способа окончания продувки:

1) С остановкой на заданном содержании углерода. Момент окончания продувки определяют по количеству израсходованного кислорода или времени продувки, по данным контроля состава отходящих газов, по показаниям автоматизированных систем управления плавкой.

2) С передувом до низкого содержания углерода (0,08...0,10 %) и последующим науглероживанием в ковше термоантрацитом, молотым коксом, порошком электродов, но не более чем на 0,30 % углерода. Первый способ обеспечивает больший выход годного и целесообразнее, но технологически более сложный.

Раскисление, легирование и, при необходимости, науглероживание металла производят в ковше при его сливе. Это позволяет устранить взаимодействие металла с окислительным конвертерным шлаком и таким образом избежать вторичного окисления, рефосфрации и повышенного угара раскислителей. Величина угара зависит от состава стали, а также окисленности, количества и состава попадающего в ковш шлака. Металл выпускают через сталевыпускное отверстие, обеспечивая минимальное поступление в ковш шлака.

При выплавке легированной стали никель, молибден, медь не окисляющиеся при продувке металла кислородом, присаживают в конвертер. Окисляющиеся элементы дают в ковш, начиная присадки кусков содержащих их ферросплавов размером не более 100 мм при наполнении его металлом на 1/5 и заканчивая подъема уровня металла на 3/4 высоты. При добавлении тугоплавких

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ферросплавов, в частности феррохрома, в количестве более 1,5...2 % от массы стали используют экзотермические ферросплавы, содержащие порошкообразный ферросплав и экзотермическую смесь порошков селитры, алюминия и ферросилиция. Применяют также жидкие лигатуры, содержащие в необходимом для данной стали соотношении раскисляющие и легирующие элементы.

Для последующей выпечной обработки стали в ковше необходимо, по возможности, предупредить попадание в ковш окислительного конвертерного шлака. Для этого чаще всего применяют плавающий шар. Такой шар делается металлическим, со штырями на поверхности. Эти штыри служат для закрепления наносимой на шар огнеупорной массы, которую после нанесения на шар обжигают. Шар, состоящий из металла и огнеупорной массы, имеет плотность, больше плотности шлака, но меньше плотности металла. Во время слива стали из конвертера шар вводят на поверхность жидкой ванны над сталевыпускным отверстием. Там он плавает на границе раздела шлак-металл, немного погружаясь в металл. При вытекании металла он перекрывает выпускное отверстие, отсекая шлак, который затем выливают отдельно в ковш, установленный на шлаковозе, который вывозят из цеха локомотивом по поперечным криволинейным путям. Так же сталеразливочный ковш подают в ОНРС для разливки стали на МНЛЗ, ковш устанавливают на двухпозиционный стенд, позволяющий быстро заменять ковши и производить разливку непрерывно «плавка на плавку». После МНЛЗ заготовки поступают по системе рольгангов в передаточный пролет, а затем в отделение складирования и ремонта литых заготовок.

При использовании выпечной обработки стали в ковше раскисление и легирование окисляемыми элементами обычно целесообразно производить во время или после такой обработки.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

5 Материальный баланс плавки в конвертере

Материальный состав конвертерной плавки составляется с учетом всех вводимых компонентов металлической шихты и сыпучих материалов, кислорода, вдуваемого в металлическую ванну, а также продуктов плавки, которыми являются жидкая сталь, шлак и выделяемые из конвертера газы. Целью составления такого баланса является определение расхода шихтовых материалов: чугуна, лома, извести и технического кислорода. Он может быть записан следующим уравнением:

$$M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 = M_7 + M_8 + M_9 + M_{10}, \quad (38)$$

где M_1 – расход жидкого чугуна;

M_2 – расход металлического лома;

M_3 – расход извести;

M_4 – расход шлакообразующих;

M_5 – расход технического кислорода;

M_6 – количество футеровки;

M_7 – выход жидкой стали;

M_8 – количество образовавшегося шлака;

M_9 – количество образовавшегося газа;

M_{10} – потери металла.

Для удобства расчета баланс обычно составляют на 100кг металлической шихты. При составлении общего баланса целесообразно составить отдельные балансы кислорода, шлакообразования, металла, газа. Рассмотрим составление баланса плавки стали 09Г2С.

Для того, что бы составить баланс плавки стали 09Г2С в кислородном конвертере с последующей продувкой металла в ковше аргоном, необходимо пользуясь справочниками, найти требования к химическому составу стали заданной марки. Результаты расчетов должны укладываться в эти требования (таблица 2).

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Таблица 2 – Химический состав стали 09Г2С, масс. %

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
			не более			
До 0,12	0,50...0,80	0,50...0,80	0,03	0,035	0,30	0,30

Используемый при продувке технический кислород содержит 99,5 % O₂ и 0,5 % N₂. Химический состав основных используемых шихтовых материалов с учетом потерь при прокатке (п.п.п.) задан в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Состав металлической шихты и стали перед раскислением, масс. %

Материал	Fe	C	Mn	Si	S	P
Чугун	93,87	4,20	0,90	0,80	0,030	0,200
Лом	99,04	0,20	0,50	0,20	0,030	0,030
Сталь	99,40	0,10	0,35	–	≤ 0,030	≤ 0,020

На 100 кг металлической шихты расходуется: чугуна – 79 кг, лома – 21 кг. Вместе с чугуном в шлак поступает 5 кг/т миксерного шлака. С металлическим ломом в ванну попадает ржавчина и мусор.

Таблица 4 – Химический состав шлакообразующих и огнеупорных материалов, %

Материал	CaO	SiO ₂	MgO	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaF ₂	P	S	п. п. п.
Плавиновый шпат	0,5	3,6	–	–	0,2	1,2	94,0	–	–	0,2
Известь	88,0	1,3	2,0	–	0,8	1,2	–	–	–	6,7
Железная руда	–	10,0	–	–	–	82,9	–	0,014	0,013	–
Периклаз	1,0	3,0	93,0	–	1,0	2,0	–	–	–	–
Периклазо-хромит	2,0	6,5	66,0	10,0	4,0	11,5	–	–	–	–

2. Шихтовка плавки

Определяем количество элементов, вносимых шихтой, с учетом расхода компонентов на 100 кг металлической шихты (чугуна – 79 кг, лома – 21 кг). Результаты заносим в таблице 5.

Таблица 5 – Количество элементов, вносимых шихтой, кг

Компоненты шихты	C	Mn	Si	S	P	Fe
Чугун	3,318	0,711	0,632	0,0237	0,1580	74,1573
Лом	0,042	0,105	0,042	0,0063	0,0063	20,7984
Итого	3,360	0,816	0,674	0,0300	0,1643	94,9557

3. Продувка в конвертере

Определение состава и количества шлака

Считаем, что при продувке происходит окисление: углерода – до 0,10 %, марганца – 0,408 %, фосфора – до 0,020 %, кремний окислится полностью.

$$C = 3,4 - 0,1 = 3,3 \text{ кг}; Mn = 0,82 - 0,408 = 0,412 \text{ кг}; Si = 0,68 \text{ кг};$$

$$P = 0,166 - 0,02 = 0,146 \text{ кг}$$

При продувке образуется оксидов:

$$MnO: 0,404 \cdot 71/55 = 0,520 \text{ кг},$$

$$SiO_2: 0,674 \cdot 60/28 = 1,440 \text{ кг},$$

$$P_2O_5: 0,1443 \cdot 142/80 = 0,256 \text{ кг}.$$

Принимаем, что угар железа составляет 2 %. Из них 1 % удаляется из конвертера в виде пыли Fe_2O_3 , а оставшееся железо переходит в шлак в виде оксидов FeO (на 85 %) и Fe_2O_3 (на 15 %).

Таким образом, в шлак вносится $0,949 \cdot 0,85 \cdot 72/56 = 1,037 \text{ кг } FeO$ и $0,949 \cdot 0,15 \cdot 160/112 = 0,203 \text{ кг } Fe_2O_3$.

Принимаем расход извести 6 %.

$$CaO: 0,88 \cdot 6 = 5,280 \text{ кг},$$

$$SiO_2: 0,013 \cdot 6 = 0,078 \text{ кг},$$

$$MgO: 0,02 \cdot 6 = 0,120 \text{ кг},$$

$$Al_2O_3: 0,008 \cdot 6 = 0,048 \text{ кг},$$

$$Fe_2O_3: 0,012 \cdot 6 = 0,072 \text{ кг}, \text{ что в пересчете на } FeO \text{ составит}$$

$$0,072 \cdot 112/160 \cdot 72/56 = 0,065 \text{ кг}.$$

Для расчета компонентов шлака, поступивших из футеровки, принимаем расход магнезитового порошка 0,5 %, магнезитохромитовой футеровки – 0,1 %.

Периклазовый порошок вносит в шлак:

$$CaO: 0,005 \cdot 1 = 0,005 \text{ кг},$$

$$SiO_2: 0,005 \cdot 3 = 0,015 \text{ кг},$$

$$MgO: 0,005 \cdot 93 = 0,465 \text{ кг},$$

$$Al_2O_3: 0,005 \cdot 1 = 0,005 \text{ кг},$$

$$Fe_2O_3: 0,005 \cdot 2 = 0,010 \text{ кг}, \text{ что в пересчете на } FeO \text{ составит}$$

$$0,010 \cdot 112/160 \cdot 72/56 = 0,009 \text{ кг}.$$

Периклазо-хромитовая футеровка вносит в шлак:

$$CaO: 0,001 \cdot 2 = 0,002 \text{ кг},$$

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$\text{SiO}_2: 0,001 \cdot 6,5 = 0,006 \text{ кг},$$

$$\text{MgO}: 0,001 \cdot 66 = 0,066 \text{ кг},$$

$$\text{Cr}_2\text{O}_3: 0,001 \cdot 10 = 0,010 \text{ кг},$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3: 0,001 \cdot 4 = 0,004 \text{ кг},$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3: 0,001 \cdot 11,5 = 0,012 \text{ кг},$$

что в пересчете на FeO составит:

$$0,012 \cdot 112/160 \cdot 72/56 = 0,011 \text{ кг}.$$

При сливе чугуна в конвертер может попадать миксерный шлак в количестве 5 кг/т, примем 0,5 кг на 100 кг шихты.

В расчете примем типичный состав этого шлака, %: CaO – 25; SiO₂ – 45; Al₂O₃ – 7; MnO – 5; MgO – 10; FeO – 5 . Тогда с миксерным шлаком в конвертерный шлак вносится, кг: CaO – 0,25 · 0,5 = 0,125; SiO₂ – 0,45 · 0,5 = 0,225; Al₂O₃ – 0,07 · 0,5 = 0,035; MnO – 0,05 · 0,5 = 0,025; MgO – 0,1 · 0,5 = 0,05; FeO – 0,05 · 0,5 = 0,025. Количество и состав получаемого шлака сведены в таблице 6.

Основность полученного шлака, в простейшем случае рассчитанная как % CaO/ % SiO₂=2,85, что вполне приемлемо (допустимые значения 2,5...3,0).

4) Потребность кислорода.

Количество окисляемых элементов (принято, считать, что марганец окисляется до 0,4 %):

$$\text{C}: 3,36 \cdot 0,09 = 0,302 \text{ кг},$$

$$\text{Mn}: 0,816 - 0,400 = 0,416 \text{ кг},$$

$$\text{Si}: \text{полностью, т.е. } 0,674 \text{ кг},$$

$$\text{P}: 0,164 - 0,020 = 0,144 \text{ кг}.$$

Доля углерода, окисляемого до CO₂, обычно составляет 5...15 %. Примем 10 %.

Тогда потребность в кислороде для окисления элементов составит:

$$\text{C до CO}: 0,3 \cdot (1 - 0,10) \cdot 16/12 = 0,36 \text{ кг},$$

$$\text{C до CO}_2: 0,3 \cdot 0,1 \cdot 32/12 = 0,08 \text{ кг},$$

$$\text{Si до SiO}_2: 0,674 \cdot 32/28 = 0,77 \text{ кг},$$

$$\text{P до P}_2\text{O}_5: 0,1443 \cdot 80/62 = 0,186 \text{ кг},$$

$$\text{Mn до MnO}: 0,416 \cdot \frac{16}{15} = 0,121 \text{ кг}.$$

Итого на окисление элементов необходимо затратить 1,517 кг O₂.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Таблица 6 – Количество и состав конвертерного шлака в конце продувки

Источник	CaO	SiO ₂	MnO	FeO	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	P ₂ O ₅	Итого
Известь	5,280	0,078	–	–	0,072	–	0,48	0,120	–	5,598
Продукты окисления	–	1,440	0,795	–	–	–	–	–	0,256	2,509
Из лома	–	0,168*	–	–	0,120*	–	–	–	–	0,288
Оксиды железа	–	–	–	1,037	0,203	–	–	–	–	1,240
Футеровка	0,002	0,007	–	–	0,012	0,010	0,004	0,660	–	0,101
Периклазовый порошок	0,005	0,015	–	–	0,010	–	0,005	0,456	–	0,491
Миксерный шлак	0,125	0,225	0,025	0,025	–	–	0,035	0,05	–	0,485
%	52,133	18,293	5,269	10,249	4,027	0,096	0,886	6,666	2,379	100,00
Всего, кг	5,412	1,933	0,545	1,064	0,417	0,01	0,092	0,692	0,256	10,381

* Из ржавчины

Количество кислорода, идущего на образование оксидов железа в шлаке, составляет:

на образование FeO: $0,949 \cdot 0,85 \cdot 16/72 = 0,179$ кг,

на образование Fe₂O₃: $0,949 \cdot 0,15 \cdot 48/160 = 0,042$ кг.

Количество удаленной из конвертера пыли, состоящей из Fe₂O₃, при угаре железа 1 % составит $0,949 \cdot 160/112 = 1,355$ кг. На образование этой пыли будет затрачено $1,355 \cdot 48/160 = 0,406$ кг кислорода.

Итого общая потребность в чистом кислороде составит:

$1,517+0,179+0,042+0,406=2,144$ кг или в пересчете на технический кислород, применяемый при продувке, - $2,144/0,995=2,154$ кг.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

5) Выход жидкой стали.

Баланс металла с учетом потерь сведены в табл. 2.6. Выход жидкой стали согласно данному расчету составляет 96,552 % от загруженной в конвертер шихты.

Таблица 7 – Баланс металла за плавку

Элемент	Поступило с шихтой, кг	Перешло в шлак, кг	Перешло в газ, кг	Содержится в металле	
				кг	%
C	3,360	—	0,300	3,0600	0,0300
Mn	0,816	0,416	—	0,400	0,4260
Si	0,674	0,674	—	0	0
S	0,030	0,015	—	0,0150	0,0016
P	0,164	0,144	—	0,020	0,0210
Fe	94,955	0,949	0,949	93,057	99,5070
итого	100,00	2,198	1,249	96,552	100

б) Количество образующихся газов

Газы образуются (вносятся) в результате:

- окисления углерода до CO и CO₂: $0,3 + 0,81 = 1,11$ кг;
- вносимый с кислородом азот: $2,033 \cdot 0,005 = 0,010$ кг;
- при прокаливании из извести выделится CO₂: $6,7 \cdot 6 / 100 = 0,402$ кг.

Общее количество выделившихся газов: $1,110 + 0,031 + 0,402 = 1,543$ кг.

Материальный баланс плавки полупродукта по результатам расчетов сведены в таблице 8. Невязка (потери, неучтенные в данном расчете) 3,448 кг (допустимо не более ± 5 %, в противном случае расчет необходимо уточнить).

Таблица 8 – Материальный баланс плавки

Поступило, кг		Получено, кг	
Чугун	79,000	Жидкая сталь	96,552
Стальной лом	21,000	Шлак	10,381
Известь	6,000	Газы	1,543
Миксерный шлак	0,500	Пыль	1,355
Футеровка (суммарно)	0,592	Невязка	3,448
Кислород	2,154		
Итого	113,260	Итого	113,260

Количество присаживаемых, за исключением Al, ферросплавов при раскислении и легировании:

$$M_{\text{фспл}} = \frac{M_{\text{ст}}([C]_{\text{ст}} - [C]_{\text{исх}}) \cdot 100}{[C]_{\text{фспл}}(100 - K_{\text{уг}})},$$

$$M_{\text{фм75}} = \frac{96,552 \cdot (0,6 - 0,003) \cdot 100}{75 \cdot (100 - 10)} = 0,850 \text{ кг},$$

$$M_{\text{фс75}} = \frac{96,552 \cdot (0,6 - 0,00) \cdot 100}{75 \cdot (100 - 15)} = 0,908 \text{ кг}.$$

Конечное раскисление стали производится Al из расчета 1,5 кг/т.

Вывод: Расчетный состав стали соответствует заданию.

6 Специальная часть Десульфурация чугуна

В связи с неблагоприятными экономическими условиями в России, одной из главной целью металлургического производства является повышение мощностей за счет введения в эксплуатацию новых, современных сталеплавильных агрегатов, а так же модернизации действующих агрегатов, что невозможно реализовать без использования новейших научно-технических разработок, направленных на повышение эффективности производства и качества готовой стали, снижение затрат материальных и энергетических ресурсов на единицу конечной продукции. В настоящее время актуальность приобретают проблемы поиска принципиально новых технологических и конструктивных решений, позволяющих обеспечить организацию производства, обладающего высокими технологическими мощностями, рентабельностью и минимальным количеством отходов металлургического производства и выбросов в атмосферу.

По результатам анализа динамики современного сталеплавильного производства необходимо выделить следующее. Как ранее, так и в настоящее время порядка 97 % стали выплавляется в комплексе «Доменная печь – Сталеплавильный агрегат» с использованием жидкого чугуна.

Одним из путей повышения эффективности производства в таких условиях является переход на передел чугуна с пониженным содержанием кремния. Реализация такого направления может быть эффективной в условиях кислородно-конвертерного производства. В связи с постоянно возрастающей дефицитностью энергоносителей (в частности, кокса в доменном производстве, электроэнергии при выплавке ферросплавов), дефицитности металлолома, все большее количество фирм – производителей стали по схеме «Доменная печь – Кислородный конвертер» переходят на технологии выплавки и передела чугуна с пониженным содержанием кремния.

Следует отметить, что для реализации технологий выплавки чугуна в доменных печах при понижении содержания кремния необходимо соблюдение ряда условий. Среди них: высокая степень подготовки шихтовых материалов и

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

кокса, подбор состава и качества железорудного сырья, стабильность качественных факторов, ритмичность поставки шихты и др. Соблюдение комплекса этих условий является задачей сложной, а для многих регионов, фирм, заводов (и в мировом масштабе) обеспечение массовой выплавки чугуна, например, на уровне содержания кремния 0,4 %, задачей недостижимой.

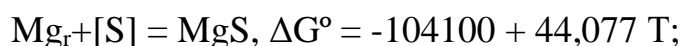
Определяющим фактором в системе кислородно – конвертерной плавки является чугун. Это утверждение, естественно, в соответственно меньшей степени, относится и к содержанию кремния в чугуне. Кремний является теплоносителем, шлакообразующим элементом, влияет на содержание железа в чугуне и т.д. Однако, такие параметры, как расход извести и выход шлака напрямую определяются содержанием кремния (таблица 9).

Таблица 9 – Зависимость технико-экономических параметров от содержания Si, %

Технико-экономические параметры	Содержание Si в чугуне, %			
	0,9	0,6	0,4	0,15
Чугун, кг/т стали	899,7	915,9	926,7	940,2
Лом, кг/т стали	212,1	186,6	169,6	148,35
Металлошихта (чугун + лом) кг,т стали	1111,8	1102,5	1096,3	1088,55
Чугун, кг/т стали	852,1	868,3	879,1	892,6
Лом, кг/т стали	266,5	241,0	224,0	202,75
Металлошихта (чугун + лом) кг,т стали	1118,6	1109,3	1103,1	1095,35
Известь, кг/т стали	75,0	54,0	40,0	22,5
Кислород, м3/т стали	53,01	50,031	48,51	46,26
Кислород, кг/т стали	75,7	71,84	69,27	66,06
Сталь, т	1	1	1	1
Шлак, кг/т стали	155	110	80	42,5
Количество шлака, %	100	71	51,6	27
Отходящий газ, кг/т стали	107,3	108,9	109,96	111,29
Количество отходящего газа, %	100	101,5	102,5	103,7

Десульфурация

В качестве реагентов-десульфураторов при внепечной обработке чугуна используют магний (в виде чистого магния, смеси извести и магния, кусков кокса, пропитанных магнием, в виде гранул магния, покрытых солевыми покрытиями и др.), кальцийсодержащие материалы (в виде извести, известняка, карбида кальция) и соду. Основные реакции десульфурации чугуна:



Ввод реагентов в металл может осуществляться в виде кусков, гранул, порошков, проволоки. При использовании порошкообразного реагента в качестве несущего газа для его вдувания используют воздух, азот, природный газ. Для перемешивания реагента с металлом используют разные способы, в том числе: 1) падающую струю металла; 2) разные механические мешалки; 3) барботаж в процессе продувки газом; 4) пульсирующую затопленную струю; 5) воздействие вибрации и ультразвука; 6) газолифтное перемешивание и др. Перемешивание массы металла достигается при этом дополнительной продувкой ванны газом (азотом) (рисунок б).

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

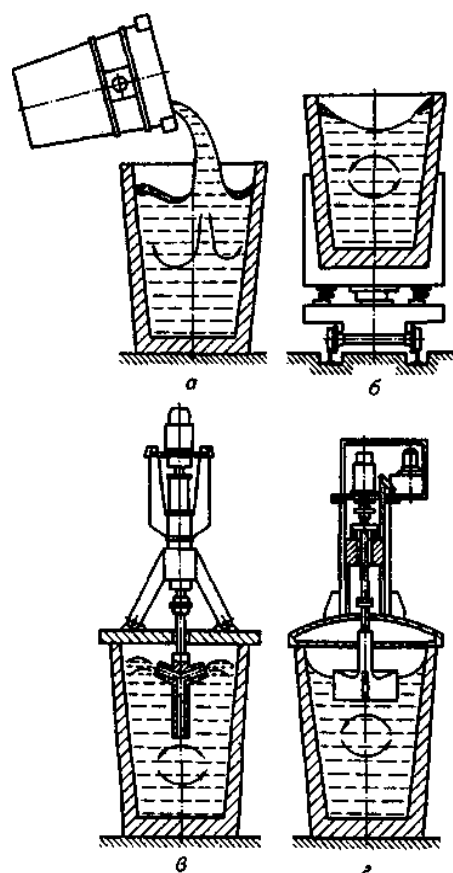


Рисунок 6 – Основные виды механического перемешивания чугуна: а – падающей струей; б – вибрационным воздействием; в, г – с использованием мешалок

Вывод:

- 1) Способ десульфурации чугуна позволяет достичь сверхнизких значений содержания серы в чугуне;
- 2) Учитывая увеличение активности серы в чугуне, из-за повышения углерода десульфурация чугуна протекает быстрее и с меньшими затратами. После переработки чугуна в кислородном конвертере получается продукт, не требующий десульфурации либо требующий незначительного удаления серы.
- 3) Сравнительная стоимость магния высока и выбор реагента определяется, в конечном счете, экономическими соображениями.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

7 Охрана труда и техника безопасности

Охрана труда в условиях производства

В соответствии с федеральным законом № 181 – ФЗ от 17.07.99 г. «Об основах охраны труда в Российской Федерации» основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

- 1) Обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников
- 2) Государственное управление охраной труда.
- 3) Государственный надзор и контроль за соблюдением требований охраны труда.

Каждый работник имеет право на: рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда; обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний; получение достоверной информации от работодателя об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и опасных производственных факторов; отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья; обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты работников; обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда и др.

Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда в организациях независимо от организационно-правовых форм осуществляется в размере не менее 0,1 % сумм затрат на производство продукции (работ, услуг), а в организациях занимающихся эксплуатационной деятельностью – в размере не менее 0,7 % от суммы эксплуатационных расходов. Работник не несет расходов на финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда.

Важность проблемы охраны труда на металлургических предприятиях заключается в специфике их работы. Все технологические процессы характеризуются наличием опасных и вредных производственных факторов,

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

которые определяются согласно ГОСТ 12.0.003 – 74 (2004). К ним относятся движущиеся машины и механизмы, шум, вибрация, тепловое излучение, повышенная загазованность и запылённость воздуха. Влияние этих факторов на работающих, может привести к возникновению несчастных случаев, травм, профзаболеваниям.

Вопросы охраны труда и окружающей среды решаются путём комплексной механизации производственных процессов и операций, внедрения современных средств техники безопасности. В результате решения вопросов произошли изменения в условиях труда металлургов, уменьшилось количество вредных и трудоёмких процессов, улучшилось санитарно-бытовое обслуживание трудящихся.

Для кислородно-конверторного производства характерно большое разнообразие использования сырья и полуфабрикатов. Вещества и химические соединения, пыль в определенных условиях создают реальную опасность возникновения профессиональных заболеваний, возможность образования взрывоопасных смесей.

При сложившемся в последнее время кризисе в экологии необходимо внимание уделять вопросам чистоты воздушной среды, микроклимата в объеме цеха.

Анализ опасных и вредных производственных факторов

Анализ опасных и вредных производственных факторов приведён в таблице 10. в соответствии с ГОСТ 12.0.003 – 74 (2004) «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Таблица 10 – Опасные и вредные производственные факторы

Наименование участка	Технологический процесс	Материалы	Опасные факторы	Вредные факторы
Загрузочный пролет	Завалка лома; заливка чугуна.	Лом, жидкий чугун	T = 1320 °C; брызги чугуна, движущиеся механизмы, пожаровзрывоопасность, электроопасность	Пыль, шум, тепловое излучение 350 – 10500 Вт/м ² ; температура воздуха 28 °C
Конвертерный пролет	Продувка жидкого металла; выпуск стали	Жидкая сталь, флюсы, раскислители	T = 1680 °C; брызги жидкого металла, пожаровзрывоопасность, электроопасность	Пыль, шум, тепловое излучение 350 – 10500 Вт/м ² ; температура воздуха 28 °C
ОНРС	Разливка на МНЛЗ	Жидкая сталь	Брызги жидкой стали, пожаровзрывоопасность, электроопасность	Пыль, шум, тепловое излучение 350 – 10500 Вт/м ² ; температура воздуха 28 °C

Безопасность технологических процессов

Основные технологические процессы в кислородно-конвертерном цехе:

- загрузка лома;

- заливка чугуна;
- продувка;
- слив металла и шлака из конвертера;
- разливка стали на МНЛЗ.

В ККЦ необходимо устранить непосредственный контакт рабочих с исходными материалами (жидким чугуном) и отходами производства, оказывающими вредное действие на состояние человека. При этом необходимо соблюдать все правила применения средств защиты работающих в соответствии с ГОСТ 12.4.011 – 89 (2004) «Средства защиты работающих. Общие требования». Для этого используется спецодежда, брюки и куртка. Обязательно иметь защитные очки, а также очки со светофильтром. Для защиты сталевара и подручного сталевара конвертера от теплового излучения во время наклона конвертера в горизонтальное положение для выпуска готовой плавки или технологического контроля (взятия проб металла и шлака, замера температур), используется пробоотборный экран.

Для своевременного получения информации о возникновении опасных и вредных производственных факторов на отдельных технологических операциях установлены системы контроля и защиты (автоматическое пожаротушение в соответствии с ГОСТ 12.3.046 – 91 (2001) ССБТ «Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования», контроль выбросов вредных веществ). Системы контроля и управления технологическим процессом обеспечивает защиту сталевара и подручных сталевара, и других работающих в опасных зонах при аварийном отключении производственного оборудования.

При выполнении технологических процессов и операций, которые сопровождаются опасными и вредными производственными факторами, предусмотрена механизация, автоматизация и применение дистанционного управления. Помещения МНЛЗ оборудованы громкоговорящей и телефонной связью и сигнализацией, а также системой аварийного освещения. Все посты управления обеспечены кондиционерами и звукоизолированы. Разливочная площадка выложена огнеупорным кирпичом и имеет перильное ограждение.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для аварийного слива металла из сталеразливочного ковша имеются аварийные ёмкости, обеспечивающие приём всего металла.

При разливке стали на МНЛЗ, в системе охлаждения кристаллизатора и зоны вторичного охлаждения предусмотрено аварийное водоснабжение при отключении основной системы. В процессе разливки сталеразливочный ковш и промковш закрыты специальными футерованными крышками. Подъемник и рольганг для выдачи слитков из установки оборудованы ограждениями в соответствии с ГОСТ 12.2.062 – 81 (2008) «Оборудование производственное. Ограждения защитные», исключаящими вход обслуживающего персонала в их зону действия в период работы. Уборка и погрузка слитков, а также уборка окалина механизированы. Все помещения, где установлено механическое оборудование и электрическое оборудование, снабжены различного вида блокировками в соответствии с ГОСТ 12.2.062 – 81 (2008) «Оборудование производственное. Ограждения защитные». Эти помещения оборудованы также системами автоматического пожаротушения в соответствии с ГОСТ 12.3.046 – 91 (2001) ССБТ «Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования».

Использование газового хозяйства соответствует техническому регламенту № 870 от 29 октября 2009 г. «О безопасности сетей газораспределения и газопотребления».

В соответствии с ГОСТ 12.2.049 – 80 (2001) «Эргономические требования» в кислородно-конвертерном цехе потолки, стены, оборудование окрашены в холодные тона (зеленый, сине-зеленый, синий).

Движущееся оборудование (краны, телеги, сталевозы) окрашены в желтый цвет с черными полосами. Светлота отделки пола – 0,3, потолка и верхней части стен – 0,5.

Безопасность веществ

Содержание загрязняющих веществ в воздухе должно соответствовать ГН 2.2.5 2730 – 10 «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны» и ГОСТ 12.1.007–76 (2007) «Вредные вещества. Классификация и

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

общие требования безопасности». ПДК производственной пыли в воздухе рабочей зоны должно быть 4 мг/м^3 , а фактически составляет $13,5 \text{ мг/м}^3$; окислы железа ПДК – 6 мг/м^3 , фактически – $36,9 \text{ мг/м}^3$; окислы марганца ПДК – $0,05 \text{ мг/м}^3$, фактически $0,48 \text{ мг/м}^3$. Остаточная запыленность воздуха (от конвертеров), выбрасываемого в атмосферу должна быть концентрацией не более 100 мг/м^3 .

Количество вредных веществ, образующихся от различных объектов цеха, в год составляют:

- взвешенные частицы – 38,6 тыс.т;
- окиси марганца – 0,30 тыс.т;
- окиси углерода – 0,29 тыс.т;
- окиси азота – 3 тыс.т;
- прочие вещества – 0,03 тыс.т.

Химический состав пыли, удаляемой из конвертера, %

SiO ₂ – 1– 9	CaO – 4– 6
NiO – 4– 5	Cr ₂ O ₃ – 1– 10
MgO – 10– 16	Al ₂ O ₃ + TiO ₂ – 1– 10
MnO – 10– 16	FeO + Fe ₂ O ₃ – 50– 55

ПДК вредных веществ в рабочей зоне, реальная концентрация и класс опасности приведены в таблице 11.

Таблица 11 – ПДК вредных веществ в рабочей зоне

Вещество	ПДК рабочей зоны, мг/м ³	Реальное содержание в рабочей зоне, мг/м ³	Класс опасности
NO	30	–	IV
NO ₂	2	2,5–3	III
FeO	5	4–7	III
CaO	3	–	III
SiO ₂	2	3– 6	III
MnO	0,05	0,05–0,09	I
SO ₂	10	~ 12	III
CO	4	1–10	III
CO ₂	20	~ 25	IV
Cr ₂ O ₃	1	~ 1,2	II
Cr	2	1,8–2,3	III

Из приведенных анализов видно, что фактические значения превышают нормативные предельно допустимые концентрации. Отравление марганцем носит обычно хронический характер. Симптомы отравления сводятся к болям в крестце и нижних конечностях, отекам ног, слабости потенции; в тяжело выраженных случаях наблюдается картина паркинсонизма с согнутым вперед туловищем, маскообразным лицом, повышением мышечного тонуса, иногда слюнотечением, со стороны психики – изменения настроения и характера, отравления хромом – онкологический характер.

Все вредные вещества, попадая в организм через органы дыхания, ведут к пневмокониозам и онкологическим заболеваниям. Влияние металлургического производства на заболеваемость раком легких многократно превышает влияние курения.

Существуют следующие мероприятия по обеспечению ПДК:

- инженерные (изменение технологии производства);
- санитарно – гигиенические (контроль за воздухом, средства индивидуальной защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.011 – 89 (2004) «Средства защиты рабочих. Общие требования», вентиляция в соответствии со СНиП 2.04.05 – 91 (1997) «Отопление, вентиляция и кондиционирование», инструктаж, правильная планировка здания цеха);
- лечебно-профилактические.

ГОСТ 12.1.005 – 88 (2008) «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

В кислородно-конверторном производстве используют следующие газы: кислород, азот, аргон, природный и доменный газ. Кислород образует взрывоопасные смеси с природным газом, парами бензина, смазочных масел, угольной пылью. Азот нетоксичен, невзрывоопасен, не горит, удушлив. Аргон нетоксичен, невзрывоопасен, не горит, удушлив, чистота 99,9 %. Так как газообразный аргон тяжелее воздуха, он может накапливаться в слабо вентилируемых помещениях.

Увеличение концентрации аргона в воздухе снижает содержание кислорода.

При вдыхании чистого аргона человек быстро теряет сознание, если он продолжает находиться в атмосфере аргона, наступает смерть. При пониженном содержании кислорода, уменьшается содержание кислорода в крови. Дыхание становится более глубоким, пульс учащается, появляются ослабление внимания, нарушается мускульная координация. Загазованность природным газом, азотом и аргоном вызывает удушающее действие, нарушаются процессы усвоения кислорода. Высокое усвоение СО гемоглобином крови вызывает образование карбоксигемоглобина крови и нарушение транспорта кислорода.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Безопасность оборудования

Зона действия конвертера ограждена металлическими щитами, которые закрывают проем между корпусом конвертера и рабочей площадкой. Начало любой технологической операции сопровождается звуковым или световым сигналом. Все операции по управлению конвертерами автоматизированы и производятся с ПУ. Привод конвертера оборудован блокировкой исключения возможности падения, опрокидывания и самопроизвольного смещения конвертера обеспечивается установкой муфт или установкой навесного оборудования.

Прочность характеристики (механическая прочность, жидкотекучесть, коррозионная стойкость и т.п.) установок механизмов обеспечивается специальными мерами для повышения этих свойств (использование жаропрочных материалов, обработка антикоррозийными средствами).

В качестве защиты от теплового излучения применяют теплоизоляции, экранирование, удаление тепла аэрацией. ПУ выполняют из теплоизолирующих материалов (защитный экран, шамотный кирпич). Создание дистанционного управления агрегатами, применение видеонаблюдения позволяет удалить человека от опасной зоны. Рабочие обеспечиваются специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Кислородные фурмы оборудованы устройствами, обеспечивающими автоматическое отключение фурм и вывод из рабочего пространства при создании аварийной ситуации.

Открытые движущиеся части оборудования, расположенные на высоте 2,5 м и менее от уровня пола или доступные для случайного прикосновения с рабочих площадей, ограждены сплошными или сетчатыми ограждениями в соответствии с ГОСТ 12.2.062 – 81 (2008) «Оборудование производственное. Ограждения защитные». Для обслуживания запорной регулирующей и прочей арматуры, а также механизмов отопительных и вентиляционных устройств, расположенных на высоте 2 м и более от уровня пола предусмотрены стационарные площадки и лестницы к ним.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Грузоподъемное оборудование проходит ряд испытаний ПБ 10 – 382 – 2000 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

Все краны проходят освидетельствования (статические и динамические). Цель статического испытания – проверка прочности металлической конструкции и устойчивости против опрокидывания. Кран, выдержавший статическое, подвергается динамическому испытанию нагрузкой, которая на 10 % превышает грузоподъемность крана.

Всё оборудование контролируется Ростехнадзором, на него распространяются требования федерального закона по технике безопасности, в соответствии с которым проходят технические освидетельствования.

Электробезопасность и защита от атмосферного электричества

В связи с большим количеством металлоконструкций, а также с выделением пыли, газов, и повышенной температуры, к устройству и эксплуатации электроустановок и электросетей предъявляются повышенные требования.

Для того чтобы сознательно выполнять все требования предупреждения несчастных случаев от поражения электрическим током, рабочие и ИТР должны хорошо знать принципы работы электрооборудования, причины электротравматизма и меры их устранения, а также уметь оказать пострадавшему первую помощь.

Общее электроснабжение цеха осуществляется через цеховую подстанцию, которая служит для подвода, преобразования и распределения электроэнергии в данном цехе.

Всё оборудование высокого напряжения огорожено сеткой высотой 1,7 м. Шины, расположенные ниже 2,5 м огорожены на высоту 2 м от уровня пола. В цехе применяются напряжения от 12 до 6000 В. Все не токоведущие части оборудования оснащены защитным заземлением.

Для защиты от атмосферного электричества, на здании цеха установлено два стержневых молниеотвода. Молниеотвод состоит из молниеприёмника, токоотвода и заземляющего устройства, обеспечивающего надёжный контакт с землёй.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Промышленная санитария

Система вентиляции

Общепромышленная вентиляция для удаления избытков тепла и газов осуществляется аэрацией. Проточный наружный воздух попадает в цех через проёмы ворот, открывающиеся аэрационные панели и фрамуги, расположенные в наружных стенах. Отработанный воздух удаляется через аэрационные фонари и шахты.

Предусмотрена местная вытяжная вентиляция от бункеров, в местах наклона конвертера в горизонтальное положение, укрытий вибропитателей, тракта сыпучих материалов и тракта ферросплавов. На стендах для сушки ковшей предусмотрена естественная вентиляция.

Предусмотрена вытяжная вентиляция постов управления, машинных залов, циркуляционных насосных, помещений котлов-утилизаторов, трансформаторных помещений, комнат отдыха и других вспомогательных помещений. Проёмы ж/д и а/м ворот оборудованы воздушными завесами с нижней подачей воздуха для подогрева производительностью 150000 м³/час.

Микроклимат

Конвертерный цех относится к типу «горячих», т.к. производственные процессы сопровождаются теплоизлучением. Условия труда относятся к III категории (тяжести более 10 кг.).

Место под здание цеха выбрано из условий прямого солнечного освещения, естественного проветривания, свободного отвода сточных и поверхностных вод с подветренной стороны для ветров преобладающего направления по отношению к жилым застройкам.

Микроклимат в бытовых и производственных помещениях соответствует нормам и достигается следующими мероприятиями:

- 1) Возможность регулирования аэрации помещений, вентиляции летом + 24,4 °С, зимой принудительный подогрев до +14 °С.
- 2) Отопление бытовых помещений в холодный период года обеспечивает температуру + 23 °С. Теплоснабжение осуществляется от бойлерных ТЭЦ по

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

магистральным трубопроводам. Нормирование микроклимата в зависимости от тяжести выполняемых работ представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Нормирование микроклимата по категориям тяжести рабочих мест

Период года	Категория	Температура, °С			Влажность, %		Скорость движения воздуха	
		Оптимальная	допустимая		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
			пост.раб. места	непос.раб.места				
$t < 10\text{ °C}$	III	16– 18	13– 19	12– 20	40– 60	75	0,3	$\leq 0,5$
$t > 10\text{ °C}$	III	18– 20	15– 26	13– 28	40– 60	75	0,4	0,2– 0,6

Фактическая температура на рабочих местах 45–50 °С, что превышает ПДУ и не соответствует СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», принято до 140 Вт/м². Сталевар при обслуживании крупных печей подвергается облучению до 14 тыс. Вт/м², т.е. в 100 раз превышающую норму. В летний период температура в конвертерном пролете и на разливочных площадках колеблется от 30 до 60 °С. Температура печного оборудования на разливочных площадках 1500 °С.

Воздействие нагревающего микроклимата остается неблагоприятным фактором современного металлургического производства. В обеспечении теплового равновесия значительная роль принадлежит физической терморегуляции, обеспечиваемой вегетативной нервной и сердечно – сосудистой системами.

В качестве защиты от теплового излучения применяют теплоизоляции, экранирование, удаление тепла аэрацией. ПУ выполняют из теплоизолирующих материалов (защитный экран, шамотный кирпич). Создания дистанционного управления агрегатами, применение видео наблюдения позволяет отдалить человека от опасной зоны.

Освещение

В цехе используется как искусственное, так и естественное освещение. Естественное освещение – комбинированное, предусматривающее верхнее освещение через светоаэрационные фонари и боковое освещение через окна, встроенные наружные стены.

Для освещения цеха в пасмурную погоду и ночные часы в основных производственных пролетах используются искусственное освещение с помощью ртутных ламп. Освещение масляных подвалов и тоннелей осуществляется лампами накаливания. На постах управления конвертерами применяются люминесцентные лампы мощностью 60 – 100 Вт. Светильники расположены на уровне 3 метров от уровня пола. Нормы освещенности основных производственных участков согласно СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»:

- рабочие зоны сталевара – 200 ЛК;
- пульты управления – 150 ЛК;
- разливочный, конвертерный пролёты – 50 ЛК;
- ж/д пути в цехе – 50 ЛК;
- шихтовый двор – 20 ЛК;
- подсобные и бытовые помещения – 50–100 ЛК.

Периодичность чистки светильников – один раз в месяц. Для освещения железнодорожных путей при въезде в цех на кровле здания установлены прожекторы.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Помимо рабочего в цехе предусмотрено аварийное освещение, предназначенное для бесперебойного обслуживания агрегатов и оборудования в случае выхода из строя рабочего освещения и действующее от независимого источника электроэнергии. Аварийное освещение обеспечивает освещенность на рабочих поверхностях 10 % от нормы, установленной для рабочего освещения.

Кроме того, аварийное освещение устраивается в проходных помещениях, пожарных проездах, в коридорах и на лестницах, служащих для эвакуации людей из цеха.

Шум

Шумовые характеристики не удовлетворяют требованиям СН 2.2.4.562 – 96 «Физические факторы производственной среды» и СН 2.1.8.562 – 96 «Физические факторы окружающей природной среды» «Шум на рабочих местах, общественных зданий и на территории жилых застроек»

Врачи-гигиенисты определяют три уровня шума: уровень шума в 60 – 80 дБ – «шумно», при интенсивности шума 90 – 110 дБ – «очень шумно», более 110 дБ – «невыносимо шумно».

В конвертерном цехе интенсивность шума составляет 80 – 100 дБ и в отдельные моменты достигает 120 дБ.

В результате воздействия высоких уровней шума появляются постоянный «звон в ушах», «двойная слышимость», когда каждое ухо воспринимает по-разному воспринимает тональность звучания. Причем это наблюдается при низких уровнях интенсивности звука и не ощущается в шумном производстве. Уровень шума выше нормы, поэтому и введена предельно допустимая норма интенсивности шума 80 дБ по ГОСТ 12.1.003 – 83 (2008) «Шум. Общие требования безопасности». Для снижения уровня шума в отделении предусмотрены следующие мероприятия:

1) Применение защитных устройств в особо шумных участках (шумопоглощающие экраны) в соответствии с ГОСТ 23499 – 2009 «Материалы и изделия строительные звукопоглощающие и звукоизоляционные. Классификация и общие технические требования»;

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

2) Беспорядочное использование звуковых сигналов запрещено, применяются сигналы частотой не более 2 кГц. По возможности звуковые сигналы заменяются световыми. Заливка чугуна в конвертер сопровождается сиреной;

Средства индивидуальной защиты (вкладыши, наушники, шлемоны) в соответствии с ГОСТ 12.4.011 – 89 (2004) «Средства защиты работающих». Общие требования и классификация». Чрезмерный шум мешает правильной организации и проведению производственных процессов, а также отрицательно сказывается на производительности труда, вызывает ослабление внимания, что может привести к несчастному случаю.

Вибрация

В конвертерном цехе имеет место местная вибрация. Санитарными нормами допускается воздействие вибрации не более 50 – 60 % рабочего времени.

Вибрация корпуса конвертера и вибрация фурмы во время продувки. Для защиты от вибрации используется виброгасящая обувь и перчатки, а также применяют меры для исключения прямого контакта (по возможности) узлов и механизмов с человеком.

Вспомогательные помещения

Предусмотрены специальные санитарно-бытовые помещения и устройства, включающие: гардеробные, душевые, помещения и устройства для обеспыливания спецодежды, искусственная вентиляция шкафов.

Гардеробная – 2 шт. (мужская, женская).

Душевые – 2 шт. (мужская, женская).

Умывальные – один кран на 10 человек в смену;

Туалеты – 1 туалет на 15 человек в смену.

Устройство питьевого водоснабжения – 1 аппарат на 100 человек.

Это соответствует СНиП «Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий».

Водоснабжение и канализация

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Особое требование предъявляется к воде, идущей на пароиспарительное оборудование, она входит в систему чистого оборотного цикла водоснабжения. Вода, используемая в газоочистке, относится к системе грязного оборотного цикла.

Для создания нормального питьевого режима рабочих, занятых на горячих работах, рабочие места обеспечиваются доброкачественной водой. Рекомендуемая температура питьевой воды летом: 8 – 12 °С. Расстояние до источников питьевой воды не превышает 50 м от рабочих площадок, 75 м в остальных отделениях. Норма расхода воды на питьевые нужды: 45 л на 1 человека в смену. На бытовые нужды: 500 л/час на 1 лейку душа, 180 – 200 л/час на 1 кран.

Для отвода хозяйственного и производственного стока вод имеются наружные сети канализации, которые соединены с общезаводским коллектором, который в свою очередь соединён с очистными сооружениями, где вода подвергается механической и биологической очистке.

Пожарная безопасность

ККЦ по пожароопасности относится к категории «Г», в зависимости от использования горячих технологических процессов. Здания и сооружения по огнестойкости относятся ко II степени и выполнены из огнеупорного материала (железобетона). Федеральный закон Российской Федерации № 123 – ФЗ от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

ГСМ располагаются в отдельно стоящем здании и расположены на расстоянии 30 м от основного здания. СНиП 2.11.03 – 93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы». Количество нефтепродуктов (в резервуаре и таре) в помещениях категории Г и Д и зданиях II степени огнестойкости: легковоспламеняющихся – 1 м³ горючее – 5 м³.

На случай пожара в электроустановках, щитах управления и контроля установлены углекислотные огнетушители в количестве 120 штук. В мастерских установлены щиты с противопожарным инвентарем и ящики с песком в количестве 30 шт. Зависит от категории пожара и площади.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Все кабельные шахты оборудованы пожарными дымовыми извещателями. Для тушения возгорания предусмотрены пеногенераторные устройства. Имеется связь с пожарной охраной и план эвакуации рабочих из производственных бытовых помещений. Расход воды во время тушения в зданиях объекта 25 л/с. Расход воды на внутреннее пожаротушение производственных и вспомогательных зданий высотой более 50 м. Число струй 8, расход воды на одну струю 5 л/с.

Использование газового хозяйства соответствует техническому регламенту № 870 от 29 октября 2009 г. «О безопасности сетей газораспределения и газопотребления».

Охрана окружающей среды

Источниками загрязнения окружающей среды являются в первую очередь конвертора.

Защита воздушного бассейна

Состав газа, выделяющегося из горловины, обычно изменяется в следующих пределах: 83 – 89 % CO, 9 – 11 % CO₂, 1,5 – 5 % N₂, до 3 % O₂ и сернистый газ. Отходящие газы содержат до 250 г/м³ пыли. По санитарным нормам допустимое содержание пыли в газах, выбрасываемых в атмосферу, не должно превышать 100 мг/м³, при этом среднесуточная концентрация пыли в приземном слое должна быть ≤0,15 мг/м³, поэтому все кислородные конвертеры оборудуются системами отвода и очистки отходящих газов (степень очистки должна быть 99,9 %).

За основными источниками загрязнения предусмотрены устройства газоочистных сооружений.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

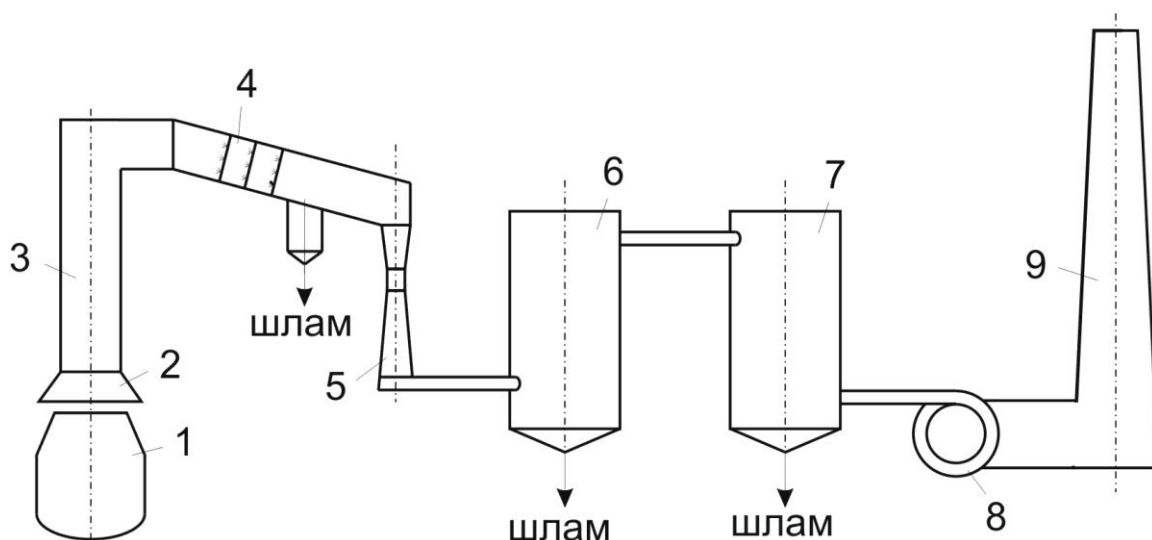


Рисунок 7 – Схема газоочистки: 1 – конвертер; 2 – юбка котла-охладителя; 3 – котел-утилизатор; 4 – орошаемый газоход; 5 – труба Вентури; 6 – каплеуловитель №1; 7 - каплеуловитель №2; 8 – нагнетатель; 9 – дымовая труба

Газоочистка имеет три ступени очистки газов от пыли и окончательного их охлаждения перед нагнетателем. Первая ступень – котел-охладитель ОКГ – 160 – служит для предварительного охлаждения газов и улавливания крупных фракций пыли. Вторая ступень – орошаемый газоход – предназначена для окончательного охлаждения газов. Третья ступень – прямоугольная высоконапорная труба Вентури для тонкой очистки газов от мелкодисперсной пыли. Улавливание капель на влаге происходит после окончательной очистки газов с помощью каплеуловителей, после чего очищенные конвертерные газы направляются через нагнетатель в дымовую трубу и далее в атмосферу. Запылённость газов после газоочистки $80 \dots 100 \text{ мг/м}^3$, что соответствует стандартным нормам.

Существующая газоочистка позволяет справиться с очисткой газов в допустимых пределах при интенсивности продувки плавки кислородом до $500 \text{ м}^3/\text{мин}$.

В процессе газоочистки, водой улавливаются твердые частицы шлама, перекачиваются в виде пульпы в радиальные отстойники для первичного сгущения. После чего пульпа поступает в шламонакопитель.

После шламонакопителя шлак обезвоживается и автомашинами транспортируется на аглофабрику.

Химический состав шлама:

Fe_{общ} – 90,2 %

MnO – 2 %

MgO – 0,5 %

CaO – 4,5 %

P₂O₅ – 0,15 %

Al₂O₃ – 0,1 %

Количество шлама, выделяемого газоочисткой ККЦ – 14,5 м³/ч.

Защита водного бассейна

Сточные воды ККЦ содержат взвешенные вещества, нефтепродукты, кислоты, щелочи, соли, фенолы, цианиды.

Водоснабжение ККЦ осуществляется от одноименной локальной оборотной системы, как условно чистой, так условно грязной воды.

Отвод сточных вод осуществляется через пруды – осветлители в реку Миасс. Сброс воды составляет 900 м³/ч.

К основным мероприятиям по защите водоемов от загрязнения относятся:

- организация водоснабжения по циркуляционной системе;
- мероприятия по обессоливанию химически загрязненных вод установками обессоливания. Производительность одной 30 – 60 м³/ч., процент удаления солей из воды составляет до 99,5 %.

Производственные отходы и методы их утилизации:

К основным отходам относятся:

(на 1 тонну стали)

- Шлак – 88,7 кг.; III класс опасности
- Обрезь – 0,2 кг.; IV класс опасности
- Шлам – 19,7 кг.; IV класс опасности
- Окалина – 2,5 кг.; IV класс опасности

Утилизация отходов:

Шлак вывозится на шлакоотвалы на территории комбината и оттуда попадает в цех переработки шлака и переработки шихты.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Окалину и обрезь в обезвоженном виде используют в виде шихты.

Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации

К средствам гражданской защиты относятся наличие в здании бомбоубежища, индивидуальных средств защиты (противогазы, защитные костюмы) в соответствии с ГОСТ 12.4.041 – 89(1997) ССБТ «Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие технические требования», наличие аптечек и средств противопожарной защиты.

В цехе в целях обеспечения соблюдения требований действующих норм и правил пожарной безопасности, приказов и распоряжений собственников предприятий (работодателей), проведения мероприятий по предупреждению и тушению пожаров создаются добровольные пожарные дружины по числу рабочих смен. Так же создаётся аварийная бригада из числа рабочих для локализации и ликвидации последствий нештатных чрезвычайных ситуаций.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённой квалификационной работы был разработан кислородно-конвертерный цех для производства стали 09Г2С в условиях предприятия ПАО «Мечел».

В квалификационной работе приведено описание цеха, расчёт основного и вспомогательного оборудования, технология производства сплава, расчёт материального баланса. Рассмотрены вопросы: «Десульфурации чугуна», а так же охрана труда и техника безопасности.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

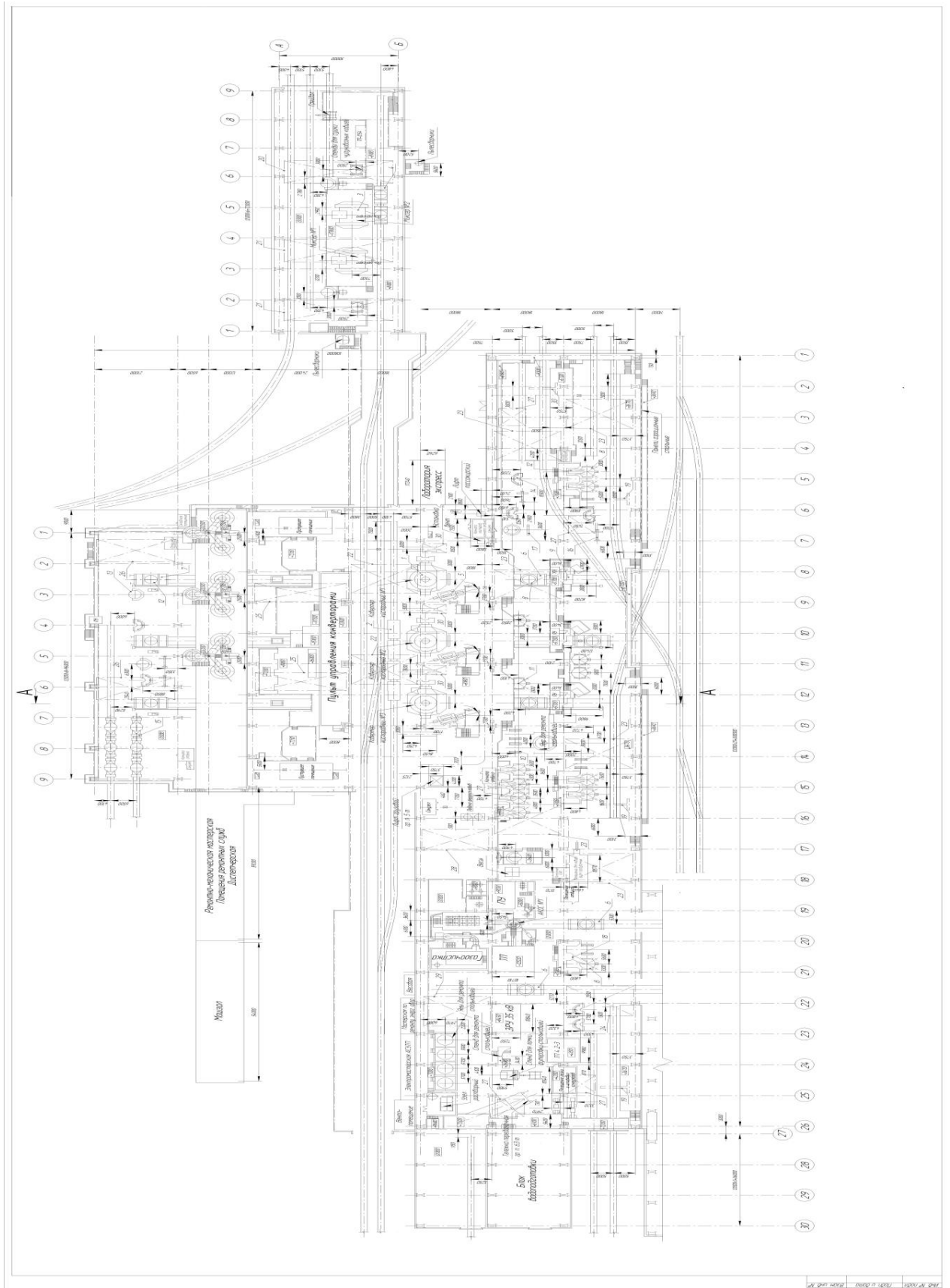
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воскобойников, В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов / В.Г. Воскобойников, В.Г. Кудрин, А.М. Якушев. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005 – 768 с.
2. Поволоцкий, Д.Я. Электрометаллургия стали и ферросплавов / Д.Я. Поволоцкий, В.Е. Рощин. М.А. Рысс и др. – М.: Металлургия, 1974.– 568 с.
3. Рощин, А.В. Производство стали / А.В.Рощин, Д.Я. Поволоцкий, В.П. Грибанов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 72 с.
4. Сборник инструкций по охране труда и промышленной безопасности для огнеупорщиков УРМП, работающих на огнеупорном участке ККЦ – Челябинск: 2005. – 26 с.
5. Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов / В.А. Кудрин. – М.: «Мир», ООО «Издательство АСТ», 2003. – 528 с.

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПЛАН ЦЕХА



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ

Лист

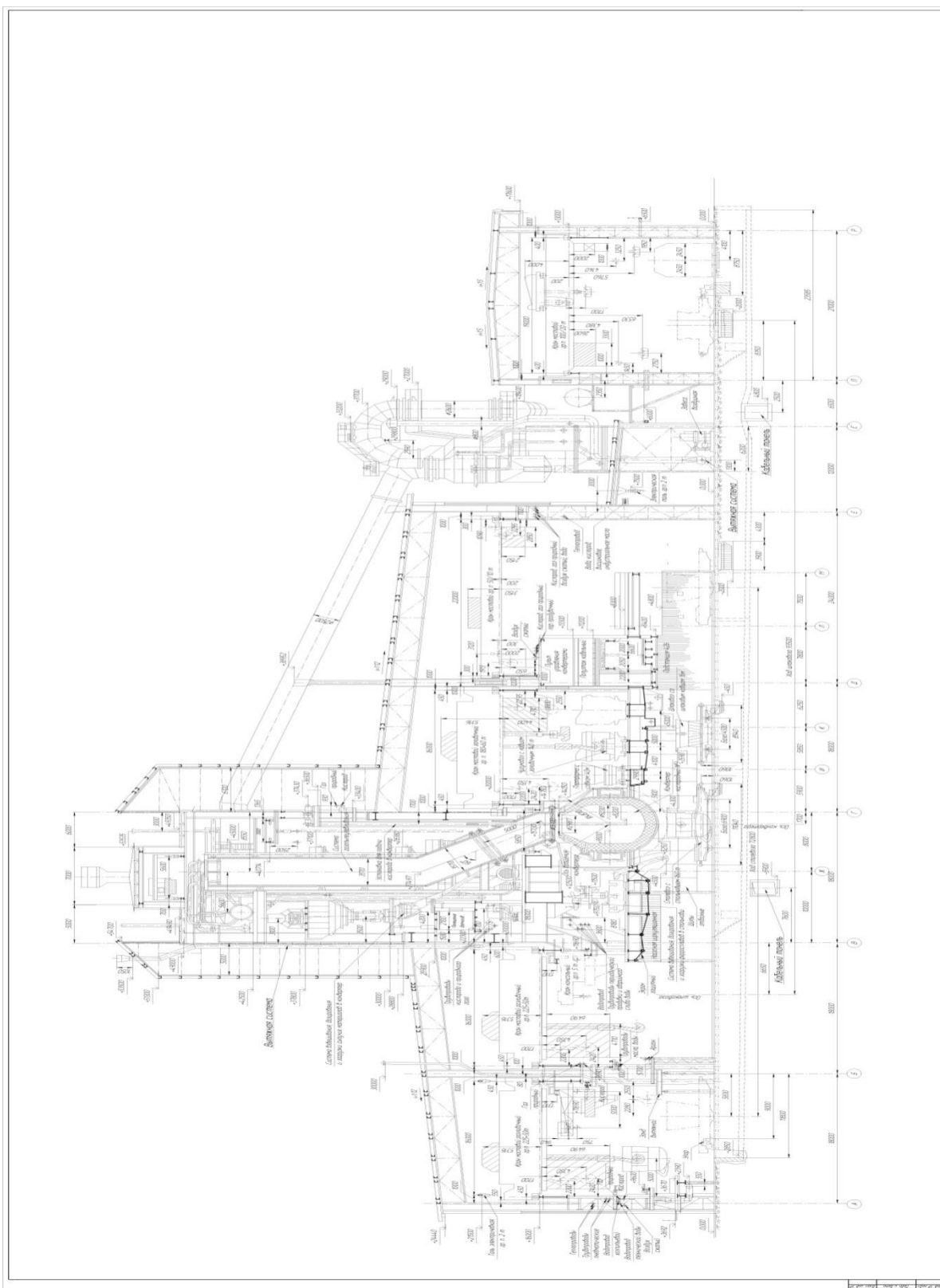
66

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

					ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

РАЗРЕЗ ЦЕХА



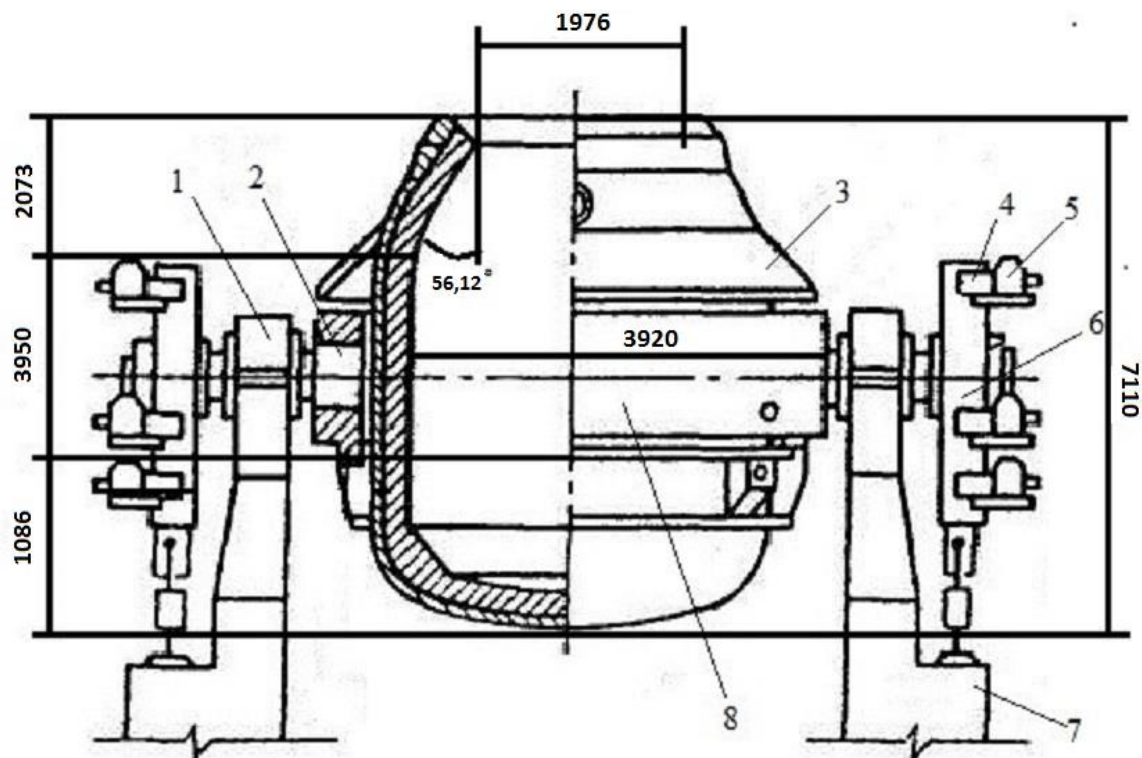
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ

Лист

69

ПРИЛОЖЕНИЕ В
ПЛАВИЛЬНЫЙ АГРЕГАТ



Кислородный конвертер вместимостью 60 тонн: 1 – опорный подшипник; 2 – цапфа; 3 – защитный кожух; 4 – вал-шестерня; 5 – навесной электродвигатель с редуктором; 6 – корпус ведомого колеса; 7 – опорная станина; 8 – опорное кольцо

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ

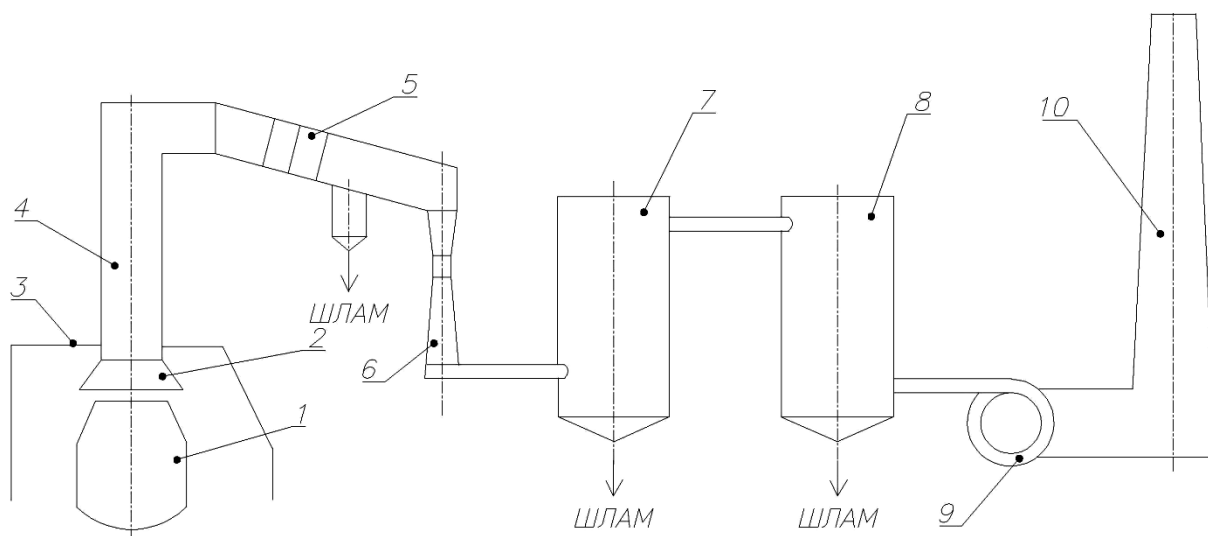
Лист

70

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА

Поступило, кг		Получено, кг	
Чугун	79,000	Жидкая сталь	96,552
Стальной лом	21,000	Шлак	10,381
Известь	6,000	Газы	1,543
Миксерный шлак	0,500	Пыль	1,355
Футеровка (суммарно)	0,592	Невязка	3,448
Кислород	2,154		
Итого	113,260	Итого	113,260

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
СХЕМА ГАЗООТЧИСТКИ



1 – кислородный конвертер, 2 – юбка котла-утилизатора, 3 – корпус камеры, 4 – котел утилизатор, 5 – орошаемый газопровод, 6 – труба Вентури, 7,8 – каплеуловитель, 9 – нагнетатель, 10 – дымовая труба

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ – 22.03.2018.048.00.00 ПЗ

Лист

73