

НЕКОНТРОЛИРУЕМЫЙ  
ЭКЗЕМПЛЯР  
ЭЛЕКТРОННАЯ КОПИЯ

АО «АрселорМиттал Темиртау»

УТВЕРЖДАЮ

Директор по технологиям и  
техническим вопросам

 А.В. Дьяков

«19» 08 2020 г.

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА  
ПРОИЗВОДСТВО ЧУГУНА В ДОМЕННЫХ ПЕЧАХ

Технологическая инструкция

ТИ Д-01-2020

(Взамен ТИ Д-01-2015)

Срок действия: с «19» 08 2020 г.  
по «19» 08 2025 г.

Согласовано:

Директор Агудоменного производства

 С.А. Былинкин  
«19» 08 2020 г.

Разработано:

Начальника технического отдела

 Кондауров Н.В.  
«19» 08 2020 г.

Начальник ЦТК

 А.А. Анашкин  
«06» 08 2020 г.

## Содержание

1 Вводная часть.....	4
2 Основные требования к шихтовым материалам и готовой продукции.....	4
3 Описание технологического процесса .....	4
3.1 Прием и контроль качества шихтовых материалов.....	4
3.2 Загрузка материалов в бункеры.....	5
3.3 Загрузка шихтовых материалов в доменные печи.....	5
3.3.1 Общие положения.....	5
3.3.2 Набор материалов.....	6
3.3.3 Подача материалов на колошник.....	7
3.3.4 Работа бесконусного загрузочного устройства.....	8
3.4 Составление и корректировка шихты .....	11
3.4.1 Общие положения.....	11
3.4.2 Корректировка шихты при изменении качества материалов и отклонении от нормального режима работы печи.....	11
3.5 Нормальный режим работы доменной печи.....	12
3.5.1 Общие положения.....	12
3.5.2 Режим загрузки материалов.....	13
3.5.3 Дутьевой режим.....	14
3.5.4 Тепловой и шлаковый режимы.....	19
3.5.5 Показания приборов и вид диаграмм при нормальной работе печи.....	20
3.6 Регулирование хода печи при отклонениях от нормального режима.....	20
3.6.1 Основные отклонения от нормального режима работы печи.....	20
3.6.2 Похолодание печи.....	20
3.6.3 Разогрев печи.....	22
3.6.4 Периферийный ход печи.....	23
3.6.5 Центральный ход печи.....	24
3.6.6 Канальный ход.....	25
3.6.7 Перекос уровня засыпи.....	26
3.6.8 Неравномерная работа печи по окружности.....	27
3.6.9 Тугой ход печи.....	27
3.6.10 Подвисяние шихты.....	28
3.6.11 Производство осадок.....	30
3.6.12 Загромождение горна.....	30
3.6.13 Перевод доменной печи с выплавки передельного чугуна и обратно.....	32
3.7 Выпуск чугуна и шлака.....	33
3.8 Остановка, задувка и раздувка доменной печи .....	33
3.8.1 Общие положения.....	33

3.8.2 Кратковременная остановка и пуск доменной печи.....	33
3.8.3 Внезапные остановки.....	34
3.8.4 остановка доменных печей на капитальные ремонты.....	34
3.8.5 Задувка и раздувка доменной печи после строительства, реконструкции, капитального ремонта I разряда.....	36
3.8.6 Задувка и раздувка доменной печи после капитального ремонта II разряда.....	39
3.8.7 Задувка доменной печи после капитального ремонта III разряда.....	39
<b>4. Контроль технологического процесса и качества получаемой продукции.....</b>	<b>40</b>
4.1 Регистрация параметров технологического процесса.....	40
4.2 Контроль параметров технологического процесса.....	40
4.3 Контроль качества чугуна и шлака.....	40
<b>5 Метрологическое обеспечение.....</b>	<b>41</b>
<b>6 Охрана окружающей среды.....</b>	<b>41</b>
<b>7 Требования безопасности труда.....</b>	<b>43</b>
<b>8 Ответственность за выполнение требований технологической инструкции .....</b>	<b>44</b>
Приложение А Технические условия на железорудное сырье и кокс.....	46
Приложение Б Марки и химический состав чугуна.....	47
Приложение В Требования ЗГУ – 309 – 125 – 97.....	49
Приложение Г Расположение бункеров и технологические схемы загрузки доменных печей.....	50
Приложение Д Характеристика основного и вспомогательного технологического оборудования .....	54
Приложение Е Пример расчета основности шлака, выхода чугуна из подачи, удельного расхода кокса и выхода шлака.....	61
Приложение Ж Влияние технологических факторов на удельный расход кокса и производительности печи.....	62
Приложение И Влияние технологических факторов на тепловое состояние доменной печи.....	63
Приложение К Пример расчета изменения массы коксовой калоши при отключении мазута.....	64
Приложение Л Расчет теоретической температуры горения топлива (Тг).....	65
Приложение М Расчет чистоты технологического кислорода и концентрации кислорода в дутье.....	66
Приложение Н Количественная оценка влияния основных факторов на содержание кремния и серы в чугуне .....	67
Приложение П Средства измерения технологического процесса производства чугуна....	68
Приложение Р Эскиз пробницы для отбора проб чугуна.....	75
Приложение С Матрица ответственности за выполнение требований технологического регламента.....	76
Лист регистрации изменений.....	77

## **1 Вводная часть**

1.1 Настоящая технологическая инструкция устанавливает технологию доменной плавки, обеспечивающую:

- выплавку чугуна, соответствующего требованиям стандартов и технических условий;
- снижение себестоимости чугуна;
- минимальный удельный расход топлива при данном уровне качества железорудного сырья;
- максимальную для текущих шихтовых условий производительность доменных печей;
- длительный межремонтный период работы доменных печей и вспомогательного оборудования;
- безопасность труда обслуживающего персонала.

1.2 Технологическая инструкция составлена в соответствии с требованиями СТП СМК П.7-05.06 «Технологическая документация».

\*Примечание: для недатированных ссылок на нормативную и технологическую документацию применяют последнее издание ссылочного документа.

## **2 Основные требования к шихтовым материалам и готовой продукции**

2.1 Все железорудные материалы и коке, поступающие в доменный цех, должны по качеству соответствовать требованиям действующих технических условий (приложение А).

2.2 Выплавляемый доменными печами чугун должен соответствовать требованиям ГОСТ 805 на передельный чугун и ГОСТ 4832 на литейный чугун (приложение Б), а также требованиям действующих заводских технических условий ЗТУ 309-125 (приложение В).

## **3 Описание технологического процесса**

### **3.1 Прием и контроль качества шихтовых материалов**

3.1.1 Качественные показатели кокса и агломерата, поступающих по конвейерам с коксохимического и агломерационного производств, передаются ежемесячно работниками соответствующих участков Центра технического контроля (ЦТК).

3.1.2 Привозное железорудное сырье для доменного производства, проходит входной контроль на Аглопроизводстве, не менее 45%, который осуществляется контролерами ЦТК этого участка.

3.1.3 Начальник доменного участка по приёмке и загрузке сырья и топлива, а в сменах – начальники смен и бригады бункеров постоянно следят за всеми изменениями в технологическом процессе агломерационного и коксохимического производств. Об этих изменениях ставятся в известность мастера доменных печей через операторов шихтоподачи или бригадиров по перемещению сырья и готовой продукции доменного цеха.

3.1.4 Начальники смен, мастера печей и бригады бункеров обязаны следить за показателями качества кокса, агломерата и других материалов. На соответствие требованиям технических условий контролируются:

- по коксу – технический анализ (содержание золы А, влаги W, летучих веществ V), фракционный состав и прочность по ГОСТ 5953;
- по агломерату – химический состав и содержание фракции от 0 до 5 мм.

3.1.4.1 Содержание влаги в коксе должно быть не более 6 %, в атасуйской руде – не более 0,5-1,0 %. В материалах, прошедших термообработку (агломерат, окатыши и др.), содержание влаги не регламентируется.

3.1.5 Прием поступающих в доменный цех шихтовых материалов осуществляется по специально разработанному графику бригадами бункеров, которые поддерживают постоянную связь с персоналом агломерационного и коксохимического производств.

3.1.6 При приеме кокса с коксоразгрузочного устройства (КРУ) или аварийного разгрузочного устройства (АРУ) бригады бункеров визуально оценивают его качество (влажность, крупность, недопал) и предупреждают мастера печи о количестве и качестве загруженного в бункеры кокса.

### **3.2 Загрузка материалов в бункеры**

3.2.1 Схема расположения материалов в бункерах утверждается начальником цеха и вывешивается на пульт управления тракта, на пультах шихтоподачи и управления доменными печами.

3.2.2 Бункеры должны быть перекрыты предохранительными решетками с ячейками не более 300×300 мм. При неисправных решетках загрузка бункеров запрещается.

3.2.3 Загрузка материалов в бункеры производится путем равномерного заполнения всей группы бункеров, отведенных под данный материал на каждой печи. Забор из бункеров производится в соответствии с установленным для каждой печи порядком. Это обеспечивает дополнительное усреднение материалов перед подачей в скип.

3.2.4 Разгружаемое сырье не должно попадать в соседние бункеры, предназначенные для других материалов, также не допускается попадание в бункеры посторонних предметов, негабаритных материалов.

3.2.5 В случае необходимости заполнения бункера материалом другого вида, ранее находившийся в нем материал должен быть полностью выбран.

3.2.6 Заполнение бункеров материалами должно быть максимально возможным. Опорожнение бункеров допускается: для ЖРМ – не ниже 1/3 по высоте, для кокса – не ниже 1/2 по высоте. Полностью материал из бункеров выбирается только по указанию начальника доменного участка по приёмке и загрузке сырья и топлива.

3.2.7 Для обеспечения хорошего схода материалов по стенкам бункеров последние необходимо периодически чистить по мере загрязнения их стенок. Очистка бункеров должна производиться по графику, утвержденному начальником доменного участка по приёмке и загрузке сырья и топлива.

3.2.8 Ответственность за приемку и разгрузку материалов в бункеры несет бригадир бункеров доменного цеха.

3.2.9 Ответственность за обеспечение цеха шихтовыми материалами возлагается на начальника доменного участка по приёмке и загрузке сырья и топлива, а в сменах – на начальника смены.

### **3.3 Загрузка шихтовых материалов в доменные печи**

#### **3.3.1 Общие положения**

3.3.1.1 Состав шихты для каждой печи устанавливает начальник доменного цеха. Временные изменения состава шихты, исходя из наличия одного или другого вида сырья, могут производить начальник смены и мастер печи.

3.3.1.2 Система шихтоподачи установлена в подбункерных помещениях доменных печей и обеспечивает полную автоматизацию набора, взвешивания и загрузки в скип шихтовых материалов, а также отсеивание и удаление мелочи железорудных материалов и кокса.

3.3.1.3 Расположение бункеров и технологические схемы загрузки доменных печей приведены в приложении Г.

Технологическая схема загрузки доменной печи включает в себя:

- расходные бункеры;
- грохоты, питатели;
- весовые бункеры с затворами;
- конвейеры;
- системы уборки мелочи железорудных материалов и кокса.

3.3.1.4 Характеристика расходных бункеров и оборудования загрузки приведена в приложении Д (таблицы Д.1, Д.2 и Д.3).

3.3.1.5 Уборка мелочи агломерата на доменной печи № 2 (ДП-2) производится в бункер объемом 360 м<sup>3</sup>. Кроме этого на доменной печи № 2 имеется резервный бункер объемом 100 м<sup>3</sup> для сбора мелочи агломерата.

3.3.1.6 На доменной печи № 3 (ДП-3) отсев агломерата из-под грохотов по системе конвейеров подаётся в два накопительных бункера объемом 120 м<sup>3</sup> каждый.

3.3.1.7 Аглоотсев на доменной печи № 4 (ДП-4) собирается в промежуточные бункеры (течки) под грохотами объемом 4 м<sup>3</sup>, откуда конвейерами или по прямым течкам собирается

на сборный конвейер. По сборному конвейеру аглоотсев подается в бункер сбора аглоотсева объемом 200 м<sup>3</sup>.

3.3.1.8 На время ремонта оборудования системы отсева и уборки мелочи агломерата грохоты зашиваются металлическим листом, и агломерат поступает в печь без отсева мелочи.

3.2.1.9 Загрузка печи осуществляется отдельными подачами, тип которых характеризуется числом скипов с коксом и железорудными материалами, а также порядком их набора.

3.3.1.10 Правильность набора материалов и точность их взвешивания в соответствии с заданной массой обеспечивает машинист загрузки.

При обнаружении отклонений от заданной массы машинист сообщает мастеру печи, который, основываясь на тепловом состоянии печи, определяет требуемую компенсацию. Контроль правильности взвешивания материалов и порядка их набора в подачу осуществляет мастер печи.

3.3.1.11 При загрузке материалов из бункеров в доменную печь допускаются отклонения от заданной массы определяемые категорией точности взвешивающих устройств.

3.3.1.12 Весовые механизмы бункерных весов проверяются путем взвешивания контрольного груза: на ДП-2 – 12 т рудная весовая воронка и 4 т коксовая; на ДП-4 – 24 и 6 т соответственно. Проверка весовых механизмов ДП-3 осуществляется с помощью специального гидравлического комплекта, создающего нормированную нагрузку, в соответствии с инструкцией по его применению. Весовые механизмы проверяются по утвержденному графику не реже одного раза в месяц. При возникновении сомнений в правильности работы весовых механизмов назначается внеочередная поверка. Проверки проводятся персоналом весового хозяйства в присутствии представителей доменного цеха (заместителя начальника цеха или начальника доменного участка по приёмке и загрузке сырья и топлива). По результатам проверки составляется акт за подписью указанных представителей. При обнаружении неисправностей в работе весовых механизмов принимаются меры по их устранению.

### **3.3.2 Набор материалов**

3.3.2.1 Коке в бункеры доменных печей подается транспортерами непосредственно с коксосортировок или через разгрузочные устройства (КРУ или АРУ) из вагонов. От способа подачи кока в бункеры зависит его фракционный состав.

Коке класса 25-40 мм (в случае его использования) подается транспортерами в отдельный бункер кока через АРУ для доменных печей № 2, 3 или через КРУ для доменной печи № 4. Об этом обязательно ставится в известность мастер доменной печи.

3.3.2.2 Набор кока производится в автоматическом режиме с коррекцией дозы по влажности (при наличии влагомеров), ошибке дозирования и массе пустого бункера весов. Предел основной относительной погрешности, вносимой системой в процессе дозирования, не должен превышать 0,2 %.

3.3.2.3 Коксовый орешек используется для улучшения газопроницаемости шихты с коэффициентом замены 0,75 кг/кг дозируется вместе с агломератом. Загрузка коксового орешка осуществляется на верхнюю часть второго рудного скипа.

3.3.2.4 Машинисты шихтоподачи в течение смены должны визуально наблюдать за качеством кока и о замеченных отклонениях сообщать мастеру печи.

3.3.2.5 Наполнение бункера весов должно производиться с такой скоростью, при которой обеспечивается однослойное и равномерное движение кока по грохоту. Контроль осуществляет машинист загрузки и мастер печи ежемесячно с записью в журнале работы доменной печи.

3.3.2.6 Машинист загрузки должен следить за своевременным опорожнением бункера коксовой мелочи под грохотом, не допуская подпора грохота.

3.3.2.7 Загрузка железорудных материалов должна производиться в строгом соответствии с заданным весом каждого компонента шихты и в порядке установленной

очередности их набора. Порядок набора материала в подачу должен соответствовать установленной системе загрузки.

3.3.2.8 При наличии нескольких видов железорудного сырья для обеспечения более рационального распределения разных материалов по сечению печи рекомендуется их загрузку производить в каждую подачу, при этом обеспечивать одинаковую массу каждого из железорудных материалов во всех подачах.

3.3.2.9 Допускается загрузка железорудного сырья разного вида по циклическому графику. Количество подач каждого вида сырья и чередование их в цикле устанавливается начальником цеха или его заместителем, исходя из количества каждого материала, поступающего в доменный цех, и технологического режима ведения доменной печи.

3.3.2.10 В случае совместного набора различных материалов в подачу набор должен производиться в следующем порядке: агломерат, окатыши, руда, добавки. Кратковременное изменение порядка набора подачи, вызванное аварийной остановкой оборудования, допускается с разрешения мастера печи.

3.3.2.11 Добавки, при небольшом их расходе, включать в каждую подачу не обязательно. Минимальное количество этих материалов для набора в каждую подачу определяется нижним весовым пределом, допускаемым взвешивающими устройствами.

3.3.2.12 Весь агломерат должен проходить через грохот с целью удаления мелочи фракции 0-5 мм. Работа без отсева мелочи может быть допущена только в исключительных случаях с разрешения начальника цеха.

3.3.2.13 Качество отсева регулируется изменением толщины слоя материала на ситах грохотов агломерата, путем установки вручную шибера затвора в определенном положении (ДП-3 и ДП-4) и настройки вибрационных питателей (ДП-2). Пальцы грохота (коксовые грохоты ДП-4), регулирующие толщину слоя материала, должны располагаться равномерно и непрерывно по ширине грохота для обеспечения качественного отсева мелочи. Очистка грохотов путем работы вхолостую производится 3-4 раза в смену машинистом загрузки.

3.3.2.14 Работники ЦТК осуществляют контроль содержания фракции более 5 мм в отсеве агломерата. В отсеве агломерата содержание фракции более 5 мм согласно требованиям ЗТУ 309-206 (приложение А) не должно превышать установленную норму – 7 %.

3.3.2.15 Работа грохотов с изношенными сетками и картами запрещается. Мастер печи обязан ежемесячно контролировать состояние коксовых и рудных грохотов с соответствующей записью в журнале работы доменной печи.

3.3.2.16 Насыпной вес кокса должен контролироваться ежемесячно, путем набора полных скипов (левого и правого), с обязательной записью результата определения в журнале работы доменной печи.

3.3.2.17 При неполадках в работе весовых механизмов машинисты шихтоподачи должны ставить в известность об этом мастера печи и принимать меры к устранению возникших неполадок.

3.3.2.18 Машинисты шихтоподачи должны ежемесячно приводить тару коксовых и рудных весов к нулю. Если по какой-либо причине происходит недобор шихтовых материалов, необходимо недобор компенсировать путем корректировки массы в следующих подачах.

3.3.2.19 При остановке подъемника коксовой мелочи и подпоре грохота мелочью следует, до устранения неполадок в работе подъемника, перейти на одностороннюю загрузку кокса.

3.3.2.20 При смерзании коксовой мелочи в бункерах необходимо ликвидировать зависание посредством шуровки.

### **3.3.3 Подача материалов на колошник**

3.3.3.1 Масса загружаемых в скип материалов не должна превышать установленную грузоподъемность скиповой лебедки, а их объем не должен превосходить полезного объема скипа (таблица Д.2).

3.3.3.2 Конечное положение и угол опрокидывания скипов должен быть постоянным и одинаковым для обоих скипов, обеспечивающим полное высыпание шихты. Скипы должны быть чистыми – контроль осуществляет машинист загрузки.

3.3.3.3 Работы связанные с кратковременным прекращением загрузки материалов, производятся только при полной печи с разрешения мастера.

3.3.3.4 Контроль работы оборудования для подачи материалов на колошник осуществляют мастер печи, и бригадир слесарей загрузки.

### **3.3.4 Работа бесконусного загрузочного устройства**

3.3.4.1 Доменные печи № 2, № 3 и №4 оборудованы бесконусными загрузочными устройствами (БЗУ) двухтрактового типа фирмы «Пауль Вюрт». В качестве распределителя шихты по радиусу колошника служит распределительный лоток, который является неотъемлемой частью привода лотка и может вращаться и изменять угол наклона по отношению к оси доменной печи.

3.3.4.2 Важной технологической особенностью БЗУ является то, что его вращающийся распределитель позволяет не только рассредоточить шихтовый материал по площади колошника в радиальном направлении от стенки к оси печи но и загрузить кокс в непосредственной близости к центру печи.

3.3.4.3 Понятие подачи при работе с БЗУ представляет собой совокупность двух смежных порций, одна из которых представляет собой кокс, а другая – железорудные материалы с добавками, загружаемых в заданной последовательности.

3.3.5.4 Уровень засыпи может играть такую же роль в управлении ходом печи, как при обычном двухконусном аппарате.

3.3.4.4.1 Контроль схода шихтовых материалов и положение уровня засыпи на доменных печах осуществляется с помощью радарных уровнемеров (радаров). Нулевое положение радаров устанавливается на 0,5 м ниже нижней кромки лотка, опущенного на минимально возможный угол наклона.

3.3.4.4.2 Показания радаров тарируются по показаниям механического зонда.

3.3.4.5 Предусмотрены следующие режимы работы БЗУ:

3.3.4.5.1 Автоматический режим является одним из рабочих режимов, обеспечивающих бесперебойную работу БЗУ. В автоматическом режиме устройства работают в соответствии с заданной программой.

3.3.4.5.2 Полуавтоматический режим работы БЗУ. В этом режиме можно выполнять отдельные шаги последовательностей системы по команде оператора. При этом все отдельные устройства продолжают работать в автоматическом режиме.

3.3.4.5.3 Ручной режим является кратковременным режимом, который выбирается только в случае необходимости контроля специфической работы оборудования при проведении технического обслуживания.

3.3.4.5.4 Локальный (местный) режим не является эксплуатационным. Это режим, в котором оператор может контролировать отдельное оборудование, находясь рядом с ним. При этом учитываются все блокировки технологического процесса.

3.3.4.5.5 Режим «Отключено» выводит устройство из работы и подавляет все аварийные сообщения устройства.

3.3.4.5.6 Режимы каскадно передаются всем устройствам БЗУ, включая бункеры.

Например:

- при выборе ручного режима все клапаны, приводы лотка и т.д. будут переведены в ручной режим и выполнение автоматических последовательностей остановится. После переключения из ручного режима в автоматический все последовательности выполняются с самого начала (происходит сброс всех последовательностей).

- при выборе полуавтоматического режима происходит переключение бункеров в полуавтомат. При этом все устройства остаются в автоматическом режиме.

3.3.4.6 С помощью распределительного лотка можно осуществить следующие способы загрузки:

- спиральная загрузка используется по умолчанию в автоматическом режиме. Выгрузка производится в соответствии с заданной в матрице последовательности перехода от одного кольца к следующему. Для обеспечения равномерного распределения материалов по окружности печи предусмотрено: 21 гаражных положений лотка, расположенных по периметру колошника под углом  $17^\circ$  по отношению друг к другу на ДП-2 и 16 гаражных положений лотка, расположенных по периметру колошника под углом  $23^\circ$  по отношению друг к другу на ДП-3, 4. Гаражное положение – это угол нахождения лотка в момент открытия шихтового затвора.

Все остальные способы доступны только в полуавтоматическом режиме БЗУ:

- точечная загрузка – управление углом поворота и наклона лотка выполняется оператором в ручном режиме лотка (вращение лотка остановлено).

- кольцевая загрузка – оператор выбирает угол наклона лотка в ручном режиме, вращение лотка не останавливается.

- секторная загрузка – оператор выбирает сектор выгрузки кнопками углов сектора (минимальный угол сектора составляет  $60^\circ$  градусов). Лоток остаётся в автоматическом режиме.

3.3.4.7 Для распознавания окончания выгрузки материала, каждый бункер БЗУ оснащён акустическими датчиками выгрузки. При выходе датчика из строя он может быть выведен из работы (кнопка «Отключен»), при этом он не будет использоваться для распознавания окончания выгрузки материала.

Основным способом загрузки, на печах оборудованных БЗУ лоткового типа, является спиральная загрузка.

3.3.4.8 Заданный характер распределения материала и газа в печи устанавливается на основании данных исследовательского оборудования: машина отбора газа по радиусу, профиломер, акустическая система SOMA.

3.3.4.9 Матрица загрузки хранит данные о всех параметрах загрузок, поступающих из шихтоподачи через БЗУ в печь. Матрица состоит максимум из 20 строк. В каждой строке вводятся данные загрузки, поступающей в один бункер БЗУ. Загрузка может состоять из 9 разных материалов. Типы и масса материалов указаны в полях секций (от 1 до 9).

3.3.4.9.1 Тип материала во второй ячейке строки может быть одним из следующих пяти типов:

- кокс;

- руда(-): рудная загрузка с содержанием агломерата менее 25 %;

- руда: рудная загрузка с содержанием агломерата от 25 % до 75 %;

- руда(+): рудная загрузка с содержанием агломерата более 75 %;

- другой: только флюсы или кокс с другим материалом

3.3.4.9.2 Тип загрузки определяется автоматически. Он необходим для расчёта времени выгрузки из БЗУ в печь.

3.3.4.9.3 В ячейках секций указываются материалы загрузки, например:

1. ( или R )- сторона материала, левая или правая.

3.3.4.9.4 В ячейках «Порции» указаны количество вращений лотка при выгрузке шихты в данном кольце (данном наклоне лотка).

3.3.4.9.5 Активная матрица выполняется циклически с первой строки.

3.3.4.9.6 Следующая матрица необходима для подготовки новой матрицы и ввода её в эксплуатацию (активации). Активировать следующую матрицу можно двумя способами:

- «в конце» (стандартный способ) – переход на новую матрицу будет выполнен после выполнения последней строки активной матрицы. Этот способ является предпочтительным способом активации, так как он гарантирует правильность последовательности загрузок;

- «активировать сейчас» – замена активной матрицы произойдёт сразу и новое задание шихтоподаче будет отправлено из первой строки новой матрицы.

3.3.4.9.7 Изменения в матрице загрузки вносятся по указанию начальника цеха или его заместителя. Допускается изменения в матрице загрузки, производственным мастером печи, не более 20 подач в смену.

3.3.4.10 Предусмотрено три режима выгрузки материала:

- по массе – переводит угол наклона лотка при высыпании нужной порции в данное кольцо. При этом обеспечивается равномерное распределение материала по кольцам. При работе в данном режиме рассчитывается масса каждой порции материала, укладываемой на одну позицию лотка по показаниям общей массы материала, загруженного в бункер. Для равномерного распределения материала по порциям (кольцам) необходима правильная работа весового оборудования бункеров БЗУ. Для обеспечения этой цели необходимо исключить «затираание» между бункерами БЗУ и площадками в результате попадания посторонних предметов и кокса, исключить попадание шихтовых материалов в компенсаторы бункеров БЗУ и труб уравнивательной системы. При выявлении нарушений в равномерном распределении материала по порциям (кольцам) принять меры к выявлению причин и очитке вышеуказанного оборудования. Выгрузка по массе является основным режимом.

- по времени – переводит угол наклона лотка от текущего кольца к следующему при достижении заданного количества оборотов (контроль по времени предполагает, что одна порция выгружается за один оборот и составляет 6,5 секунды).

- по процентам – в этом случае общее время выгрузки соответствует 100 %. Лоток должен оставаться на каждой позиции в течение времени, которое соответствует заданным процентам в матрице БЗУ.

3.3.4.11 В целях предотвращения расстройств хода печи мастер имеет право изменять значения отдельных параметров режима загрузки на 20 подач, фиксируя это в журнале работы доменной печи и ставя в известность начальника смены.

3.3.4.12 Допустимая рабочая температура колошникового газа, при работе с БЗУ, не должна превышать 350 °С. При повышении температуры колошникового газа более указанного уровня и невозможности уменьшения температуры подачей воды на колошник печь переводится на тихий ход, вплоть до остановки печи.

3.3.4.12.1 Подача воды через специальные форсунки служит дополнительным средством для предотвращения повышения температуры колошникового газа. Вода подается в подкуольное пространство в случае повышения температуры колошникового газа выше 320 °С, параллельно должно производиться снижение форсировки печи. Расход воды определяется температурой колошника.

3.3.4.13 Все газонеплотительные клапаны и шихтовые затворы, как и клапаны первичного и вторичного выравнивания давления имеют гидравлические приводы. Гидравлическая энергия вырабатывается гидравлической станцией и станцией управления.

3.3.4.13.1 Все точки смазки механического оборудования получают консистентную смазку от центральной системы смазки. Смазка проводится в два смазочных цикла: 45-ти минутный цикл для точек смазки главного редуктора и 8-ми часовой цикл для всех других точек смазки (приводы клапанов и затворов).

3.3.4.14 Водяное охлаждение главного редуктора ДП-2 осуществляется в системе замкнутого контура. Давление воды обеспечивается станцией водяного охлаждения с насосами, теплообменником и оборудованием подпитки. Данная система замещает экстенсивное охлаждение азотом, который применяется только в малых количествах для подавления пыли в редукторе и узле клапанов, при вторичном выравнивании давления и для аварийного охлаждения. Водяное охлаждение главного редуктора ДП-3 и ДП-4 осуществляется технической водой.

3.3.4.15 При нарушении схода, кострении материала в бункерах БЗУ в результате попадания постороннего предмета производственным мастером печи принимаются меры по остановке печи. После взятия печи на тягу кантуется очковая задвижка, отсекается БЗУ от печи, открывается люк подбункерного пространства, принимаются меры для удаления постороннего предмета.

### **3.4 Составление и корректировка шихты**

#### **3.4.1 Общие положения**

3.4.1.1 Соотношение видов сырья в доменной шихте устанавливает начальник доменного цеха.

3.4.1.2 Изменение расхода или вывод из шихты различных материалов могут производить начальник доменного участка по приёмке и загрузке сырья и топлива и мастер печи по согласованию с начальником цеха и начальником смены.

3.4.1.3 Основность агломерата и содержание в нем магнезии задается начальником доменного цеха.

3.4.1.4 При расчете шихты необходимо исходить из основности шлака по отношению  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ ,  $(\text{CaO}+\text{MgO})/\text{SiO}_2$  и  $(\text{CaO}+\text{MgO})/(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)$ , его физико-химических свойств, обеспечивающих достаточную обессеривающую способность, нормальное тепловое состояние горна и жидкоподвижность шлака (расчет вязкости шлака делается по его фактическому химическому анализу).

3.4.1.5 В начале смены, а также при изменении состава шихты, мастер печи (или газоник по поручению мастера) производит расчеты основности шлака, выхода чугуна из подачи. При изменении массы подачи производится сопоставительный пересчет компонентов шихты в подачу. Пример расчетов приведен в приложении Е.

3.4.1.6 Во всех случаях получения чугуна или шлака со значительными отклонениями от заданных составов мастер печи обязан сделать проверочный расчет шихты, и после выяснения причин, вызвавших эти отклонения, произвести соответствующие изменения в составе шихты.

3.4.1.7 Мастер печи должен постоянно следить за качеством поступающих шихтовых материалов по результатам их испытаний и химических анализов и своевременно производить корректировку состава шихты.

3.4.1.8 Величину рудной нагрузки устанавливает мастер печи путем изменения массы коксовой колоши при постоянной массе рудной сыпи, исходя из конкретных условий работы печи, в соответствии с настоящим технологическим регламентом.

3.4.1.9 В каждом случае корректировка шихты производится с учетом общего состояния печи и ее нагрева.

3.4.1.10 Все изменения состава шихты следует фиксировать в журнале работы доменной печи.

#### **3.4.2 Корректировка шихты при изменении качества материалов и отклонении от нормального режима работы печи**

##### **3.4.2.1 Корректировка расхода кокса при изменении его качества**

3.4.2.1.1 Если на участке шихтоподачи имеются влагомеры для измерения влажности кокса, то при изменении влажности кокса корректировка расхода кокса в подачу производится в автоматическом режиме по показаниям влагомеров:

- при отключении системы автоматического дозирования, корректировка расхода кокса производится по усредненным показаниям влагомеров,
- при отключении влагомеров добавляется по 100 кг кокса на взвешивающее устройство.

3.4.2.1.2 При резком изменении зольности кокса производится корректировка его расхода в соответствии с приложением Ж.

3.4.2.1.3 При резком ухудшении прочности кокса необходимо увеличивать расход кокса в соответствии с приложением Ж и тепловым состоянием печи (приложение И).

##### **3.4.2.2 Корректировка шихты при изменении качества железорудных материалов**

3.4.2.2.1 При снижении основности агломерата и содержания в нем магнезии, а также при увеличении прихода серы с шихтой необходимо:

- уменьшить расход руды и (или) увеличить расход скрапа;
- изменить соотношение окатыши - агломерат;
- увеличить нагрев чугуна.

3.4.2.2.2 Корректировка шихты производится при изменении состава агломерата не менее чем в течение 4 часов (2-х анализов).

### **3.4.2.3 Корректировка расхода кокса при отклонении от нормального режима работы печи**

3.4.2.3.1 Регулирование теплового состояния печи изменением рудной нагрузки осуществляется за счет изменения расхода кокса или ЖРМ в подачу, загрузкой дополнительных скипов кокса или холостых подач.

3.4.2.3.2 Изменение рудной нагрузки производится мастером печи в соответствии с Приложением И.

3.4.2.3.3 В случаях попадания воды в печь, нарушений в работе взвешивающих устройств, оползания гарниссажа принимаются неотложные меры по поддержанию нагрева печи: загружаются холостые подачи и снижается рудная нагрузка.

3.4.2.3.4 Корректировка расхода кокса при работе доменных печей с неполнотой производится следующим образом:

- при опускании уровня засыпи до 3,0-4,0 м и нагреве горна по содержанию кремния 1,0±0,1 % загрузить один дополнительный скип кокса и до восстановления заданного уровня - по дополнительному скипу в каждую шестую подачу;

- при опускании уровня засыпи до 3,0-4,0 м и нагреве горна по содержанию кремния менее 0,8 % загрузить одну холостую подачу и до восстановления заданного уровня - по дополнительному скипу кокса в каждую шестую подачу;

- при опускании уровня засыпи более, чем до 4,0 м загрузить одну холостую подачу и по одному дополнительному скипу кокса в каждую пятую подачу до восстановления заданного уровня.

## **3.5 Нормальный режим работы доменной печи**

### **3.5.1 Общие положения**

3.5.1.1 Признаками устойчивого ровного хода доменной печи являются:

- непрерывный, с постоянной скоростью, сход шихтовых материалов;
- стабильное, оптимальное для данных условий, распределение газового потока, что характеризуется кривой содержания двуоксида углерода по сечению печи (в центре содержание  $\text{CO}_2$  должно быть ниже, чем на периферии на 2-5 %) и умеренным диапазоном колебания температуры на периферии и колошнике (разница между минимальным и максимальным значениями температуры в точках периферии не должна превышать 100 °С);

- равномерные нагрев и интенсивность работы воздушных фурм;

- постоянство давления дутья при максимально возможных, для данных условий, его количестве и температуре;

- устойчивость теплового состояния печи, обеспечивающего получение чугуна и шлака постоянного заданного состава;

- постоянный по величине вынос колошниковой пыли;

- постоянство общего и частных перепадов давления газа по высоте печи.

3.5.1.2 Необходимым условием ровного хода является постоянство технологических параметров доменного процесса:

- постоянство качества загружаемых материалов по химическому и гранулометрическому составу;

- обеспечение постоянной полноты печи;

- равномерная и полная отработка продуктов плавки;

- постоянство дутьевых параметров (расход и температура дутья, степень его обогащения кислородом);

- строгое соблюдение точности взвешивания и очередности забора материалов;

- отсутствие перешихтовок;

- бесперебойная работа механического, электрического оборудования, контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации.

### 3.5.2 Режим загрузки материалов

3.5.2.1 Случаи, вызывающие необходимость изменения режима загрузки материалов, могут иметь место:

- при чрезмерном развитии (или ослаблении) потока газов на периферии или в центре;
- при развитии одностороннего потока газов каналами или неравномерном распределении газового потока по окружности печи;
- при перекосе уровня засыпи материалов в печи.

3.5.2.2 Оптимальный режим загрузки устанавливается отдельно для каждой печи с учетом состояния ее профиля, вида выплавляемого чугуна и физико-химических свойств сырья и топлива.

3.5.2.3 Распределение материалов на колошнике можно регулировать путем изменения:

- порядка и системы загрузки материалов;
- программы работы распределительного лотка БЗУ;
- уровня засыпи;
- величины подачи.

3.5.2.4 Кратковременные корректировочные изменения (не более чем на 20 подач) предназначенные для исправления нарушенного распределения материалов и газов могут производиться мастером печи самостоятельно. Мастеру печи запрещается производить одновременно изменение более 1 параметра даже кратковременно.

3.5.2.5 При изменениях, рассчитанных на длительный период (подбор оптимального режима загрузки), судить об эффективности установленного режима можно лишь по прошествии 4-6 суток работы печи.

3.5.2.6 Уровень засыпи, величину подачи, систему загрузки, а также основную систему работы БЗУ устанавливает начальник доменного цеха или его заместитель.

3.5.2.7 Масса рудной подачи уменьшается для уменьшения рудной нагрузки (при неизменном весе порции кокса), уменьшения толщины слоя железорудных материалов (при повышенном количестве мелочи в ЖРМ).

Масса рудной подачи увеличивается для увеличения рудной нагрузки или при улучшении гранулометрического состава шихты.

3.5.2.8 В зависимости от технологических условий могут применяться системы загрузки:

- Для ДП-2 КК↓PP↓

КК↓КК↓PP↓PP↓

$n^*(КК↓PP↓) + 1^*(КК↓)$ , где  $n$  – число подач, подбираемое по необходимой рудной нагрузке в полном цикле загрузки

ККК↓PPP↓ - при работе только одним бункером БЗУ

Количество строк в матрице – 20. Максимальное количество подач в матрице – 10 шт.

- Для ДП-3 КК↓PP↓

КК↓КК↓PP↓PP↓

$n^*(КК↓PP↓) + 1^*(КК↓)$ , где  $n$  – число подач, подбираемое по необходимой рудной нагрузке в полном цикле загрузки

ККК↓PPP↓ - при работе только одним бункером БЗУ

Количество строк в матрице – 20. Максимальное количество подач в матрице – 10 шт.

- Для ДП-4 К↓К↓P↓P↓

К↓К↓К↓P↓P↓P↓

К↓К↓К↓К↓P↓P↓P↓P↓

$n^*(К↓К↓P↓P↓) + 1^*(К↓К↓)$ , где  $n$  – число подач, подбираемое по необходимой рудной нагрузке в полном цикле загрузки

Количество строк в матрице – 20. Максимальное количество подач в матрице – 5 шт.

Для всех доменных печей может быть два направления движения лотка по позициям: от стенки колошника к центру, от центра колошника к стенке. Стандартным, постоянно используемым режимом, является направление движения от стенки колошника к центру.

3.5.2.9 При излишней подгрузке периферии, сопровождающейся тугим ходом, уменьшается количество железорудных материалов, выгружаемых к стенке колошника.

При развитии периферийного хода количество железорудных материалов, выгружаемых к стенке колошника, увеличивается.

3.5.2.10 Чрезмерное развитие осевого газового потока также недопустимо. При возникновении тенденции к развитию осевого потока применяются системы загрузки, увеличивающие количество железорудных материалов в зоне, близкой к оси печи.

3.5.2.11 Понижение уровня засыпи приводит к подгрузке периферии, так как материалы, выгружаемые в печь, смещаются к стенке колошника. При повышении уровня засыпи материалы отодвигаются от кладки. При этом необходимо учитывать, что в системе автоматики БЗУ предусмотрено изменение угла наклона распределительного лотка при упущении уровня засыпи ниже пороговых значений. Пороговые значения для доменных печей:

	Уровень 1	Уровень 2
ДП-2	1,7	2,5
ДП-3	1,8	2,5
ДП-4	1,8	2,8

Углы наклона лотков по позициям и уровням выгрузки в Приложении Д, Таблица Д.4.1.

Углы наклона лотков по позициям и пороговые значения уровней выгрузки могут быть изменены только по решению начальника доменного цеха.

3.5.2.12 Нормальным уровнем засыпи, на который производится загрузка печи, является уровень, расположенный на расстоянии от технологического нуля: для ДП-2, 3 – от 1,00 до 1,75 м, для ДП-4 – от 0,00 до 1,00 м.

3.5.2.13 При равномерной работе печи по окружности режим выгрузки материалов из бункеров БЗУ – спиральный. Открытие шихтовых затворов производится при смещении распределительного лотка от положения во время предыдущей выгрузки на заданный угол. Заданные углы смещения: ДП-2 – 17°, ДП-3 – 23°, ДП-4 – 23°.

По распоряжению начальника цеха в качестве основного режима выгрузки может быть использован кольцевой режим, т.е. режим с закрытием шихтового затвора в момент перехода лотка между позициями.

3.5.2.14 При нарушении равномерности распределения газового потока по окружности печи – понижении или повышении температуры периферии в одной или двух точках более чем на 100 °С от средней температуры периферийных газов, необходимо производить исправление распределения газов по окружности печи путем применения секторной выгрузки материалов в район с повышенной температурой.

3.5.2.15 При более глубоком нарушении окружной равномерности распределения газового потока, разделении общего потока на несколько потоков (по значению температуры периферии) исправление распределения газов по окружности печи производится снижением рабочего перепада на 0,1-0,2 атм (10-20 кПа) и изменением программы работы загрузочного устройства по пункту 3.5.2.14.

3.5.2.16 При регулировании распределения газового потока по окружности печи особое внимание необходимо уделять изменениям частных и общего перепадов давления газов и плавности схода шихты, поскольку в отдельных случаях перераспределение газового потока может сопровождаться (до восстановления оптимального режима) тугим ходом печи и подвисанием шихты.

### 3.5.3 Дутьевой режим

3.5.3.1 Основным показателем нормальной работы доменной печи является постоянство дутьевого режима: количества, температуры, давления и влажности дутья, содержания в нем кислорода и других составляющих комбинированного дутья, обеспечивающих нормальный нагрев и ровность хода печи в соответствии с заданным химическим составом чугуна при установившемся технологическом режиме плавки и стабильных его параметрах.

3.5.3.2 Нормальным давлением дутья и нормальным перепадом давления газа в печи следует считать то наибольшее давление, которое при данных условиях работы печи обеспечивает одновременно устойчивый ровный сход шихты, наилучшее использование тепловой и химической энергии газа и высокую производительность.

Оптимальное количество дутья подбирается опытным путем и изменяется в зависимости от качества сырья, вида выплаиваемого чугуна, содержания кислорода и других технологических параметров, а также в зависимости от заданной производительности печи.

Увеличение расхода дутья при установившемся режиме работы печи нужно производить по 50-100 м<sup>3</sup>/мин (0,83-1,67 м<sup>3</sup>/с) течение 15-20 минут, в зависимости от хода печи и величины перепада давления между фурмами и колошником, не допуская резкого его повышения.

3.5.3.4 После каждого изменения количества дутья необходимо убедиться по ходу печи и показаниям контрольно-измерительных приборов, что выполненное изменение хорошо освоено печью и не ведет к нарушению ровного хода.

3.5.3.5 Для каждой печи и определенных сырьевых условий существует оптимальное количество дутья, при повышении которого наступает передув. В зависимости от состояния печи и факторов, ограничивающих дутьевой режим, внешние признаки, сопровождающие наступление передува, могут иметь различный характер. В одних случаях повышается давление дутья, ход печи становится тугим, с обрывами шихты, со склонностью к подвисаниям. В других – возникает канальный ход с небольшим падением давления дутья при ускорении схода шихты. Однако, в дальнейшем во всех случаях передува ход печи и распределение газового потока становятся неустойчивыми, с резкими изменениями, приводящими к колебаниям нагрева печи.

3.5.3.6 Кратковременное снижение расхода дутья производится с целью устранения отклонений от нормального хода печи. Если уменьшение расхода дутья на величину от 100 до 200 м<sup>3</sup>/мин (1,67-3,33 м<sup>3</sup>/с) не привело к положительным результатам, сокращаются расходы кислорода и мазута пропорционально уменьшению расхода дутья. Снижение расхода дутья более чем на 200 м<sup>3</sup>/мин (3,33 м<sup>3</sup>/с) допускается при значительных расстройствах хода печи или в аварийных ситуациях.

3.5.3.7 Уменьшение количества дутья производится в случаях:

- резкого увеличения скорости схода шихты при похолодании печи;
- появления плака на фурмах и опасности заливки на ходу (в этом случае одновременно с уменьшением расхода дутья снижается давление под колошником для сохранения перепада давления фурмы - колошник);
- резко выраженного нарушения распределения газового потока;
- глубоких обрывов и подвисаний шихты;
- неполноты печи;
- повышения общего перепада давления сверх оптимальной величины;
- несоответствия форсировки печи возможностям отработки продуктов плавки.

3.5.3.8 Кратковременное снижение давления дутья с помощью клапана «Спорт» производится в случаях:

- необходимости перераспределения газового потока в печи;
- ненормального хода выпуска чугуна и плака;
- задержки в загрузке печи;
- аварии.

3.5.3.9 Степень и длительность снижения расхода дутья определяется мастером, который обязан принять во внимание характер неполадки и состояние печи.

3.5.3.10 После кратковременного изменения дутьевого режима клапаном «Спорт» (с учетом происшедшего уплотнения шихты) количество дутья уменьшается против нормального на 100-200 м<sup>3</sup>/мин (1,67-3,33 м<sup>3</sup>/с). Постепенно расход дутья, кислорода и мазута следует доводить до нормального количества, не допуская превышения общего перепада давления выше уровня, поддерживавшегося до сокращения расхода дутья.

3.5.3.11 Давление колошникового газа должно поддерживаться на постоянном, заданном уровне.

3.5.3.12 Величина рабочего давления газа под колошником для каждой печи устанавливается и изменяется начальником цеха, исходя из проектных данных и общего технического состояния печи, ее вспомогательных устройств, технологических особенностей ее работы, обеспечения сырьем, а также в зависимости от установленного графика производства.

3.5.3.13 Понижение давления газа под колошником производится в следующих случаях:

- при расстройках хода печи;
- при ненормальном течении выпуска;
- при необходимости снижения форсировки печи;
- при состоянии оборудования требующем работы с низким давлением дутья.

3.5.3.14 При переводе доменных печей на работу с низким давлением газа на колошнике количество дутья следует уменьшить в размерах, обеспечивающих такой же перепад давления «фурмы - колошник», как и до перехода на пониженное давление под колошником.

3.5.3.15 Повышение давления газа под колошником производится при условии ровного хода печи. Количество дутья при этом должно увеличиваться до восстановления оптимального для этой печи перепада давления газов в столбе материалов.

3.5.3.16 Температура дутья при ровном ходе и нормальном нагреве печи, как правило, должна быть постоянной и на максимально возможном уровне, допускаемом состоянием воздухонагревателей и тракта подачи горячего дутья, а также условиями технологии. Снижение температуры горячего дутья может быть произведено только с разрешения начальника цеха или его заместителя, кроме аварийных случаев - появление продувов на тракте горячего дутья, грозящих разрушениями.

3.5.3.17 Снижение температуры с целью регулирования технологического режима плавки может быть разрешено начальником цеха или его заместителем в исключительных случаях, когда полностью использованы резервы изменения влажности дутья и имеется излишний запас тепла в печи:

- при подходе холостых подач;
- при угрозе подвисания шихты из-за повышенного нагрева печи;
- при превышении заданной теоретической температуры горения топлива.

3.5.3.18 Температура дутья понижается в один прием на 50–100 °С.

3.5.3.19 Температура дутья повышается в несколько приемов, как правило, со скоростью не более 50 °С в час. Общее повышение в течение 8 часов не должно превышать 100 °С.

3.5.3.20 Увеличение температуры дутья производится во всех случаях, когда печь по каким-либо причинам работала на пониженной температуре против нормальной, и имеется возможность ее повысить.

При холодном горне и недостаточном нагреве продуктов плавки повышение температуры дутья может привести к подвисанию шихты. При этом повышение температуры дутья производится одновременно со снижением количества воздуха в пределах, обеспечивающих сохранение рабочего перепада и нормальный сход шихты.

3.5.3.21 Если температура дутья снижается по причинам, не зависящим от хода печи (ремонт воздухонагревателей и т.д.), то это снижение заблаговременно компенсируется расходом кокса, в соответствии с приложением Ж.

3.5.3.22 Влажность дутья при нормальном ходе печи должна обеспечивать возможность текущей корректировки теплового состояния печи, а также обеспечивать соответствующую теоретическую температуру горения топлива.

3.5.3.23 Увеличение влажности дутья, с целью регулирования хода доменных печей, производится в следующих случаях:

- при горячем ходе печи;

- при нормальном ходе и нагреве печи во избежание излишнего разогрева вследствие подхода подач с уменьшенной рудной нагрузкой;

- при повышении температуры дутья, при нормальном нагреве печи, в пределах компенсирующих повышение температуры дутья ( $8 \text{ г/м}^3$  на  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

3.5.3.24 Увеличение влажности может производиться лишь при хорошо прогретых, подвижных шлаках и ровной работе фурм, а также, если горн печи не загроможден.

3.5.3.25 Подача пара в дутье прекращается:

- при тихом ходе и остановке печи;

- при резком похолодании с появлением шлака на фурмах;

- при падении давления пара ниже давления дутья, т.к. это может привести к попаданию воздуха дутья в паропроводы.

3.5.3.26 Технологический кислород подается на всас воздуходувных машин. Расход кислорода для обогащения дутья не является автоматически регулируемым параметром, Концентрация кислорода в дутье устанавливается начальником доменного цеха или его заместителем, а мастер печи обязан выдерживать обогащение дутья кислородом на заданном уровне.

3.5.3.27 Резкое увеличение содержания кислорода в дутье может вызвать подвисание шихты из-за резкого увеличения температуры и количества горнового газа. Поэтому при резком увеличении расхода кислорода принять меры к поддержанию заданной теоретической температуры за счет увеличения расхода мазута или пара.

3.5.3.28 Обогащение дутья кислородом прекращается в следующих случаях:

- для снижения интенсивности хода печи;

- за 15-20 мин до остановки печи;

- при появлении продувов на тракте горячего дутья;

- при угрозе заливки на ходу воздушных фурм шлаком;

- при расстройках хода доменной печи.

3.5.3.29 При прекращении подачи кислорода на длительное время мастер печи обязан:

- увеличить количество дутья для сохранения рабочего перепада давления и ровного хода печи;

- сократить увлажнение дутья и расход мазута до уровня, обеспечивающего его полное сгорание и скомпенсировать уменьшение расхода мазута повышением расхода кокса в соотношении  $1,0 \text{ кг мазута} / 1,2 \text{ кг кокса}$ .

Корректировка расхода кокса производится одновременно с сокращением подачи кислорода, уменьшение расхода мазута целесообразно произвести постепенно – в течение 3-4 часов.

3.5.3.30 После временного отключения кислорода перевод доменных печей на работу с дутьем обогащенным кислородом осуществляется при наличии ровного хода и устойчивого нагрева печи.

3.5.3.31 Оптимальный расход мазута определяется для каждой доменной печи в зависимости от условий ее работы (температуры дутья, степени обогащения его кислородом, качества шихты, вида выплавляемого чугуна).

3.5.3.32 Подача мазута в печь должна осуществляться непрерывно из всех форсунок каждой работающей воздушной фурмы (фурмы с двумя форсунками установлены на ДП-4, фурмы с одной форсункой – на ДП-2 и ДП-3). При небольшом расходе мазута и невозможности подать мазут на все имеющиеся форсунки, мазут распределяется равномерно по окружности печи.

3.5.3.33 При уменьшении визуального расхода мазута на отдельные фурмы в результате загрязнения форсунок производится продувка трубопроводов на данной фурме воздухом дутья.

3.5.3.34 При появлении на отдельных фурмах шлака, неподготовленного материала необходимо подачу мазута на нее закрыть. После повышения ее нагрева подача на данную фурму мазута возобновляется.

3.5.3.35 При резком похолодании печи с появлением шлака на фурмах подачу мазута следует прекратить на 20-30 минут, сократив влажность дутья до минимальной и закрыв кислород, не допуская при этом подвисания печи за счет снижения перепада давлений примерно на 0,1 ат (10 кПа) хода печи. Снижение перепада производится постепенно, а при возникновении опасности заливки фурм шлаком прекращается. После того, как фурмы очистятся от шлака, восстановить подачу мазута в печь и откорректировать нагрев, расход и давление дутья.

3.5.3.36 В случае необходимости прекращения подачи мазута регулирование теплового состояния печи осуществляется следующим образом:

- если сообщение о необходимости отключения мазута поступило за 6-8 часов, то в этом случае необходимо в соответствии с п.1 приложения К уменьшить рудную нагрузку и за 3 часа до подхода облегченных подач в гори мазут можно отключить. Обогащение дутья кислородом прекращается, температура дутья корректируется с таким расчётом, чтобы теоретическая температура горения топлива ( $T_t$ ) составляла примерно 2150 °С;

- если отключение мазута произошло внезапно, то немедленно загрузить в печь 3-5 холостых подач (в зависимости от расхода мазута) и снизить рудную нагрузку в соответствии с п.2 приложения К. Для сохранения ровности хода печи обогащение дутья кислородом прекращается, а температура дутья первые 1,5-2,0 часа не изменяется, после чего она повышается до максимально возможной, а влажность дутья постепенно уменьшается до естественной. При подходе в гори подач с уменьшенной рудной нагрузкой, параметры дутья корректируются с таким расчётом, чтобы теоретическая температура горения топлива составляла примерно 2150 °С.

3.5.3.37 При отключении подачи мазута в печь концентрация кислорода в дутье должна быть уменьшена исходя из сохранения теоретической температуры горения на оптимальном уровне.

3.5.3.38 Для обеспечения полноты сжигания мазута оптимальная температура его должна составлять 110-120 °С, не допускается снижения ее ниже 90 °С или повышение более 130 °С.

3.5.3.39 Подача мазута должна быть прекращена за 15-30 минут до остановки печи, кольцевой мазутопровод должен быть пропарен.

3.5.3.40 Соотношение параметров комбинированного дутья: содержание кислорода в дутье, температура и влажность дутья, расход мазута определяется в зависимости от заданной величины теоретической температуры горения, которая по физической сущности близка к температуре фурменного газа.

Оптимальная теоретическая температура горения находится в интервале 2050-2250 °С.

3.5.3.41 Теоретическая температура горения определяется каждую смену с записью в журнале работы доменной печи (Приложение Л). Расчет теоретической температуры горения производится также при изменении одного из следующих параметров:

- содержание кислорода в дутье,
- расход пара,
- расход мазута,
- температура дутья.

Расчётная формула в приложении Л разработана для условий использования мазута с влажностью менее 5 %. При влажности мазута выше 5 % – от значения  $T_t$ , рассчитанного по формуле, необходимо отнять величину

$$Sm(m - 0,05),$$

где  $m$  - влажность мазута или эмульсии в долях единицы;

$Sm$  - расход мазута, г/м<sup>3</sup> сухого дутья.

3.5.3.42 Пример расчета чистоты технологического кислорода и концентрации кислорода в дутье приведен в приложении М.

3.5.3.43 Каждое изменение дутьевого режима должно быть отражено в журнале работы доменной печи с указанием причины, длительности и степени изменения.

### 3.5.4 Тепловой и шлаковый режимы

3.5.4.1 Тепловое состояние печи и шлаковый режим должны поддерживаться постоянными и обеспечивать высокую интенсивность выплавки чугуна заданного состава с наименьшими колебаниями химического состава по выпускам при минимальном расходе кокса.

3.5.4.2 В зависимости от вида выплавляемого чугуна: передельного или литейного и особенностей используемого сырья необходимо поддерживать шлаковый режим, обеспечивающий выплавку чугуна заданного состава

При выборе основности шлака следует иметь в виду: при повышении содержания  $MgO$  в шлаке основность шлака по отношению  $CaO/SiO_2$  должна быть понижена, при снижении содержания  $MgO$  – основность шлака соответственно повышают.

3.5.4.3 При контроле и регулировании теплового состояния и шлакового режима следует учитывать изменения:

- качества шихтовых материалов;
- величины рудной нагрузки;
- характера распределения потока газа и материалов;
- интенсивности плавки по количеству проплавленных материалов;
- химического состава чугуна и шлака;
- интенсивности и яркости работы фурм;
- температуры и состава колошникового газа.

3.5.4.4 Регулирование теплового состояния печи при отклонениях от нормального производится путем изменения:

- расхода кокса или ЖРМ в подачу;
- влажности и температуры дутья;
- интенсивности плавки.

3.5.4.5 Основными регулирующими воздействиями являются: изменение расхода кокса или ЖРМ в подачу и изменение влажности дутья.

3.5.4.6 При регулировании теплового режима необходимо учитывать следующее:

- после изменения рудной нагрузки нагрев печи (оцениваемый по содержанию кремния в чугуне) начинает изменяться через 5-6 часов, а новый уровень нагрева печи устанавливается через 10-12 часов;

- в течение 1,5-2,0 часов после снижения расхода мазута содержание кремния в чугуне несколько увеличивается, затем уменьшается и через 3,0-4,5 часа достигается исходный уровень и через 8-10 часов - новое установившееся состояние;

- после изменения влажности и температуры дутья содержание кремния в чугуне начинает изменяться немедленно, и новое установившееся состояние соответственно через 3-4 и 7-8 часов.

Соотношения для корректировки теплового режима доменных печей приведены в приложении И.

3.5.4.7 Регулирование шлакового режима производится путем изменения соотношения рудных компонентов шихты, как правило, за счет частичной замены одного из компонентов шихты другим.

3.5.4.8 При включении в шихту скрапа (промподукта из сталеплавильных шлаков марки Д, приложение А) расход руды определяется с помощью расчёта по приложению Е. В случае отсутствия данных по химическому составу скрапа в начальный момент добавляется по 2 т руды на каждую тонну скрапа. В последующем расход руды корректируется по фактически полученному составу шлака.

3.5.4.9 Любая корректировка состава шихты в обязательном порядке должна подтверждаться расчетом (приложение Е).

3.5.4.10 Данные количественной оценки влияния основных факторов на содержание кремния и серы в чугуне приведены в приложении Н.

### **3.5.5 Показания приборов и вид диаграмм при нормальной работе печи**

3.5.5.1 Диаграмма давления горячего дутья имеет вид ровной линии с плавными отклонениями от среднего значения в пределах  $\pm 0,1$  кгс/см<sup>2</sup> (10 кПа) со скоростью не более  $\pm 0,05$  кгс/см<sup>2</sup> (5 кПа) в течение 15-20 минут. Допускаются небольшие пики вниз не более 0,2 кгс/см<sup>2</sup> (20 кПа), связанные с переходом воздухонагревателей.

3.5.5.2 Диаграмма количества дутья должна иметь вид ровной ленты, характеризующей постоянство подаваемого в печь воздуха. На диаграмме имеют место периодически повторяющиеся небольшие пики, связанные с переходом воздухонагревателей.

3.5.5.3 Диаграмма температуры горячего дутья должна иметь вид ровной линии на уровне заданной температуры с отклонениями не более 20 °С во время смены воздухонагревателей.

3.5.5.4 Диаграмма давления колошникового газа имеет вид ровной линии с пиками, совпадающими с моментом выгрузки материалов из бункеров БЗУ. Пики повышения давления газа отсутствуют.

3.5.5.5 Диаграмма температуры газа на колошнике (в газоотводах) должна представлять ленту разбросанных точек шириной от 50 °С до 100 °С, непрерывно меняющихся местами с плавными понижениями и повышениями. Температура колошникового газа находится в пределах от 150 °С до 250 °С при выплавке передельного чугуна, от 250 °С до 400 °С при выплавке литейного чугуна.

3.5.5.6 Диаграмма температуры периферийного газа имеет вид параллельно идущих или пересекающихся линий. Разность значений температуры между крайними точками не должна превышать 100 °С, а максимальное значение температуры – 800 °С.

3.5.5.7 Диаграммы температур кладки шахты на различных горизонтах характеризуют не только направления газового потока вдоль стен печи, но и состояние профиля.

Резкие изменения в показаниях отдельных термопар могут происходить вследствие оползания гарниссажа, что может вызвать похолодание печи при подходе гарниссажа в область заплечиков и фурменной зоны.

3.5.5.8 Диаграммы общего и частных перепадов давления газа в рабочем пространстве печи представляют кривые, плавно изменяющиеся в пределах  $\pm 0,05$  кгс/см<sup>2</sup> (5 кПа) в течение 15-20 минут и не более  $\pm 0,1$  кгс/см<sup>2</sup> (10 кПа) в сутки. Кривые имеют линии повышения перепада при опускании подач в печь.

3.5.5.9 Диаграмма радарных уровнемеров (или механических при их использовании) при полном дутье и нормальном ходе подач должна отмечать равномерный и плавный сход шихты с правой и левой стороны печи (допустимое расхождение в уровне при этом не должно превышать 0,25 м).

При ровном ходе шихты не должно быть отдельных подстоёв и обрывов шихты, время срабатывания подач должно быть одинаковым. Оно зависит от величины порций выгружаемых материалов, от установленной системы загрузки и степени форсировки печи.

3.5.5.10 Диаграмма распределения содержания CO<sub>2</sub> по диаметру колошника должна иметь симметричный относительно центра характер (при наличии двух измеряющих устройств). Содержание CO<sub>2</sub> в центре должно быть несколько ниже, чем на периферии.

## **3.6 Регулирование хода печи при отклонениях от нормального режима**

### **3.6.1 Основные отклонения от нормального режима работы печи**

- изменение нагрева (похолодание, разогрев);
- изменение газового потока (периферийный ход печи, центральный ход печи, перекоп уровня засыпи, канальный ход, неравномерная работа печи по окружности);
- тугий ход печи;
- подвешивание шихты;
- загромождение горна.

### **3.6.2 Похолодание печи**

3.6.2.1 Похолодание печи вызывается значительным повышением расхода тепла по сравнению с его приходом. Похолодание может быть вызвано чрезмерным увеличением рудной нагрузки на кокс, ухудшением использования энергии газового потока из-за

применения неэкономичной системы загрузки или ухудшения восстановимости рудных материалов, развитием периферийного потока газов или канального хода, изменением физических и химических свойств компонентов шихты (замена агломерата рудой, увеличением количества мелочи), длительной работой печи с низким уровнем засыпи, оползанием гарниссажа или настыви, при попадании в печь воды из сторевших холодильников и охладительной арматуры, ошибками при наборе и взвешивании шихты, неровным ходом печи.

3.6.2.2 Признаки похолодания доменной печи:

- давление дутья постепенно понижается;
- уменьшаются нижний и общий перепады давления;
- сход шихты ускоряется;
- температура колошникового газа в газоотводах понижается, разброс точек уменьшается;
- температура периферийных газов понижается из-за увеличения скорости загрузки печи, кроме случая похолодания вследствие чрезмерно развитого периферийного потока газов;
- фурмы работают интенсивно, но холодно, изредка на них появляется шлак и неподготовленный материал;
- физический нагрев чугуна и шлака снижается, уменьшается содержание кремния в чугуне, шлак кислеет, повышается содержание закиси железа в нем;
- повышается содержание  $\text{CO}_2$  в газе по показаниям газоанализаторов при неизменном качестве сырых материалов.

3.6.2.3 Для восстановления нормального теплового состояния печи и ровного хода при похолодании необходимо принять следующие меры:

- выяснить и устранить, если возможно, причину похолодания;
- уменьшить рудную нагрузку;
- увеличить расход мазута;
- увеличить, если есть возможность, температуру дутья и установить естественную влажность, при условии не превышения выше нормы теоретической температуры;
- неперемнным условием и задачей мастера при похолодании является сохранение ровного хода печи.

При значительных похолоданиях дать холостые подачи, уменьшить количество дутья с целью сохранения ровного хода печи, сократить или совсем исключить расход кислорода.

Запрещается сокращение влажности дутья, если теоретическая температура будет больше  $2200^\circ\text{C}$ .

3.6.2.4 С целью предотвращения подвисания на холодной печи запрещается:

- увеличение величины подачи;
- увеличение количества подач подгружающих периферию;
- загрузка двоянных рудных порций;
- поднятие уровня засыпи.

3.6.2.5 Контроль теплового состояния печи по температуре колошникового газа. Если в течение четырёх часов температура колошникового газа держится на уровне менее  $80^\circ\text{C}$  необходимо:

- 1) Проверить систему охлаждения всей печи на предмет утечек воды;
- 2) Произвести визуальный осмотр скипов по коксу и железорудному сырью;
- 3) Проверить влажность кокса по показаниям влагомеров (при их использовании) или по результатам анализов, полученных от ЦТК. Если влажность кокса повышена, то необходимо добавить кокс в подачу согласно формуле

$$Q(W_2 - W_1)/100,$$

где Q - расход кокса в подачу, кг;

$W_1$  - влажность кокса предыдущей смены, %

$W_2$  - влажность кокса текущей смены, %;

- 4) Загрузить холостую подачу (экстракоке);
- 5) Увеличить расход кокса с учётом уменьшения температуры дутья на 50 °С;
- 6) Уменьшить температуру дутья на 50°С (только в случае возможности по тепловому состоянию доменной печи);
- 7) Согласовать с начальником цеха или его заместителем изменение системы загрузки или уровня засыпи шихты;
- 8) Если по истечению 12 часов температура колошникового газа остаётся ниже 80 °С, необходимо повторить пункты с 4 по 7 включительно.

3.6.2.6 Похолодание печи, связанное с массовым выходом щелочей и цинка. Для предупреждения данного вида технологических расстройств необходимо обеспечить ровный ход доменных печей, основность конечного шлака ( $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ ) не более 1,08-1,10 ед., а также производить регулярные противощелочные промывки.

3.6.2.6.1 Признаки похолодания, связанного с массовым выходом щелочей и цинка:

- резкое, в течение смены, снижение физического нагрева продуктов плавки и снижение содержания кремния в чугунае;
- затруднение разделения продуктов плавки;
- на выпуске по чугуну и шлаку происходит интенсивное выделение белого дыма, язычки пламени на поверхности шлака приобретает разноцветные оттенки;
- фурмы работают вяло, периодически на них появляются неподготовленный материал и шлак;
- происходит интенсивное зарастание транспортных и качающихся желобов;
- изменение показаний контрольно-измерительных приборов соответствует похолоданию печи.

3.6.2.6.2 Для предотвращения развития технологического расстройства, восстановления теплового состояния печи и ровного хода необходимо принять следующие меры:

- произвести загрузку четырёх-шести холостых подач;
- на 10-20 подач (в зависимости от степени расстройства) снизить рудную нагрузку на 10-15 %, при этом необходимо повысить расход руды, исходя из необходимости обеспечения основности шлака не более 1,05 ед., и учитывая ожидаемое увеличение содержания кремния в чугуне до 1,2-1,5 %;
- обеспечить максимально полную выдачу продуктов плавки на выпусках;
- с целью сохранения ровности хода допускается снижение расхода дутья, содержание кремния в чугуне должно быть не менее 1,2 %;
- соотношение параметров комбинированного дутья выдерживается исходя из обеспечения оптимального уровня теоретической температуры 2100-2200 °С.

3.6.2.5.4 Противощелочные промывки производятся сырой кусковой рудой. Механизм действия промывки заключается в разрушении циркуляционного контура щелочей в доменной печи при прохождении руды, загруженной одной полной подачей. Проведение промывки производится путём загрузки одной полной подачи обогащённой атасуйской (или другой подобной) руды в количестве текущего размера рудной колоши. В зависимости от теплового состояния печи может быть загружен дополнительный кокс: либо холостая подача перед загрузкой промывочной шихты, либо дополнительный скип кокса в промывочную или в предыдущую подачу.

### 3.6.3 Разогрев печи

3.6.3.1 Причиной повышения нагрева является значительное сокращение расхода тепла по сравнению с его приходом. Последнее обычно вызывается улучшением использования энергии газового потока, изменением состава, физических и химических свойств компонентов шихты (замена руды агломератом), пониженной рудной нагрузки для данных условий, подходом в горн холостых подач, повышением температуры дутья, снижением интенсивности горения.

3.6.3.2 Разогрев печи сопровождается следующими признаками:

- перепад, а, следовательно, и давление дутья по мере увеличения нагрева печи постепенно повышается при нормальном количестве дутья, печь теряет дутье;
- сход шихты замедляется, если не принимать меры к понижению перепада давлений, то появляются обрывы шихты, а также неустойчивое положение уровня засыпи;
- в момент обрывов появляются резкие пики в сторону повышения на диаграмме давления газа под колошником;
- температура колошникового и периферийных газов увеличивается, возрастают колебания температуры колошникового газа при опускании шихты бункеров БЗУ, фурмы светятся ярко;
- основность шлака повышается;
- физический нагрев чугуна и шлака повышается, содержание кремния в чугуне увеличивается. Шлак жидкоподвижный, легко вытекает из печи, при сильном разогреве выделяет много газа (становится "пухлым").

Если своевременно не принять меры по восстановлению нормального хода, возможно подвисание шихты.

3.6.3.3 Для восстановления нормального режима работы печи необходимо:

- выявить и устранить причину разогрева;
- увеличить влажность дутья в зависимости от степени разогрева, при необходимости до максимально возможной;
- если увеличение влажности дутья недостаточно для ликвидации разогрева печи, временно снизить температуру дутья (с разрешения начальника цеха);
- не допускать повышения перепада давлений фурмы-колошник выше рабочего, с целью устранения обрывов шихты и ее подвисания;
- увеличить рудную нагрузку, если установлено, что действие фактора, вызвавшего разогрев печи, имеет длительный характер.

#### 3.6.4 Периферийный ход печи

3.6.4.1 Развитый периферийный газовый поток возникает в случае продолжительной работы печи в следующих условиях:

- с разрыхляющими периферию системами загрузки;
- с использованием кокса низкой прочности или при увеличении мелочи в рудной части шихты;
- с недостаточным количеством дутья.

3.6.4.2 При чрезмерном развитии периферийного потока газов значительная часть их движется вдоль стен печи вследствие недостаточной загруженности этой зоны рудой, что приводит к ухудшению использования тепловой и химической энергии, повышению удельного расхода кокса, загромождению осевой зоны печи и похолоданию горна, преждевременному износу футеровки шахты.

3.6.4.3 Периферийный ход печи отражается на диаграммах, контрольно-измерительных приборах следующим образом:

- в начальный период давление дутья ровное, но ниже нормального на  $0,1-0,2 \text{ кгс/см}^2$  (10–20 кПа), при том же его расходе;
- длина пик на диаграмме давления газов под колошником, связанных с выгрузкой материалов из бункеров БЗУ, возрастает;
- температура колошникового газа выше нормальной вследствие ухудшения использования газов, разброс точек значительный (разница между крайними точками составляет от 100 до 150 °С и выше). Имеются отдельные пики увеличения температуры в газоотводах;
- сход шихты по показаниям приборов вначале нормальный, а при ухудшении газопроницаемости осевой зоны печи становится неровным;
- температура периферийных газов повышается на 50-100 °С и более, а ширина разброса точек на диаграмме увеличивается;
- содержание углекислоты на периферии уменьшается на 2-5 %, а у оси значительно увеличивается, максимум кривой содержания углекислоты перемещается к оси печи,

содержание  $\text{CO}_2$  в общем колошниковом газе уменьшается вследствие уменьшения степени использования химической энергии газов;

- в начальный период развития периферийного потока фурмы работают интенсивно и достаточно горячо, однако физический нагрев чугуна и шлака недостаточен, чугун имеет повышенное содержание серы.

При развитии периферийного хода, когда имеет место загромождение осевой зоны, давление дутья возрастает и становится выше нормального, наблюдается колебание давления дутья, работа фурм становится вялой и неравномерной, возможны оползания гарниссажа, учащается горение фурм. Печь работает с повышенным расходом кокса, обычные добавки кокса не оказывают существенного влияния на нагрев печи.

3.6.4.4 Для сокращения периферийного потока газов необходимо, в зависимости от степени его развития, принимать следующие меры:

- если периферийный поток возник из-за недостаточного количества дутья, необходимо, лишь постепенно увеличить расход дутья, без нарушений установленного режима;

- если осевая часть печи не перегружена, постепенно усилить загрузку периферии путем перехода на систему загрузки, увеличивающую количество руды у стен. При этом, как правило, повышается давление дутья и возникает необходимость снизить его количество во избежание неровного схода шихты и образования канального потока газов. Этот способ требует большого внимания и сказывается через 1-3 смены работы.

При перегруженной осевой части печи:

- уменьшить величину подачи на 10-15 %;

- понизить уровень засыпи на 0,25-0,50 м;

- использовать систему загрузки, уменьшающую количество железорудных материалов в центральной части колошника.

3.6.4.5 При устойчивом развитии периферийного потока газа с целью повышения кинетической энергии дутья необходимо уменьшить диаметр фурм или временно закрыть 3-4 фурмы, расположенные симметрично.

3.6.4.6 Меры по восстановлению нормального режима работы печи перечисляются в инструкции в той последовательности, в какой их следует выполнять. В отдельных случаях, в зависимости от степени нарушения хода печи, восстановление его может быть начато с применением одной из последующих мер. Одновременное изменение нескольких регулирующих факторов не рекомендуется и может быть допущено лишь в исключительных случаях.

### 3.6.5 Центральный ход печи

3.6.5.1 Центральный ход печи это отклонение от нормального газораспределения, прямо противоположное излишнему развитию периферийного потока газов. Ослабление потока газа на периферии в результате перегруженности ее рудной шихтой приводит к образованию в центре печи широкой области разгруженной от железорудных материалов.

3.6.5.2 Центральный ход печи возникает в результате длительного применения систем загрузки, загружающих периферию рудными составляющими шихты и разгружающих осевую зону, пониженного уровня засыпи, применения излишне малой рудной колонии, увеличения содержания мелких фракций в шихте, систематическом передуве печи.

3.6.5.3 При этом ход печи становится неустойчивым и склонным к подстоям и подвисаниям, длительная работа печи в таком режиме может привести к образованию настывей.

3.6.5.4 Центральный ход печи характеризуется следующими признаками:

- давление горячего дутья, при неизменном расходе, составе и температуре его, повышается выше нормального;

- диаграмма давления горячего дутья имеет неровный характер с часто наблюдающимся подъемом давления;

- количество поступающего в печь дутья сокращается, вследствие чего замедляется сход подач;

- диаграмма температуры колошниковых газов приобретает вид узкой ленты, причем средняя температура снижается против нормальной;
- температура периферийного газа снижается на 50-70 °С и более, разница в показаниях отдельных термопар уменьшается;
- диаграммы уровнемеров показывают замедленное и неравномерное по времени срабатывание подач с наличием подстоев и обрывов шихты;
- давление газа на колошнике неустойчивое - периодически появляются пики вверх;
- содержание углекислоты по радиусам колошника возрастает в периферийной части и уменьшается в центре, максимум  $\text{CO}_2$  смещается к периферии;
- содержание  $\text{CO}_2$  в колошниковом газе возрастает, нагрев чугуна и шлака, как правило, повышается.

3.6.5.5 Для восстановления нормального хода печи, в зависимости от степени его отклонения, необходимо принять следующие меры:

- открыть, если есть, закрытые воздушные фурмы и расчистить подлито;
- установить систему загрузки, разгружающую периферию.

Для компенсации ухудшения использования газа при развитии периферийного потока газов необходимо:

- увеличить массу кокса в подачу на 100-200 кг;
- поднять уровень засыпи;
- при чрезмерном подъеме давления дутья уменьшить его расход;
- увеличить массу подачи.

### 3.6.6 Канальный ход

3.6.6.1 Канал представляет собой ограниченную, сильно разрыхленную часть столба шихты с высокой газопроницаемостью.

3.6.6.2 Возникновение каналов выпячивается:

- увеличением количества мелочи в шихте;
- ухудшением качества кокса;
- несоответствием дутьевого режима составу шихты (передув);
- перегрузом осевой и, особенно, периферийной зоны;
- неравномерным распределением дутья или мазута по фурмам;
- вязкими и холодными шлаками;
- нарушением графика выпусков, приводящим к подпорам доменной печи продуктами плавки;
- неудовлетворительным состоянием засыпного устройства.

3.6.6.3 Канальный ход печи, вызывая неравномерное распределение газового потока, приводит к приходу в горн неподготовленных материалов и холодной работе отдельных фурм с угрозой заливки их шлаком. Несвоевременное устранение канала обычно завершается похолоданием печи.

3.6.6.4 Резко выраженный канальный ход характеризуется следующими признаками:

- давление дутья непостоянное и резко колеблющееся, с отклонением от среднего значения в пределах от 0,1 до 0,3 кгс/см<sup>2</sup> (от 10 до 30 кПа);
- кривые температур газа в газоотводах перестают пересекаться, наиболее высокая температура наблюдается в газоотводе, расположенном вблизи канала;
- температура периферийных газов также неравномерна, кривые температур расходятся, особенно если канал примыкает к стенке печи и находится в районе термопар;
- давление газа на колошнике становится неровным, диаграмма имеет пики в сторону увеличения, появляющиеся при обрывах шихты;
- диаграммы уровнемеров показывают большое количество подстоев шихты и ее обрывов, особенно, если канал находится вблизи одного из радаров;
- фурмы в районе канала работают интенсивно, но холоднее чем остальные, на них периодически появляются куски неподготовленных материалов или шлака;
- наблюдаются значительные колебания нагрева жидких продуктов плавки, как по различным леткам, так и по выпускам;

- на диаграмме распределения  $\text{CO}_2$  по радиусам печи содержание двуокиси углерода в районе канала пониженное.

3.6.6.5 При появлении первых признаков канального хода необходимо принять следующие меры:

- выяснить и, если это возможно, устранить причину возникновения канала;
- уменьшить расход воздуха на 200-300 м<sup>3</sup>/мин (3,33-5,00 м<sup>3</sup>/с), что соответствует снижению общего перепада на 0,1 кгс/см<sup>2</sup> (10 кПа), т.е. устранить передув;
- облегчить систему загрузки (уменьшить количество ЖРМ, выгружаемых на периферию, уменьшить величину подачи);
- на 1-2 подачи применить секторный режим выгрузки материалов таким образом, чтобы создать в районе канала область с повышенной рудной нагрузкой.

3.6.6.6 Если перечисленные меры не помогают, снизить давление дутья до 0,5 кгс/см<sup>2</sup> (50 кПа) на упущенном уровне с последующей догрузкой печи на тихом ходу, дав предварительно холостые подачи (снижать давление можно только в том случае, если печь имеет нормальный нагрев и горн еще не заполнен жидкими продуктами плавки). Раздувку печи производить с пониженным перепадом до проплавления двух объемов печи, не допуская возврата к канальному ходу.

3.6.6.7 Если все выше перечисленные меры не привели к выравниванию газораспределения, печь переводится на выплавку чугуна с повышенным содержанием кремния.

### 3.6.7 Перекос уровня засыпи

3.6.7.1 Перекос уровня засыпи – расположение материалов на колошнике с неодинаковым расстоянием от поверхности засыпи до отметки технологического нуля.

3.6.7.2 Перекос уровня засыпи вызывается:

- неравномерным распределением дутья и мазута по фурмам;
  - неправильной центровкой засыпного аппарата;
  - нарушениями в работе вращающегося распределительного лотка БЗУ;
  - работой печи с несоответствием количества дутья (его недостатком) составу шихты.
- Следствием перекоса поверхности засыпи является неравномерная по окружности работа печи с односторонним разгаром кладки.

3.6.7.3 Признаки перекоса уровня засыпи по показаниям контрольно-измерительных приборов:

- на диаграмме уровнемеров отмечаются различные уровни;
- увеличивается разность в показаниях термопар периферийных газов;
- линии температуры газа в газоотводах перестают пересекаться и идут обособленно, причем ширина общей ленты значительно увеличивается;
- кривые содержания  $\text{CO}_2$  по двум противоположным радиусам колошника имеют существенное различие, если ось отбора проб газа совпадает с осью перекоса уровня засыпи.

3.6.7.4 В случае появления перекоса уровня засыпи следует тщательно проверить работу системы загрузки:

- правильность показаний уровнемеров;
- работу распределительного лотка БЗУ;
- отсутствие в печи настыли.

3.6.7.5 Для устранения перекоса уровня засыпи необходимо принимать следующие меры:

- расчистить подлитые воздушные фурмы;
- отрегулировать равномерный расход мазута по фурмам;
- на 1-2 подачи применить секторный режим выгрузки материалов таким образом, чтобы выгружаемые материалы попадали в район с пониженным уровнем засыпи.

3.6.7.6 Если принятые меры для устранения перекоса уровня засыпи не помогают, следует на выпуске чугуна перевести печь на тихий ход, загрузить 5 подач и произвести медленную раздувку печи.

### **3.6.8 Неравномерная работа печи по окружности**

3.6.8.1 Неравномерной работой печи по окружности является устойчивая неравномерность распределения газа по окружности печи.

3.6.8.2 Причинами неравномерной работы печи по окружности могут являться:

- несоответствие дутьевого режима гранулометрическому составу шихты;
- неравномерное распределение дутья и вдуваемого топлива по фурмам.

Неравномерность распределения дутья по фурмам может быть вызвана:

- длительной работой печи на воздушных фурмах подлитых шлаком и из-за попадания огнеупорной футеровки в кольцевой воздухопровод или в отводы к воздушным фурмам;

- неудовлетворительным смешиванием горячего дутья с холодным (неравномерное распределение температуры дутья по фурмам);

- неточностью монтажа засыпного аппарата и колошниковой защиты;

- попаданием воды в печь;

- неравномерным разгаром кладки или образованием настывлей;

- неправильной работой распределительного лотка БЗУ.

3.6.8.3 Признаками неравномерной работы печи по окружности являются:

- устойчивая разница в температуре периферийных газов по отдельным точкам;

- устойчивая разница в температуре колошникового газа по отдельным газоотводам;

- устойчивая неравномерность интенсивности работы фурм по окружности печи;

- разная скорость схода шихты по сторонам печи (перекос уровня шихты), которая хорошо коррелируется с интенсивностью работы фурм по окружности печи.

3.6.8.4 В случае появления устойчивой неравномерности работы печи по окружности необходимо проверить:

- равномерность распределения мазута по фурмам и целостность системы охлаждения печи;

- работу распределительного лотка БЗУ;

- наличие в печи настывлей;

- наличие загромождений в кольцевом воздухопроводе и в отводах к воздушным фурмам;

- равномерность распределения температуры дутья по фурмам.

3.6.8.5 Для устранения неравномерной работы печи необходимо:

- устранить попадание воды в печь, если оно имеется;

- отрегулировать равномерный расход мазута по фурмам;

- расчистить подлитые воздушные фурмы, если они имеются;

- использовать секторный режим выгрузки материалов с увеличением доли кокса в районе с пониженной интенсивностью работы фурм.

### **3.6.9 Тугой ход печи**

3.6.9.1 Тугой ход печи - это значительное снижение (против обычного) скорости опускания материалов.

3.6.9.2 Тугой ход печи возникает при несоответствии газопроницаемости сформированного столба шихтовых материалов установленной интенсивности по газу. Этот вид расстройств самый распространенный и величина потерь зависит от быстроты принятия мер после появления первых признаков тугого хода.

Чрезмерное сокращение периферийного потока газов при недостаточной газопроницаемости осевой зоны печи обычно является следствием несвоевременного изменения режимов загрузки и дутья при увеличении содержания мелочи в шихтовых материалах и результатом работы печи с пониженным уровнем засыпи на излишне увеличенной коксовой колоше. При таком распределении потока газов ход печи становится неустойчивым и склонным к подстоям и подвисаниям.

Тугой ход также возникает при недостаточно подвижных первичных шлаках.

3.6.9.3 Первым признаком тугого хода является резкое снижение интенсивности по коксу, т.е. увеличение времени срабатывания подачи. Медленное и тугое срабатывание подачи приводит, как правило, к быстрому разогреву печи, после чего происходит расстройство ее хода.

Тугой ход печи отражается на диаграммах КИП и трендов следующим образом:

- давление дутья повышается и становится неустойчивым, расход дутья снижается;
- давление газа на колошнике неустойчивое - периодически появляются пики в сторону увеличения давления;
- общий перепад давления растет, (как правило, за счет роста нижнего перепада), а диапазоны его колебания увеличиваются;
- кривые температуры газа по газоотводам сходятся в узкую ленту, точки почти накладываются друг на друга;
- температура периферийных газов понижается;
- сход шихты неравномерный, имеют место подстои и обрывы шихты;
- содержание двуокиси углерода, как на периферии, так и в центре печи выше оптимального на 2-4%;
- фурмы работают вяло.

3.6.9.4 Для восстановления нормального хода печи в зависимости от степени расстройства необходимо принять следующие меры:

- устранить причины тугого хода;
- уменьшить количество ЖРМ, выгружаемых на периферию;
- уменьшить величину подачи;
- резко уменьшить выход фурменного газа за счет сокращения расхода дутья на 100-200 м<sup>3</sup>/мин (1,67-3,33 м<sup>3</sup>/с), что соответствует снижению общего перепада давления на 0,1 кгс/см<sup>2</sup> (10 кПа);
- максимально увеличить влажность дутья с одновременным сокращением расхода мазута на 5-10 кг на 1 т чугуна против заданного;
- сократить (если есть) расход кислорода, понизить температуру дутья, в зависимости от теплового состояния печи;
- скорректировать рудную нагрузку с учетом произведенных изменений и теплового состояния печи;
- если причина тугого хода ухудшение свойств первичных шлаков - принять меры к оптимизации шлаков по CaO/SiO<sub>2</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### 3.6.10 Подвисание шихты

3.6.10.1 Подвисанием доменной печи называют прекращение схода шихты или временную задержку с его возобновлением движения после самопроизвольного обрыва или принудительного осаживания путем «искусственной» осадки. По своему характеру подвисания шихты делятся на верхние и нижние.

3.6.10.2 Верхние подвисания вытекают из кострения сухих материалов в верхней части печи, возникают, как правило, при нормальном и повышенном нагреве и являются следствием тугого хода печи.

3.6.10.3 Признаки верхних подвисаний:

- доля верхнего перепада резко возрастает, при медленном росте общего;
- давление горячего дутья резко возрастает на 0,1-0,3 кгс/см<sup>2</sup> (10-30 кПа) против нормального, а расход дутья сокращается;
- диаграмма уровня засыпи показывает резкое замедление или полное прекращение схода шихты после нескольких обрывов;
- увеличивается содержание двуокиси углерода в колошниковом газе;
- температура газа в газоотводах первоначально понижается, затем медленно растет;
- фурмы работают интенсивно и в большинстве случаев равномерно.

3.6.10.4 При первых признаках верхнего подвисания необходимо:

- сократить расход дутья на величину, обеспечивающую снижение верхнего перепада до рабочей величины, уменьшив пропорционально расходу дутья расход мазута;

- разгрузить периферию;
- при повышении нагрева печи увеличить влажность дутья;
- при отсутствии схода материалов закрыть кислород, мазут, пар в дутье и сделать осадку.

3.6.10.5 Задержка осадки в ожидании самопроизвольного обрыва шихты вызывает чрезмерное повышение температуры газа и усугубляет расстройство печи. В случае отсутствия схода шихты, несмотря на принятые меры, через 10 минут от начала подвисяния производится осадка.

При проведении осадки печи установить тщательный контроль состояния воздушных фурм, не допуская заливки их шлаком и забросом коксом.

3.6.10.6 После осадки печи расход дутья немедленно увеличивается до величины обеспечивающей общий перепад давлений 0,6 - 0,7 атм (60-70 кПа). Этот перепад поддерживается до появления схода шихты. В дальнейшем расход дутья постепенно увеличивается до восстановления рабочих параметров. Общий и верхний перепады поддерживаются ниже рабочего уровня для предотвращения повторных подвисяний шихты.

3.6.10.7 Нижние подвисяния вызываются образованием сводов материалов в зоне заплечиков за счет ухудшения свойств шлаков в зоне первичного шлакообразования, потери подвижности и цементирования ими кусков кокса. Чаще всего это происходит при значительном повышении основности шлака, похолоданиях печи и перераспределении теплообмена, связанного с повышением теоретической температуры выше критической. В последнем случае это происходит внезапно через 6 - 8 часов работы на повышенной теоретической температуре без каких-либо предшествующих признаков.

Нижние подвисяния являются более тяжелыми, чем верхние.

3.6.10.8 Признаки нижних подвисяний:

- доля нижнего перепада резко возрастает, при медленном росте общего;
- сход шихты по показаниям приборов характеризуется многочисленными провалами и подстоями;
- кривая температуры газа в газоотводах имеет вид узкой зигзагообразной ленты;
- расход дутья после подвисяния резко сокращается;
- фурмы во время подвисяния работают неравномерно со слабой интенсивностью циркуляции кусков кокса, либо с ее отсутствием.

3.6.10.9 В зависимости от нагрева печи подвисяния бывают на горячем, нормальном и холодном ходу.

3.6.10.10 Подвисяние на нормальном или повышенном нагреве может быть предотвращено:

- уменьшением температуры дутья на величину от 50 °С до 100 °С;
- уменьшением концентрации кислорода в дутье;
- сокращением расхода дутья.

3.6.10.11 Холодные подвисяния являются наиболее тяжелым видом расстройства хода печи. Поэтому необходимо прилагать все усилия, чтобы заблаговременно при появлении признаков похолодания предотвратить их.

При первых признаках холодного нижнего подвисяния необходимо закрыть кислород и уменьшать величину перепада давления до тех пор, пока не появится ровный сход шихты.

Главной задачей мастера является не допустить обрывов шихты на холодной печи, а достичь этого можно только своевременным снятием расхода дутья.

При уменьшенном дутье уменьшить величину подачи. Расход мазута поддерживать на таком уровне, чтобы снизить теоретическую температуру на 50-100 °С.

Во всех случаях расстройства хода печи на пониженном нагреве в печь необходимо немедленно загрузить 3-5 холостых подач, уменьшать величину рудной нагрузки.

При угрозе холодного подвисяния категорически запрещается отдувать шлак от фурм путем увеличения перепада давления газов. В этом случае в первую очередь необходимо снизить интенсивность работы фурм путем снижения давления под колошником.

### **3.6.11 Производство осадок**

3.6.11.1 Осадкой является принудительное опускание подвисящих в доменной печи плавильных материалов путем резкого сокращения количества подаваемого в горн дутья.

3.6.11.2 О производимой осадке мастер или газовщик обязаны поставить в известность диспетчера газового цеха и машиниста воздуходувной машины. Выгрузка пыли из пылеуловителя (циклона доменной печи № 3) во время осадок запрещается.

3.6.11.3 Температура колошникового газа во время подвисяния шихты не должна превышать 350 °С, кислород и мазут должны быть закрыты. При чрезмерном повышении температуры колошникового газа необходимо подавать воду в систему аварийного охлаждения колошника.

3.6.11.4 Перед производством осадки полностью закрываются кислород, мазут и пар на увлажнение дутья, снижается до нормального давление газа на колошнике, исключается из работы БЗУ. Предупреждаются: машинист воздуходувной машины и начальник смены газового цеха.

3.6.11.5 При снижении давления открытием воздушно-разгрузочного клапана «Спорт» ведется непрерывное наблюдение за состоянием фурм, показаниями радарных уровнемеров и величиной давления газов на колошнике. В момент обрыва шихты (определяется по радарным уровнемерам, повышению интенсивности циркуляции кокса на фурмах и повышению давления газа на колошнике) немедленно поднимается давление дутья закрытием клапана «Спорт». Раздувка печи после проведения осадки начинается с того перепада давления, при котором произошёл обрыв шихты до появления схода шихты, затем расход дутья и перепад давлений постепенно увеличиваются.

Если осадка шихты в печи не произошла, то делается выдержка при перепаде давлений 0,1 - 0,05 ати (10–5 кПа) до обрыва шихты. В этом случае раздувка печи производится с перепада давлений 0,5 - 0,6 ати (50–60 кПа).

3.6.11.6 После осадки в зависимости от продолжительности подвисяния шихты и теплового состояния печи загрузить дополнительное количество кокса в виде холостых подач. При нормальном сходе шихты загрузка печи до заданного уровня производится постепенно в течение одного двух часов. При отсутствии контроля уровня засыпи опускание подач производится не чаще чем до проведения осадки, не допуская повышение температуры колошника выше 300°С.

Рабочие параметры (перепад давления, расход дутья, кислорода, мазута и другие) восстанавливаются после начала устойчивой работы печи.

3.6.11.7 Осадку шихты холодно работающей печи желательно производить во время выпуска чугуна или после него. Темп снижения дутья должен быть более медленным, чем при горячем ходе, из-за опасности заливки фурм. При появлении шлака на фурмах снижение давления дутья прекращается или даже оно несколько повышается до полного исчезновения шлака у фурм. Последующее снижение давления дутья производится более медленно.

### **3.6.12 Загромождение горна**

3.6.12.1 Сушность рассматриваемого расстройтва заключается в ухудшении фильтрующей способности кокса в горне при заполнении пустот кусками коксовой мелочи и графитовой слепи.

3.6.12.2 Загромождение горна печи является следствием больших скоплений коксовой мелочи в результате использования кокса с низкой механической прочностью, попадания в печь воды из водоохлаждаемых элементов, обильного выделения графита в горне, чрезмерного в сложившихся условиях расхода мазута. Значительно ухудшает положение работа с высокой основностью шлака, который в горне образует с коксовой мелочью и графитом вязкие малоподвижные массы.

3.6.12.3 Признаки загромождения горна:

- увеличение нижнего и общего перепада давлений;
- замедление срабатывания подач перед выпуском чугуна и шлака и более быстрое срабатывание подач во время выпуска чугуна;
- учащение горения воздушных фурм;

- неравномерность в количестве чугуна смежных выпусков и колебания химического состава продуктов плавки;

- увеличение выхода графита и коксовой мелочи во время выпуска чугуна;

- систематическое уменьшение, по сравнению с обычным, количества чугуна, наливаемого на выпуске до появления шлака;

- шлак малоподвижный с наличием графита и коксовой крошки на поверхности шлака.

3.6.12.4 При первых признаках загромождения горна принимаются следующие меры:

- принимаются меры по повышению механической прочности кокса и снижению его реакционной способности;

- печь переводится на умеренный режим (снижается общий перепад давления газа в печи на  $0,1-0,2 \text{ кгс/см}^2$  ( $10-20 \text{ кПа}$ ), сокращается расход мазута на  $5-10 \text{ кг/т}$  чугуна, уменьшается величина подачи, изменяется система загрузки с целью открытия осевой зоны);

- организуются ежедневные промывки горна в соответствии с пунктами 3.6.12.6, 3.6.12.7;

- поддерживается повышенный нагрев печи по содержанию кремния в чугуне до  $1,0 \%$ , при пониженной основности шлака;

- принимаются меры по улучшению отсева мелочи кокса и агломерата;

- на выпусках производится максимально возможная продувка печи;

- принимаются меры (шикование леток) к выпуску из печи коксовой мелочи и графита;

- проверяется состояние системы охлаждения печи и устраняется попадание воды в печь.

В случае появления шлака на фурмах снижается влажность дутья, сокращается расход мазута (расход кислорода корректируется из расчета поддержания теоретической температуры горения на оптимальном уровне), снижается рудная нагрузка. Если эти меры окажутся недостаточными, печь медленно переводится на низкое давление газа под колошником без снижения перепада давления газа фурмы-колошник. Осуществляется непрерывный визуальный контроль работы фурм и их охлаждения. В случае захода шлака в сопло и колено фурменного прибора производится их полив водой для предотвращения прогара.

3.6.12.5 При появлении признаков загромождения горна производят промывку имеющимся промывочным материалом или посредством кратковременного отключения мазута.

3.6.12.6 Для предотвращения загромождений горна при форсированной работе печи промывки производятся регулярно по разработанному графику. Периодичность проведения промывок определяет заместитель начальника цеха.

3.6.12.7 Промывка горна путем загрузки в печь промывочных материалов с дополнительной подачей кокса производится по следующей схеме:

1) при использовании неофлюсованных окатышей загружается в печь:

- 4 холостые подачи;

- 5 обычных подач;

- по 4 подачи кокса и окатышей в объеме полной колоши;

- 30 обычных подач с уменьшенной на  $10 \%$  рудной нагрузкой.

2) при использовании железомарганцевой руды загружается в печь:

- 1-2 холостые подачи;

- 2-3 подачи железомарганцевой руды в объеме полной колоши.

3) при использовании высокоокисленного неофлюсованного (промывочного) агломерата загружается в печь:

- 2-3 холостые подачи кокса, в зависимости от теплового состояния печи;

- 5 обычных подач;

- 4 подачи, рудная часть которых состоит только из промывочного агломерата. Рудная нагрузка при наборе промывочных подач устанавливается на  $5-10 \%$  меньше, чем в обычных подачах.

3.6.12.8 Промывка горна может производиться путем рассредоточенной подачи в печь промывочного материала. Промывочный материал загружается без изменения величины подачи взамен агломерата во втором рудном скипе. Подачи с промывочным материалом необходимо загружать через 10-15 подач шихты обычного состава.

3.6.12.9 Промывочный материал, обладающий сильным промывочным действием (высокозакисный агломерат) может подаваться в печь постоянно в небольших количествах в каждую подачу. В этом случае компенсация коксом производится непосредственно в подаче за счет понижения рудной нагрузки.

Проведение того или иного вида промывки определяется наличием промывочного материала в суточных бункерах печей.

3.6.12.10 При проплаве промывочной шихты нагрев чугуна по содержанию кремния необходимо поддерживать на уровне  $(0,9 \pm 0,1) \%$ .

3.6.12.11 Промывка горна путём кратковременного отключения мазута производится следующим образом:

- 1) загружается 20 подач с уменьшенной на 3 % рудной нагрузкой;
- 2) загружается 20 подач с уменьшенной на 1,5 % рудной нагрузкой;
- 3) при подходе шихты с пониженной рудной нагрузкой в район заплечиков закрывается мазут на 1,0–1,5 часа;

- 4) одновременно сокращается расход кислорода на обогащение дутья на 20–30 % (отн.) и дополнительно увеличивается расход пара на увлажнение дутья или снижается температура дутья до уровня, обеспечивающего поддержание теоретической температуры горения топлива не выше 2400 °С;

- 5) для сохранения постоянного перепада давлений в печи увеличивается расход дутья, если это возможно, или снижается давление газа под колошником;

- 6) подача мазута в печь возобновляется в два приёма: первоначально на 50 %, затем, через 20–30 минут до прежнего уровня;

- 7) параллельно восстанавливаются остальные параметры комбинированного дутья, также в два приёма.

### **3.6.13 Перевод доменной печи с выплавки передельного чугуна на литейный и обратно**

3.6.13.1 При переводе доменной печи на выплавку литейного чугуна необходимо загрузить 4-6 холостых подач. Количество их зависит от резерва тепла в печи и заданных марок литейного чугуна. Следом загрузить 1-2 подачи арасуйской руды. Установить шихту с рудной нагрузкой обеспечивающей получение чугуна заданной марки; с расходом руды порядка 15-20 % обеспечивающим основность плака по  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$  равным 1,04-1,06. Величину рудной подачи понизить на 15 %, относительно обычной величины.

3.6.13.2 По мере подхода шихты литейного чугуна общий перепад давления газа в печи снизить пропорционально уменьшению рудной нагрузки. Закрыть пар на увлажнение дутья, расход мазута и температуру дутья установить из расчета обеспечения теоретической температуры горения на уровне 2250-2300 °С.

3.6.13.3 При переходе на выплавку передельного чугуна за 6-8 часов установить шихту передельного чугуна с повышенной против обычной рудной нагрузкой на 0,2 т/т, вывести из шихты сырую руду, использовавшуюся для раскисления шлака при выплавке литейного чугуна. Через три часа установить нормальную рудную нагрузку с последующей корректировкой по тепловому состоянию печи.

3.6.13.4 После появления признаков снижения нагрева необходимо при сохранении ровного хода увеличить расход дутья с тем, чтобы при получении передельного чугуна восстановить общий перепад давления газа в печи. Одновременно откорректировать расход мазута и пара для возвращения теоретической температуры горения на рабочий уровень при выплавке передельного чугуна.

3.6.13.5 При снижении нагрева и сохранении ровного хода печи необходимо с переходом на выплавку передельного чугуна постепенно возвратиться к прежней системе загрузки.

3.6.13.6 В первые 24-36 часов после перевода печи на выплавку передельного чугуна необходимо сохранить некоторый резерв тепла (из расчета получения содержания кремния в чугуне на 0,1-0,2 % выше, чем в среднем при выплавке передельного чугуна) для предотвращения похолодания печи в случае оползания гарнисажа.

### **3.7 Выпуск чугуна и шлака**

3.7.1 Организация производства работ на выпуске чугуна и шлака производится в соответствии с инструкцией ТИ Д-05 «Ведение горновых работ на доменных печах».

3.7.2 Выпуск чугуна и закрытие летки, как правило, должны производиться на полном ходу. Необходимость снижения давления дутья на выпуске определяется мастером печи.

3.7.3 Если выпуск чугуна по каким-либо причинам был неполным, следует принять меры для освобождения горна при следующем выпуске или сократить время между выпусками.

Для контроля полноты выпуска жидких продуктов плавки мастер печи должен рассчитать выход чугуна из подачи, число проплавленных подач, выход шлака (приложение Е).

3.7.4 В тех случаях, когда явно просматривается срыв графика выпусков, мастер печи обязан своевременно снизить форсировку печи с целью недопущения подпора продуктами плавки.

Следует учитывать, что даже кратковременное повышение общего перепада давления газа в печи на не продутой печи может привести к горению воздушных фурм с возможной тяжелой аварией.

3.7.5 Количество ковшей, необходимых на один выпуск при нормальных условиях работы печи должно обеспечивать полное опорожнение печи от продуктов плавки.

### **3.8 Остановка, задувка и раздувка доменной печи**

#### **3.8.1 Общие положения**

3.8.1.1 В данном разделе изложены основные принципы остановки, задувки и раздувки доменной печи.

3.8.1.2 С целью обеспечения нормального пуска печи после длительной (8 часов и более) остановки, за 5-6 часов до нее необходимо повысить нагрев и загрузить холостые подачи с таким расчетом, чтобы к моменту остановки дополнительный кокс сосредоточился в районе распара, а также понизить основность шлака. Длительные остановки доменной печи производятся с зажиганием газа на колошнике.

При невозможности по каким-либо причинам остановить печь с зажиганием газа на колошнике длительную остановку производят с подачей азота или пара в подкупольное пространство. Для этого выполняют следующие операции:

- останавливают печь со взятием на тягу;
- открывают, расчищают и закупоривают глиной все воздушные фурмы;
- подают пар в подкупольное пространство, увеличивают в два раза от исходного уровня расход пара в бункеры БЗУ, в стакан пылеуловителя;
- закрывают очковую задвижку, отделяющую БЗУ от рабочего пространства печи;
- снимают печь с тяги.

#### **3.8.2 Кратковременная остановка и пуск доменной печи**

3.8.2.1 Необходимость остановки и степень ее срочности определяет мастер печи совместно с начальником смены. Руководство остановкой осуществляет мастер печи.

3.8.2.2 Мастер печи извещает о времени остановки печи диспетчеров доменного и газового цехов, машиниста воздуходувки, а также дежурных электриков и слесарей. Последние совместно с газовщиком печи обязаны проверить и опробовать все необходимое для остановки оборудования. Диспетчер доменного цеха в свою очередь немедленно извещает об остановке и ее причинах диспетчера комбината.

3.8.2.3 Перед остановкой печи из нее должны быть удалены жидкие продукты плавки. С этой целью остановка производится сразу же после выпуска чугуна.

3.8.2.4 Если остановка связана с прогаром воздушной фурмы, то необходимо на период подготовки сократить количество воды, подаваемой на данную фурму.

3.8.2.5 За 15-30 минут до остановки прекращаются подача в печь кислорода и мазута.

3.8.2.6 По мере снижения расхода дутья во время остановки ведется непрерывное наблюдение за состоянием воздушных фурм.

3.8.2.7 Останавливать доменную печь с зависшей шихтой категорически запрещается во избежание самопроизвольного обрыва во время остановки. При неровной работе печи и наличии подвисаний, непосредственно перед снижением дутья шихта принудительно осаживается.

3.8.2.8 При задувке после остановки величины расхода и давления дутья устанавливаются в зависимости от состояния печи перед остановкой и длительности остановки. Первоначально восстанавливаются до заданного уровня дутье, температура дутья и мазут, а затем уже кислород с добавлением соответствующего количества мазута.

### **3.8.3 Внезапные остановки**

3.8.3.1 Внезапные остановки одной или нескольких доменных печей одновременно могут быть вызваны прекращением подачи воздуха, воды, электроэнергии, а также аварийными ситуациями.

3.8.3.2 В случаях возникновения аварийных ситуаций, технологический персонал должен руководствоваться утвержденным планом ликвидации аварий в зависимости от вида аварии.

3.8.3.3 Обо всех случаях аварийных остановок доменных печей начальник смены ставит в известность диспетчера комбината, начальника цеха или его заместителя.

### **3.8.4 Остановка доменных печей на капитальные ремонты**

3.8.4.1 В соответствии с приказом по комбинату об остановке доменной печи на капитальный ремонт I–III разрядов начальник доменного цеха разрабатывает план остановки печи, в котором должны быть отражены работы, выполняемые до остановки, во время выдувки и остановки печи, назначены ответственные лица за выполнение каждого пункта.

3.8.4.2 План остановки утверждает главный специалист комбината.

3.8.4.3 Доменная печь, воздухонагреватели, бункеры и другие агрегаты и оборудование, а также участки должны сдаваться ремонтному персоналу в очищенном состоянии по акту.

3.8.4.4 Перед выдувкой тщательно проверяется вся система охлаждения печи, прекращается подача воды на холодильники, имеющие дефекты, заменяются вышедшие из строя воздушные фурмы и амбразуры. Открываются, если они есть, закрытые воздушные фурмы. Попадание воды в печь недопустимо.

3.8.4.5 Перед остановкой печи на капитальный ремонт обеспечивается повышенный устойчивый нагрев чугуна. Содержание кремния в чугуне за 16 часов до остановки печи на капитальный ремонт I и II разрядов доводится до 1,2-1,5 %.

3.8.4.6 За сутки проводится промывка доменной печи промывочными материалами.

3.8.4.7 Заблаговременно до начала выдувки очищаются бункеры от кокса мелких фракций, обеспечивается наилучший отсев мелочи кокса на грохотах.

3.8.4.8 Выдувка на капитальные ремонты I и II разрядов и опускание шихты для производства капитального ремонта III разряда должны начинаться только при ровном ходе печи и нормальной отработке продуктов плавки.

3.8.4.9 Для успешного пуска доменной печи после капитального ремонта III разряда перед остановкой печи составляется расчет шихты, загружаемой в печь перед остановкой и после задувки, а также график остановки и раздувки печи, включающие следующие мероприятия:

- за 7-8 часов до намеченного срока остановки печи сосредоточенно загружается 120-200 т кокса (количество кокса должно быть примерно равно объему печи от уровня воздушных фурм до верха заплечиков);

- выше формируется столб шихты из подач с уменьшенной массой рудной подачи на 15-25 % и уменьшенной рудной нагрузкой на 10-15 %;

- при использовании рудной шихты с низким содержанием железа в нижней части шахты размещается слой кокса из 3-5 холостых подач для облегчения схода шихты после задувки;

- состав шихты устанавливается из расчета получения шлаков основностью по  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$  в объеме печи 1,00-1,05 (при этом основность шихты нижней половины шахты на 0,05-0,10 ниже по сравнению с верхней);

- засыпка формируется таким образом, чтобы отношение массы рудных материалов к коксу, загружаемому под засыпку, соответствовало рудной нагрузке в объеме печи, а соотношение агломерата и руды аналогично составу загруженной шихты;

- для обеспечения ровного хода печи перед ее остановкой общий перепад давления газа в печи, по мере формирования столба с облегченной рудной нагрузкой, постепенно снижается и к моменту подхода холостых подач в заплечики должен быть на 0,15-0,20 кгс/см<sup>2</sup> (15-20 кПа) ниже рабочего.

3.8.4.10 Положение уровня шихты при остановке печи на капитальный ремонт III разряда устанавливает начальник цеха. Режим дутья и темп загрузки должны обеспечивать постепенное опускание шихты, температура колошниковых газов не должна превышать 300 °С.

3.8.4.11 За 15-20 минут до окончания последнего выпуска продуктов закрывается кислород, мазут и снижается расход дутья.

3.8.4.12 Для обеспечения полноты выдачи продуктов плавки выпуск чугуна не закрывается до полной остановки печи.

3.8.4.13 При давлении дутья 0,2 кгс/см<sup>2</sup> (20 кПа) в печь загружается засыпка из агломерата или арасуйской руды. Количество засыпки определяется расчетом, исходя из высоты слоя в печи 0,8-1,5 м. Печь останавливается и зажигается газ на колошнике.

3.8.4.14 Горение газа должно быть устойчивым по всему периметру печи. Контроль горения газа на колошнике ведется непрерывно.

3.8.4.15 При исправном состоянии элементов охлаждающей системы температура колошниковых газов на остановленной печи постепенно снижается. Повышение температуры свидетельствует о попадании воды в печь или подсосе воздуха. Утечка воды отыскивается по элементам охлаждения и немедленно устраняется. Очаг подсоса воздуха ликвидируется.

3.8.4.16 Выдувка доменной печи на капитальный ремонт I разряда производится с полным выпуском чугуна и шлака. В начале продукты плавки выдаются через чугунные летки, а затем через специальные верхнее (при давлении дутья 0,2-0,3 кгс/см<sup>2</sup> (20-30 кПа)) и нижнее отверстия для выпуска чугуна, находящегося ниже оси чугунных леток.

3.8.4.17 Выдувка доменной печи на капитальный ремонт II разряда производится до уровня фурм. Чугун и шлак выдаются полностью через летку с увеличенным до 16-17° углом наклона. При необходимости ремонта огнеупорной кладки в районе чугунных леток, производится выпуск чугуна через верхнее специальное отверстие.

3.8.4.18 При выдувке доменной печи на капитальные ремонты I и II разряда следует руководствоваться следующими положениями.

3.8.4.18.1 Выдувка начинается за 20-24 часа до намеченного срока сдачи печи в ремонт.

3.8.4.18.2 Выдувка печи начинается после полного опорожнения бункеров, весовых воронок, бункеров БЗУ и отключения загрузки.

3.8.4.18.4 Через систему вырыска воды в куполе печи (аварийная заливка) подается вода, расход которой должен обеспечивать температуру колошниковых газов в пределах 280-350 °С.

3.8.4.18.5 Выдувка печи подразделяется на два этапа: первый – интенсивный, производится через систему газоочистки и второй – замедленный, производится через атмосферные клапаны. На первом этапе проплавляется шихта, содержащая рудные материалы, на втором – оставшаяся часть шихты.

3.8.4.18.6 По мере освобождения объема печи, постепенно понижается общий перепад давления фурмы-колошник, давление горячего дутья. Не допускается даже кратковременный рост расхода дутья или его температуры.

3.8.4.18.7 Изменение расхода воды, как в сторону снижения, так и в сторону повышения должно производиться плавно (не более 5-10 м<sup>3</sup>/ч в течение 20-30 минут). В тех случаях, если

увеличение расхода воды на 5-10 м<sup>3</sup>/ч не приводит к снижению температуры колошникового газа, необходимо сократить расход дутья.

3.8.4.18.8 Расход воды и дутья регулируется в зависимости от температуры газа в газоотводах, при ее повышении необходимо сокращать расход дутья и увеличивать расход воды. Расход воды по форсункам регулируется таким образом, чтобы разбег температуры в газоотводах был не более 100 °С.

3.8.4.18.9 По мере опускания уровня шихты расход мазута сокращается и при достижении 7-10 м полностью закрывается.

3.8.4.18.10 Уровень шихты контролируется постоянно с помощью радарных уровнемеров. При неисправности хотя бы одного из радарных уровнемеров производится периодическое измерение механическим уровнемером, переоборудованным для измерения уровня засыпи до горизонта фурм. Периодичность таких измерений не менее 3-х часов.

3.8.4.18.11 Ведется постоянный контроль за составом колошникового газа на содержание в нем кислорода и водорода. При получении анализа с содержанием кислорода выше 1 % в двух последовательно отобранных пробах, печь отсекается от газоочистки, и выдувка ведется через атмосферные клапаны.

3.8.4.18.12 Подача пара на увлажнение дутья прекращается по прекращению горения кокса на всех воздушных фурмах.

3.8.4.18.13 Момент окончания выдувки определяется по потемнению факела горения у воздушных фурм, появлению воды на фурмах и по измерению уровня шихты.

3.8.4.18.14 Последний выпуск продуктов плавки производится при достижении уровня шихтовых материалов заплечиков с таким расчетом, чтобы к моменту его окончания печь была выдута и подготовлена к остановке.

3.8.4.18.15 При выпуске чугуна находящегося ниже оси чугунных леток остановка печи производится после проведения этой операции.

### **3.8.5 Задувка и раздувка доменной печи после строительства, реконструкции, капитального ремонта I разряда**

3.8.5.1 Перед задувкой доменной печи должны быть разработаны и утверждены:

- план-график сушки дымовой трубы, борова и воздухонагревателей;
- программа приемы газа на воздухонагреватели и график их разогрева;
- план-график сушки доменной печи и подготовки ее к загрузке шихтой;
- состав задувочной шихты и режим ее загрузки;
- график раздувки печи (по часам и суткам) вплоть до выхода на рабочие параметры;
- мероприятия по технике безопасности, обеспечивающие безопасную работу обслуживающего персонала и сохранность агрегатов;
- программа исследовательских работ.

3.8.5.2 В доменном и других цехах, участвующих в задувке печи, издаются распоряжения, в которых указываются лица ответственные за выполнение конкретных работ.

3.8.5.3 Ответственность за исполнение всех операций по задувке доменной печи возлагается на начальника доменного цеха или его заместителя.

3.8.5.4 Сушка футеровки доменной печи производится согласно «Инструкции по футеровке и сушке доменных печей и вспомогательных устройств».

3.8.5.5 С целью интенсификации процесса горения кокса в горне и облегчения выдачи первых продуктов плавки в каждую чугунную летку вставляются трубы диаметром 100-150 мм и длиной 4-6 м. Зазор между каналом летки и трубой уплотняется леточной массой. Через трубы в горн подается сжатый воздух.

3.8.5.6 Задувочная шихта составляется с учетом опыта предыдущих задувок доменных печей. При составлении задувочной и последующих рабочих шихт необходимо руководствоваться следующими положениями:

- задувочная шихта загружается с чередованием холостых и нормальных подач. Кокс холостой (без рудной части) шихты заполняет объемы горна и заплечиков (размеры

элементов профилей доменных печей – таблица Д.4), далее располагаются шихты с чередованием холодных и нормальных подач;

- рудная нагрузка в задувочной шихте первого объема печи изменяется от 0 до 2,0 т/т кокса с преимущественным расположением шихт с высокой рудной нагрузкой сверху доменной печи (верх шахты, колошник), расход кокса в первом объеме 2,5-3,0 т/т чугуна;

- задувочная шихта первого объема составляется на получение чугуна с содержанием кремния 3,5-4,0 % и шлака с основностью (по  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ ) 0,95-1,00;

- известняк холодных подач должен располагаться в распаре (для лучшего прогрева и усвоения его составляющих);

- темп изменения рудной нагрузки последующих объемов шихты должен согласовываться с готовностью (степенью нагрева) воздухонагревателей.

3.8.5.7 Соблюдение указанных условий позволяет получить заданный состав чугуна и шлака на первых выпусках продуктов плавки с последующим плавным переходом в течение 5-10 суток на выплавку пердеельного чугуна.

3.8.5.8 До начала загрузки в печь задувочной шихты выполняются следующие мероприятия:

- разогреваются воздухонагреватели;
- подготавливается газоочистка к приему газа;
- проверяется система охлаждения печи;
- принимается дутье на воздушно-разгрузочный клапан «Спорт» доменной печи;
- предпринимается меры, исключаящие самовозгорание кокса в горне печи до ее задувки, для чего прекращаются все огневые работы на участке загрузки, на колошнике и в районе фурменной зоны;

- опробуются и подготавливаются к работе все механизмы шихтоподачи и загрузочного устройства;

- производится надувка печи при давлении 1,0-1,5 кгс/см<sup>2</sup> (100-150 кПа) для определения неплотностей в кожухе доменной печи.

3.8.5.9 На весь период загрузки шихты доменная печь, пылеуловитель, газоотводы, наполняющий газопровод и бункера БЗУ должны представлять собой открытую проветриваемую систему, надежно отделенную от газоочистки и воздухоподводящего тракта. Для этого должны быть открыты:

- атмосферные клапаны печи и пылеуловителя;
- пылевыпускной клапан пылеуловителя;
- люки газоотводов;
- фланцы фурменных колен;
- воздушно-разгрузочный клапан «Спорт»;
- свечи наполняющего газопровода;
- выхлопные клапаны;
- воздухопускные клапаны воздухонагревателей;
- люки на куполе печи.

Должны быть закрыты:

- смесительный дроссель и предохранительный клапан;
- шиберы горячего и холодного дутья;
- термическая задвижка;
- клапаны наполняющего газопровода;
- все люки воздухонагревателей;
- отсечной клапан пылеуловителя;
- листовые задвижки перед наполняющими клапанами.

3.8.5.10 Величина подачи в задувочной шихте устанавливается с таким расчетом, чтобы объем скипов использовался максимально. Запрещается загрузка печи при неисправности взвешивающих устройств и БЗУ.

3.8.5.11 Измерение расположения шихтовых материалов на колошнике выполняется по заранее разработанной программе. Причины, вызвавшие нарушения в распределении шихты (перекосы уровня шихты, несоосность между воронкой, образуемой шихтой, и осью печи и т.д.) должны быть устранены. При достижении уровня засыпи 2,0-2,5 м от технологического нуля загрузка шихты прекращается.

3.8.5.12 Вся контрольно-измерительная аппаратура, автоматические устройства, средства сигнализации и связи должны быть проверены и работать точно и бесперебойно.

3.8.5.13 Предварительно до задувки печи, необходимо проверить:

- поступление пара или азота под купол печи, бункера БЗУ, пылеуловитель и наполняющий газопровод;

3.8.5.14 Для полного вытеснения воздуха подается пар или азот под купол печи и в бункера БЗУ, после чего закрываются газоуплотняющие клапаны БЗУ. Пар (азот) из бункеров БЗУ продолжает выходить через выхлопные клапаны.

3.8.5.15 Команду на задувку доменной печи дает начальник доменного цеха с учетом готовности всех служб и участков.

Мастер печи предупреждает машиниста воздуходувки и начальника смены газового цеха о задувке печи.

3.8.5.16 Задувка печи производится на пониженном количестве воздушных фурм, либо на всех открытых воздушных фурмах уменьшенного диаметра.

3.8.5.17 Подача в печь горячего дутья производится через дальний от печи воздухонагреватель (его тепловое состояние должно обеспечить температуру дутья не менее 750-800 °С). В течение 30-40 минут давление дутья поддерживается на уровне 0,7-0,8 кгс/см<sup>2</sup> (70-80 кПа). После загорания кокса на всех фурмах и продувки газовой сети давление горячего дутья постепенно снижается до 0,5-0,6 кгс/см<sup>2</sup> (50-60 кПа), а его температура поддерживается на максимально возможном уровне.

3.8.5.18 Вся газовая система печи, пылеуловитель, скруббер, газопроводы грязного, получистого и чистого газа продуваются паром и газом, для чего по согласованию с газовым цехом открывается пар в пылеуловитель, через 30 минут закрываются пылевыпускные клапаны, поднимается отсечной клапан, закрываются атмосферные клапаны печи, продуваются газом пылеуловитель через пылеспускные и газовыпускные клапаны, газопровод грязного газа и скруббер. Давление газа на колошнике при продувке всей системы должно поддерживаться на уровне 0,07-0,09 кгс/см<sup>2</sup> (7-9 кПа).

3.8.5.19 Продувка наполняющего газопровода газом ведется на бункера БЗУ при закрытых верхних и нижних газоуплотняющих клапанах. При этом выхлопные и наполняющие клапаны открыты.

3.8.5.20 Загрузка печи производится подачами массой на 30-35 % меньше обычных рабочих, для уменьшения колебаний температуры колошникового газа в период срабатывания подач и для повышения газопроницаемости в осевой зоне доменной печи.

3.8.5.21 После задувки печи расчетом (приложение Е) определяется время наполнения горна продуктами плавки, при этом первый выпуск необходимо открывать не позднее, чем через 24 часа после задувки. В последующие трое суток чугун выдается не позже, чем через 2-3 часа после окончания предыдущего выпуска.

3.8.5.22 После задувки необходимо организовать тщательный осмотр кожуха печи. Выделяющийся через неплотности газ следует закечь. Произвести закачку огнеупорных и углеродсодержащих материалов в зазоры между кожухом и холодильными плитами доменной печи. Каменноугольная смола или специальные огнеупорные массы закачивается в область футляров чугунных леток после отработки первых выпусков жидких продуктов плавки.

3.8.5.23 Количество и температура дутья увеличиваются в соответствии с графиком раздувки печи.

3.8.5.24 Перевод печи на работу с повышенным давлением газа на колошнике и вдувание мазута производится постепенно, при достижении стабильного теплового состояния. При повышении давления на колошнике на каждые 0,3 кгс/см<sup>2</sup> (30 кПа)

проверяется герметичность всех элементов печи, воздухонагревателей и пылеуловителя. Воздухопроводы, газопроводы, арматура воздухонагревателей не должны иметь утечек воздуха и газа.

3.8.5.25 Время работы на литейном чугуна (5-10 суток в зависимости от разряда ремонта) устанавливает начальник доменной печи и должно быть достаточным для завершения прогрева кладки и образования гарниссажа в горне и шахте.

3.8.5.26 В раздувочный период достигается необходимый уровень теплового состояния печи и ее отдельных зон, создается хороший дренаж в горне и нормальная отработка продуктов плавки.

### **3.8.6 Задувка и раздувка доменной печи после капитального ремонта II разряда**

3.8.6.1 Задувкой печи и ее раздувкой руководит начальник или его заместитель.

3.8.6.2 Раздувка печи осуществляется по специальному плану-графику, составленному на ближайшие 3-5 суток. В плане должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие хороший нагрев печи и ее ровный ход, выдачу продуктов плавки по установленному графику, постепенное увеличение количества дутья и его температуру, повышение давления дутья под колошником и переход на комбинированное дутье.

3.8.6.3 Подготовка к задувке, состав задувочной и последующих (рабочих) шихт, задувка и раздувка, аналогичны раздувке после капитального ремонта первого разряда.

### **3.8.7 Задувка доменной печи после капитального ремонта III разряда**

3.8.7.1 Успешная раздувка доменной печи после ремонта третьего разряда обеспечивается выполнением предварительных мероприятий, изложенных в пункте 3.8.4.10 настоящим технологическим регламентом.

3.8.7.2 Как правило, задувка печи в этом случае производится без предварительной загрузки шихты до рабочего уровня засыпи, что связано с уплотнением шихты во время остановки и наличия засыпки сверху столба шихты.

3.8.7.3 Печь при давлении дутья 0,7-1,0 кгс/см<sup>2</sup> (70-100 кПа) в течение 10-15 минут продувается через свечи, после чего давление дутья снижается до 0,5-0,6 кгс/см<sup>2</sup> (50-60 кПа) и печь соединяется с газоочисткой.

3.8.7.4 Загрузка шихты в печь до установленного уровня засыпи производится после появления схода шихты. Ее состав устанавливается в соответствии с расчетом задувочной шихты. В случае обрушения настилы, попадания воды в печь во время ремонта, неполадок в работе оборудования и других отклонений, возникших после задувки печи, производится корректировка графика раздувки и расчета задувочной шихты. Принимаются меры для повышения теплового состояния доменной печи, дополнительного раскисления шихты и снижения темпов раздувки.

3.8.7.5 В связи с недостаточной порозистостью столба шихты, обусловленной ее уплотнением, раздувка печи после капитального ремонта третьего разряда должна производиться особенно тщательно.

Прошлавку первого объема шихты следует вести медленно. Необходимо учитывать, что из-за плохой газопроницаемости шихты давление дутья в этот период может быть повышенным. В связи с этим, для сохранения ровного хода печи количество вдуваемого в печь воздуха не должно быть излишним.

3.8.7.6 В период прошлавки первого объема шихты контроль работы и состояния фурм должен быть усилен и вестись непрерывно.

3.8.7.7 При задувке печи давление дутья повышается постепенно до величины перепада по высоте печи на 30-40 % ниже рабочего уровня без увеличения давления газа на колошнике. Дальнейшее форсирование плавки начинается лишь после того, как появится сход шихты и начнет повышаться температура газа на периферии и в газотоках при условии, что фурмы работают «сухо» и равномерно, продукты плавки отрабатываются по установленному графику, а состояние оборудования и кожуха печи нормальное.

3.8.7.8 В период раздувки первый выпуск чугуна производится через 2,5-3,0 часа, а последующие – через 2,0-2,5 часа.

3.8.7.9 Давление газа на колошнике поднимается постепенно при ровном ходе шихты, повышается степень форсирования плавки с увеличением перепада давления по высоте печи, но величина перепада при этом должна оставаться меньше рабочего значения на 10-20 %. После достижения заданного значения давления газа на колошнике устанавливается рабочий перепад, определяемый ровностью хода печи.

3.8.7.10 Расход дутья и его температура увеличиваются постепенно в соответствии с графиком раздувки. Подача кислорода и мазута производится постепенно, при достижении стабильного теплового состояния, плавного схода шихты и нормальной отработки продуктов плавки, после вывода параметров дутья на заданный уровень по температуре – 900 °С и по расходу – 80-85 % от номинального.

3.8.7.11 Раздувочный период заканчивается достижением работы доменной печи, обеспечивающей выплавку передельного чугуна при заданной форсировке.

## **4 Контроль технологического процесса и качества получаемой продукции**

### **4.1 Регистрация параметров технологического процесса**

4.1.1 Документом первичной регистрации параметров технологического процесса являются распечатки информации, накапливаемой в системе автоматике, а также журнал работы доменной печи.

4.1.2 Журнал работы доменной печи должен заполняться разборчиво. Записи в журнале должны точно соответствовать параметрам процесса на момент заполнения.

4.1.3 Ответственность за внесение информации в журнал работы доменной печи несут газовщик и мастер печи.

4.1.4 После окончания срока действия журнала работы доменной печи (1 месяц), он передаётся в архив доменного цеха. Срок хранения журналов работы доменных печей в архиве определяет начальник доменного цеха, но не менее 10 лет.

4.1.5 Ответственность за хранение журналов работы доменных печей несёт заместитель начальника доменного цеха.

4.1.6 Показания приборов не должны отклоняться от фактического уровня измеряемых параметров на величину большую номинальной погрешности.

4.1.7 Ответственность за качественное отображение параметров доменного процесса средствами измерений несут закреплённые за ними работники участка КИП и А.

### **4.2 Контроль параметров технологического процесса**

4.2.1 На участке загрузки материалов в доменные печи контролируются параметры, указанные в таблице П.1.

4.2.2 Контроль параметров доменного процесса осуществляется по показателям и средствами, указанными в Приложении П.

### **4.3 Контроль качества чугуна и шлака**

4.3.1 Отбор проб жидкого чугуна для определения его химического состава на выпуске производится на участке между горновым и качающимся желобами при наполнении 1/3 второго ковша.

4.3.2 Отбор проб жидкого чугуна должен производиться в пробницу специальной конструкции для ускоренного анализа на имеющемся приборном обеспечении.

4.3.3 Пробница состоит из двух частей: нижней (медной или чугунной) подставки с гладкой поверхностью и верхней (стальной) изложницы с рельефом пяточков и литников (приложение Р).

4.3.4 Поверхность донной части пяточков, диаметром 42 мм, должна быть без раковин, трещин и шлаковых включений. Толщина отбеленного слоя поверхности должна быть не менее 0,8 мм.

4.3.5 Не допускается отбор проб в изложницу с зашлакованными поверхностями.

4.3.6 Пробу отбирают чистой ложкой и, после 5-10 секунд выдержки, чугун сливают в стальную изложницу, установленную на медную (или чугунную) подставку. Пробница должна быть сухой и предварительно прогретой (50±10) °С. Не допускается снижение

чистоты поверхности подставки ниже четвертого класса обработки (углубление царапин на поверхности 0,1-0,15 мм). Перед наливом пробы чугуна в изложницу, внутренние поверхности ее тщательно очищаются от песка и пыли.

4.3.7 Для полного заполнения полости пяточков чугуна в изложницу необходимо сливать непрерывной струей с повышенной скоростью.

4.3.8 Проба чугуна в изложнице должна находиться до полного потемнения пяточков. Не допускается охлаждение пробы и изложницы водой.

4.3.9 При неудовлетворительном качестве поверхности пяточков со стороны подставки, пробу отбирают повторно. Повторный отбор пробы производится в остывшую до 50 °С изложницу или в новую изложницу.

4.3.10 Отбор проб шлака производится в момент начала налива второго ковша.

4.3.11 Пробы чугуна и шлака должны отправляться в лабораторию сразу же после отбора. Ответственность за правильный отбор и своевременную отправку проб в лабораторию несет мастер печи.

## **5 Метрологическое обеспечение**

5.1 При производстве чугуна в доменных печах контролю подлежат следующие параметры:

- масса железорудных материалов, кокса и добавок;
- влажность кокса и мазута;
- давление и температура холодного и горячего дутья, давление под колошником;
- объёмный расход холодного дутья и кислорода на обогащение дутья;
- объёмная доля кислорода в дутье;
- массовый расход мазута, температура и давление мазута;
- массовый расход пара на увлажнение дутья;
- уровень засыпи шихты;
- объёмный выход и температуры колошникового газа;
- температуры по периферии, шахте печи, фундамента печи;
- перепады давления фурмы-колошник, середина-верх, середина-низ печи;
- состав колошникового газа (объёмная доля CO, CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub> в доменном газе);
- распределение газа по радиусам колошника (состав и температура);
- регистрация работы засыпного аппарата;
- давление в бункерах БЗУ;
- перепад температур и холодильниках, на воздушном охлаждении лещадки;
- расход и давление воды на охлаждение печи;
- температура куполов воздухонагревателей, температура дыма;
- расход газа на обогрев воздухонагревателей;
- давление газа в заводской сети, расход газа на обогрев каждого воздухонагревателя.

5.2 Контроль параметров доменного процесса осуществляется средствами измерений, указанными в приложении П.

## **6 Охрана окружающей среды**

6.1 Раздел ООС разработан в соответствии с СТП СЭМ П.9-01.01 Организация мониторинга, измерений, анализ и оценка природоохранной деятельности на АО «АрселорМиттал Темиртау».

6.2 Процесс производства чугуна в доменных печах характеризуется следующими экологическими аспектами:

- выбросы в атмосферу от технологического оборудования подбункерной и бункерной эстакады после пылеочистного оборудования;
- выбросы в атмосферу при загрузке и выгрузке скипа в приемную воронку БЗУ через фонарь;
- выбросы загрязняющих веществ в атмосферу через выхлопные клапаны при загрузке шихтовых материалов в печи;

- выбросы в атмосферу при зажигании газа на колошнике при остановке печи;
- выбросы в атмосферу от мест слива чугуна и шлака после пылеочистного оборудования;
- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух через атмосферные клапаны печи и пылеуловителя, пылевыпускной клапан пылеуловителя, люки газотводов, фланцы фурменных колен, воздушно-разгрузочный клапан «Снорт», свечу дополнительного межконусного пространства газопровода, выхлопные клапаны, воздухопускные клапаны межконусного пространства газопровода, выхлопные клапаны, воздухопускные клапаны межконусного пространства газопровода, люки на куполе печи при задувке доменной печи после строительства, реконструкции, капитальных ремонтов;
- сброс условно-чистых стоков в систему ливневой канализации;
- использование энергоресурсов – пар, техническая вода 2-го подъема, вода обратного осмоса ТЭЦ-ПВС, доменное дутье, азот, кислород, коксовый и доменный газы, мазут;
- использование материальных ресурсов – смазка;
- образование отходов – шлак, скрап, спаянный кварцевый песок, аглоотсев.

6.3 Качественная характеристика сточных вод, сбрасываемых в ливневую и фекальную канализацию, должна удовлетворять требованиям нормативов ПДС (предельно-допустимых сбросов), утвержденных для АО «АрселорМиттал Темиртау». Выписки из проекта ПДС представляются лабораторией охраны водоемов отдела охраны природы.

6.4 Количественные характеристики выбросов должны соответствовать нормативам ПДВ (предельно допустимых выбросов), установленным для АО «АрселорМиттал Темиртау». Выписки из проекта ПДВ предоставляются лабораторией охраны атмосферного воздуха отдела охраны природы.

6.5 Управление воздействиями на окружающую среду осуществляется через следующие контролируемые рабочие параметры процесса производства чугуна:

- загрузка доменных печей шихтовыми материалами (порядок и система загрузки материалов; программы работы вращающегося распределителя шихты и других видов распределительных устройств; уровень засыпки; величина подачи);
- дутьевой режим (количество, температура, давление и влажность дутья);
- давление газа под колошником;
- расход, давление и температура мазута.

6.6 Для предотвращения сверхнормативных выбросов персоналу цеха необходимо осуществлять регулярный контроль изменения нагрева печи и газового потока, сходом шихты, состоянием горна, коэффициентом избытка воздуха в зависимости от условий и стадии режима воздухонагревателей, количества, качества и давления мазута. Все возникшие нарушения должны быть немедленно устранены.

6.7 При попадании мазута в охлаждающую воду с фурм в ливневую канализацию принимаются меры по ликвидации утечки.

6.8 На конвейерах ЛК-8,8А и при выгрузке аглоотсева при положительных температурах наружного воздуха производится обеспыливание технической водой 2-го подъема.

6.9 Принятие решения о проведении плановых операций, связанных с работой доменных печей с открытыми атмосферными клапанами более двух часов, осуществлять с учетом прогноза неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) на основе запроса в отдел охраны природы не менее, чем за трое суток.

6.10 В период неблагоприятных метеорологических условий, в целях уменьшения масштабов выбросов в атмосферу, осуществлять ограничение технологических режимов и усиление контроля со стороны персонала в соответствии с Положением 0140(0039)-01-18 «О порядке оповещения и проведения мероприятий по снижению выбросов в атмосферу при неблагоприятных метеорологических условиях».

6.11 Техническая вода 2-го подъема используется для снижения температуры колошникового газа и охлаждения элементов печи.

6.12 Вода обратного осмоса ТЭЦ-ПВС используется для охлаждения оборудования в оборотном цикле на ДП-2,3.

6.13 Мероприятия по предотвращению аварийных ситуаций должны осуществляться в соответствии с Планами ликвидации аварий, разрабатываемыми в цехе, и со стандартом СТП СМОЗ и ОБТ П.8-8.2 Подготовленность к авариям реагирование на них.

6.14 Агломерат вывозится на аглопроизводство для последующей утилизации в технологии.

6.15 Шлак вывозится на шлакоперерабатывающий участок и складывается на доменном отвале или передается по договорам сторонним организациям.

6.16 Спаянный кварцевый песок и скрап вывозится ж/д транспортом на сталеплавильный отвал.

6.17 Порядок сбора, хранения, транспортировки и размещения отходов, производства и потребления осуществляется, согласно СТП, СЭМ П.9-01.02 Управление отходами производства и потребления.

## **7 Требования безопасности труда**

Персонал, выполняющий работу в соответствии с данным технологическим регламентом, должен руководствоваться:

- Трудовым Кодексом Республики Казахстан,
- Требованиями промышленной безопасности в доменном производстве;
- Общей инструкцией по охране труда для работающих на АО «АрселорМиттал Темиртау» (ИБОТ-140-01),
- Инструкцией по безопасности и охране труда при подготовке и проведении газоопасных работ, порядке оформления документации в цехах АО «АрселорМиттал Темиртау» (ИБОТ-140-43),
- Инструкция по безопасности и охране труда для горновых доменных печей» (ИБОТ-003-01),
- Инструкцией по безопасности и охране труда для всех профессий, привлекаемых к работам на доменных печах (ИБОТ-003-31),
- Инструкцией по безопасности и охране труда по применению бичерной системы в доменном цехе (ИБОТ-003-29),
- Инструкцией по пожарной безопасности в доменном цехе (ИПБ 0003-02),
- Инструкцией по безопасности и охране труда для газоподвода доменной печи (ИБОТ-0003-02),
- Инструкцией по безопасности и охране труда для водопроводчика доменных печей (ИБОТ 0003-23),
- Инструкцией по безопасности и охране труда для слесарей ремонтников НС-10 ДП-2 доменного цеха (ИБОТ 0003-24),
- Инструкцией по безопасности и охране труда для бункеровщика доменных печей (ИБОТ 0003-14),
- Инструкцией по безопасности и охране труда для машиниста шихтоподачи (занятого на бункерах и подбункерных помещениях) доменных печей (ИБОТ 0003-11),
- Инструкцией по безопасности и охране труда для бригадира бункеров участкаприемки и загрузки сырья доменного цеха (ИБОТ 0003-12),
- Инструкцией по безопасности и охране труда для операторов поста управления системы шихтоподачи (ИБОТ 0003-13),
- Инструкцией по безопасности и охране труда для слесаря – ремонтника БЗУ и гидравлического оборудования доменных печей (ИБОТ 0003-21),
- ПОТ 140-19\* «Положение по охране труда о системе контроля рабочими, рабочими высшего квалификационного разряда, звеньевыми и бригадирами всех подразделений АО «АрселорМиттал Темиртау»;
- ПОТ 140-18\* «Положение о предупредительных талонах и системе работы по предупреждению нарушений и несчастных случаев на АО «АрселорМиттал Темиртау»;
- МП 140-01\* «Методическое пособие по оказанию первой помощи пострадавшим»;

- ПОТ 140-58\* «Положение о добровольном аварийно-спасательном формировании (ДАСФ)»;
- Системы менеджмента профессионального здоровья и безопасности. Требования (OHSAS 45001);
- перечни опасностей и оценки рисков согласно видов деятельности;
- перечни опасностей и оценки рисков, разработанные на основе Корпоративных глобальных стандартов;
- требования политик: в области охраны здоровья и обеспечения безопасности труда, в области экологии, в области качества;
- Корпоративные глобальные стандарты;

Для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов, все работники газового хозяйства доменного цеха - обеспечены спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты, в соответствии с действующими правилами и нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной/коллективной защиты.

Все работники должны быть ознакомлены - с условиями обеспечения и применения спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты.

Нахождение персонала на производственных площадках и помещениях без защитной каски, спецодежды, спецобуви или средств индивидуальной защиты, положенных согласно нормам, не допускается.

Служащие и рабочие должны применять защитные очки при выполнении трудовых операций, а также при нахождении на производственных площадках, где применение защитных очков персоналом является строго обязательным, согласно утверждённых перечней и инструкций.

Рабочие и служащие должны постоянно иметь при себе средства индивидуальной защиты (защитные очки, беруши, респираторы).

При выполнении работ на участках и объектах газового хозяйства - неукоснительно и обязательно выполнять указания руководителей.

## **8 Ответственность за выполнение требований технологического регламента**

8.1 Технологический персонал, отвечающий за выполнение требований конкретных пунктов технологического регламента, перечислен в приложении С.

8.2 Контроль выполнения требований технологического регламента возлагается на начальника доменного цеха, заместителя начальника доменного цеха по производству, начальника участка приёмки и загрузки сырья, старшего производственного мастера доменных печей.

Согласовано:  
Начальник доменного цеха

Главный метролог

Начальник УОТ, ТБ и ПБ

Начальник ООП

Главный технолог 1 передела

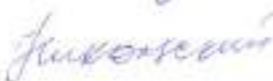


К.В. Гуляев  
« 2 » 07 2020 г.

А.Н. Кривцов  
« \_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

М.А. Зубов  
« 24 » 07 2020 г.

М.А. Короткова  
« 30 » 07 2020 г.



А.Н. Золни  
« 26 » 07 2020 г.



Зарегистрировано « 20 » 08 2020 г.

**Приложение А**  
(обязательное)

Таблица А1 – Перечень технических условий на железорудное сырье и кокс

Обозначение нормативного документа	Наименование нормативного документа
ЗТУ 195	Агломерат. Заводские технические условия
СТ АО 00186789-11402	Окатыши железорудные нефлюсованные АО «ССГПО», Технические условия
СТ ТО «Оркен» 050140001773-03	Концентрат железорудный класс 10-60 мм Представительства ТОО «Оркен» - Атасу. Технические условия
СТ АО 951140000042.40	Промпродукт из сталеплавильных шлаков. Технические условия
ЗТУ 180	Кокс доменный. Заводские технические условия
ЗТУ 309-206	Отсев агломерата из доменного цеха. Технические условия

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(обязательное)

**Таблица Б.1 - Чугун перелительный для сталеплавильного и литейного производств. Требования по ГОСТ 805-80.**

Марка чугуна	Кремния	Массовая доля, %														
		Марганца					Фосфора, не более					Серы, не более				
		группа					класс					категория				
1	2	3	4	5	А	Б	В	1	2	3	4	5				
П1	св.0,5 до 0,9 вкл.	до 0,5 вкл.	св.0,5 до 1,0 вкл.	св.1,0 до 1,5 вкл.	-	0,10	0,20									
		до 0,5 вкл.	св.0,5 до 1,0 вкл.	св.1,0 до 1,5 вкл.	-	0,10	0,20									
ПЛ1	св.0,9 до 1,2 вкл.	до 0,3 вкл.	св.0,3 до 0,5 вкл.	св.0,5 до 0,9 вкл.	св.1,0 до 1,5 вкл.	0,08	0,12	0,30	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05			
		до 0,3 вкл.	св.0,3 до 0,5 вкл.	св.0,5 до 0,9 вкл.	св.1,0 до 1,5 вкл.	0,08	0,12									

**Таблица Б.2 - Чугун перелительный фосфористый. Требования по ГОСТ 805-80.**

Марка чугуна	Кремния	Массовая доля, %														
		Марганца, не более					Серы, не более					Класс				
		группа					категория					класс				
1	2	3	4	5	А	Б	В	1	2	3	4	5				
ПФ1	св.0,9 до 1,2 вкл.	1,0	1,5	2,0		от 0,3 до 0,7 вкл.	0,10									
		1,0	1,5	2,0		от 0,3 до 0,7 вкл.	0,10									
ПФ2	св.0,5 до 0,9 вкл.	0,03	0,05	0,07		св.0,7 до 1,5 вкл.	0,15									
		0,03	0,05	0,07		св.0,7 до 1,5 вкл.	0,15									
ПЛ2	до 0,5 вкл.															

Таблица Б.3 - Чугун литейный.  
Требования по ГОСТ 4832-80. Марки и химический состав

Марка чугуна	Кремния	Марганца				Фосфора				Серы				Углерода	
		группа				класс				категория					
		1	2	3	4	А	Б	В	Г	Д	1	2	3		4
Л1	св.3,2 до 3,6 вкл.													3,4-3,9	
	св.2,8 до 3,2 вкл.														3,5-4,0
Л3	св.2,4 до 2,8 вкл.	св.0,3 до 0,5	св.0,5 до 0,9	св.0,9 до 1,5	св.0,3 до 0,7	св.0,7 до 1,2	св.0,3 до 0,7	св.0,3 до 0,7	св.0,7 до 1,2	св.0,3 до 0,7	св.0,7 до 1,2	св.0,3 до 0,7	св.0,7 до 1,2	3,6-4,1	
	св.2,0 до 2,4 вкл.	св.0,3 до 0,5	св.0,5 до 0,9	св.0,9 до 1,5	св.0,3 до 0,7	св.0,7 до 1,2	св.0,3 до 0,7	св.0,3 до 0,7	св.0,7 до 1,2	св.0,3 до 0,7	св.0,7 до 1,2	св.0,3 до 0,7	св.0,7 до 1,2		3,7-4,2
Л5	св.1,6 до 2,0 вкл.				0,08	0,12	0,30			0,02	0,03	0,04	0,05	3,8-4,3	
	св.1,2 до 1,5 вкл.														3,9-4,4

**Приложение В  
(обязательное)**

Требования ЗТУ - 309 - 125 - 97

Таблица В.1 – Чугун перелитечный низкофосфористый для сталеплавильного производства

Категория качества, обозначение	Массовая доля химических элементов в чугуне, %		
	кремний	сера	фосфор
Первая, ЧНФ-1	0,40–1,00	0,030 и менее	0,400 и менее
Вторая, ЧНФ-2	0,39 и менее 1,01 и более	0,031–0,050	0,400 и менее
Некондиция, ЧНФ-Н	–	0,051 и более	–

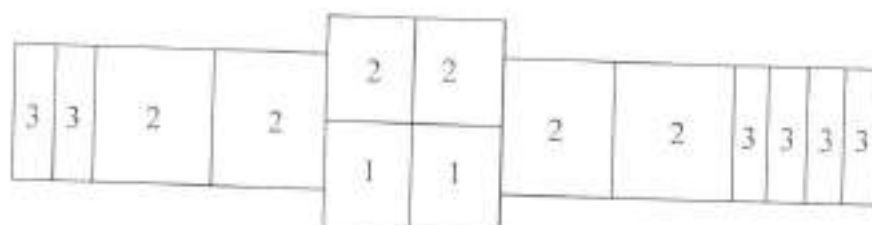
Таблица В.2 – Чугун перелитечный фосфористый для сталеплавильного производства

Категория качества, обозначение	Массовая доля химических элементов в чугуне, %		
	кремний	сера	фосфор
Первая, ЧПФ-1	0,40–1,20	0,035 и менее	0,401 и более
Вторая, ЧПФ-2	0,39 и менее 1,21 и более	0,036–0,060	0,401 и более
Некондиция, ЧПФ-Н	–	0,061 и более	–

Приложение Г  
(обязательное)

Расположение бункеров и технологические схемы загрузки доменных печей

Доменная печь № 2



Доменная печь № 3



Доменная печь № 4



1 – кокс, 2 – агломерат, 3 – добавки

Рисунок Г.1 – Схема расположения бункеров шихтоподачи доменных печей

Приложение Г (продолжение)

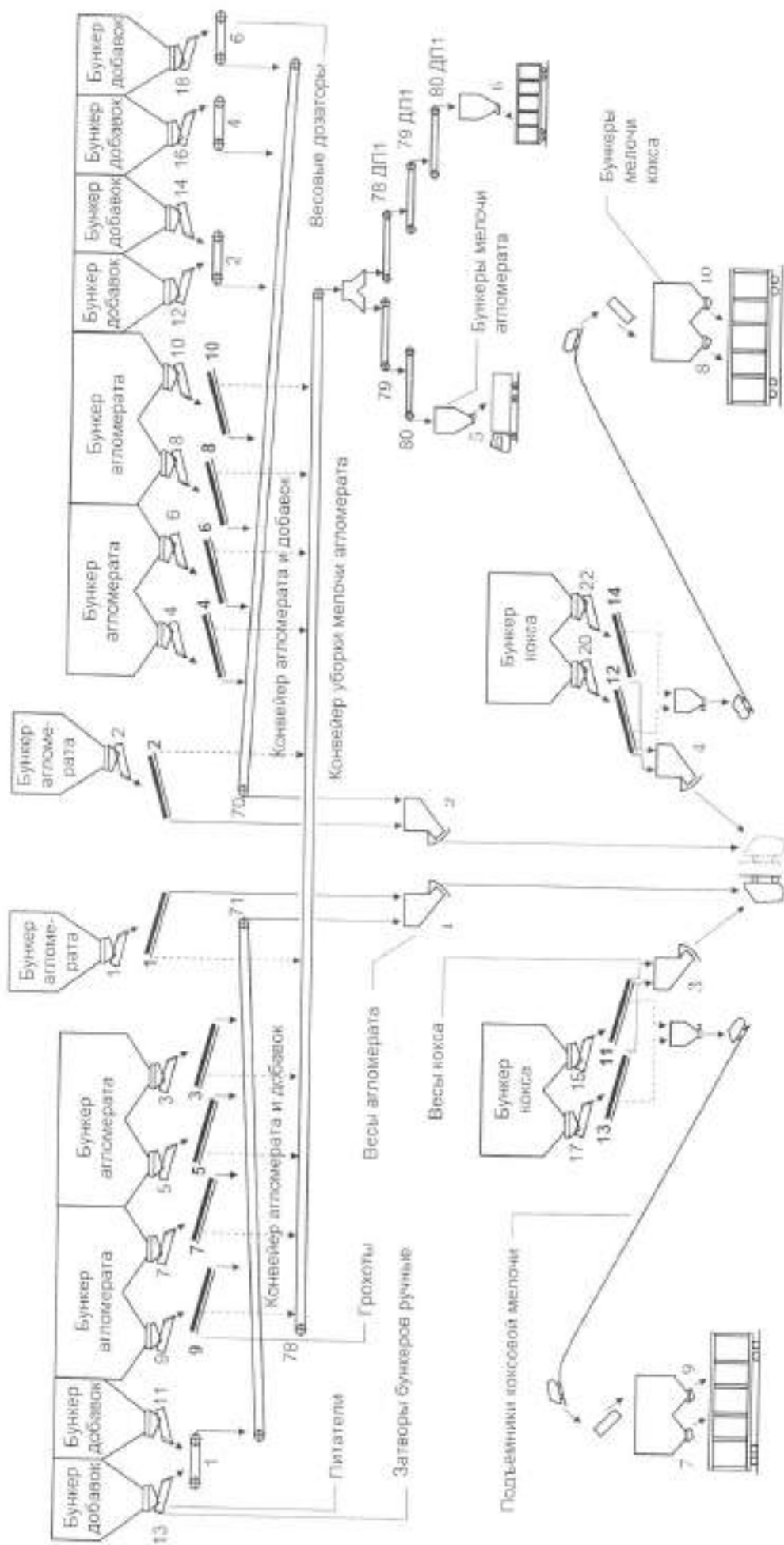


Рисунок Г.2– Технологическая схема загрузки доменной печи, № 2

Приложение Г  
(продолжение)

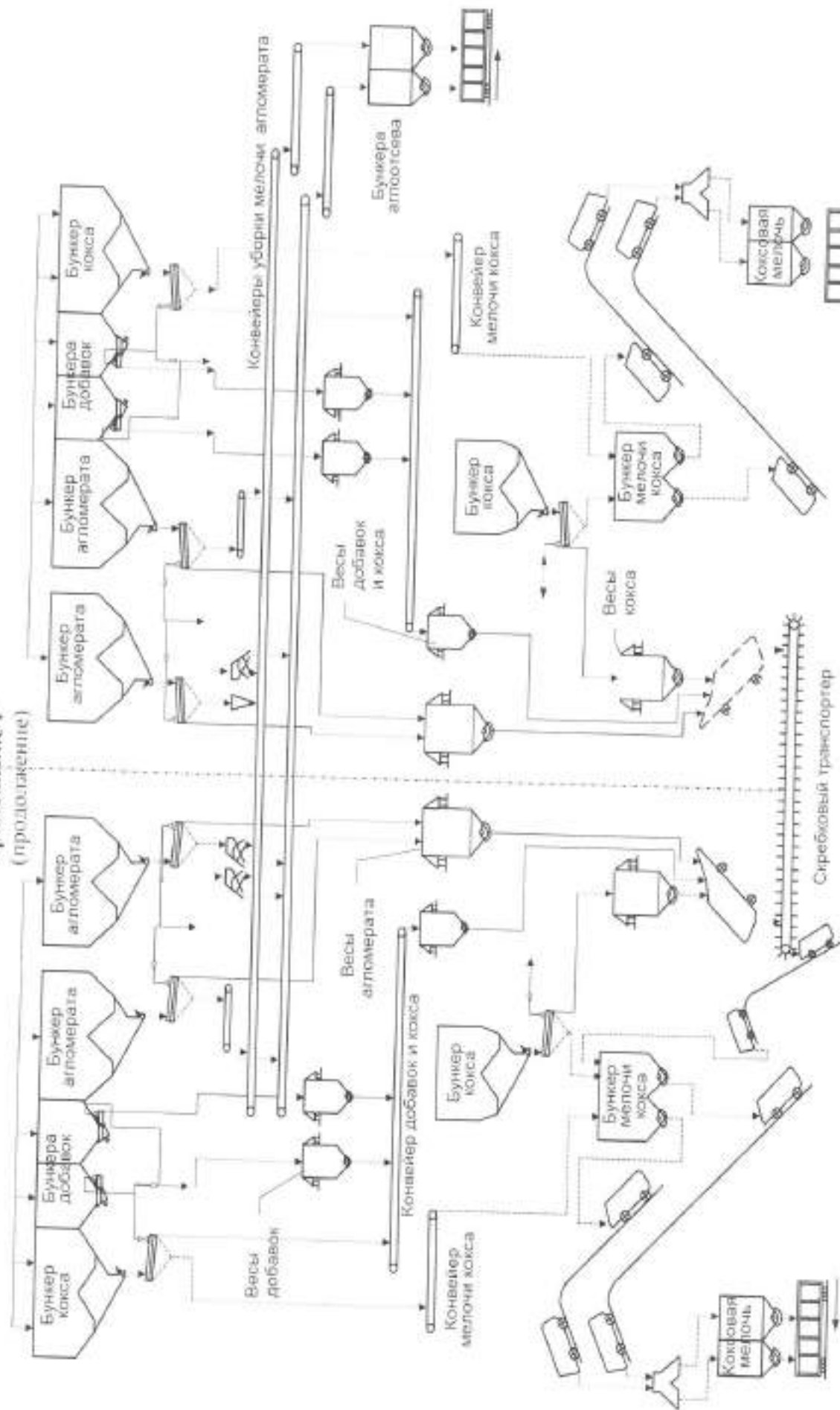


Рисунок Г.3 – Технологическая схема загрузки доменной печи № 3

Приложение Г  
(продолжение)

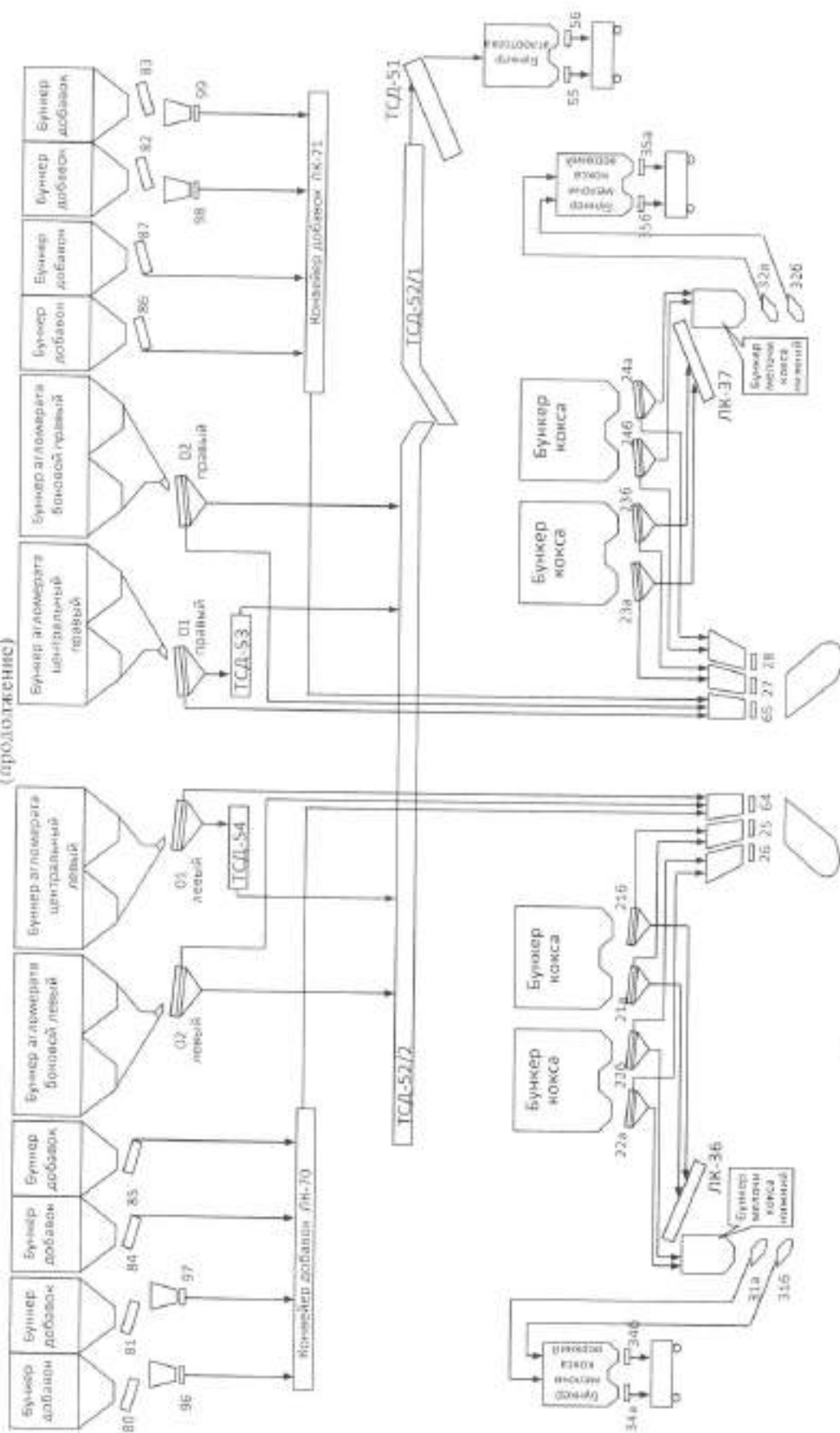


Рисунок Г.4 – Технологическая схема загрузки доменной печи №4

**Приложение Д**  
(справочное)

**Характеристика основного и вспомогательного технологического оборудования**

Таблица Д.1 – Количество и объем бункеров

Наименование параметров	ДП - 2	ДП - 3	ДП - 4
Количество бункеров, всего, шт.	14	12	16
Количество бункеров для кокса, шт.	2	4	4
Объем коксовых бункеров, м <sup>3</sup>	320	1860	2400
Количество бункеров для рудного сырья, шт.	12	8	12
Объем основных рудных бункеров, м <sup>3</sup>	1360	1530	2140
Количество бункеров добавок, шт.	6	4	8
Объем бункеров добавок, м <sup>3</sup>	600	640	1200

Таблица Д.2 – Характеристика оборудования загрузки

Наименование параметров	ДП - 2	ДП - 3	ДП - 4
Количество коксовых грохотов, шт.	4	4	8
Объем бункеров весов агломерата, м <sup>3</sup>	12	18	18
Объем бункеров весов кокса, м <sup>3</sup>	12	20	20
Объем скипа главного подъема, м <sup>3</sup>	12	20	20
Лебедка главного скипового подъема, тип	ЛС-29-2	ЛС-39-2-У	ЛС-39-2-У
Грузоподъемность, тс	29	35	35
Длина каната, м	185	220	220
Диаметр каната, мм	46-47	52-53,5	52-53,5

**Приложение Д**  
(продолжение)

Таблица Д.3 – Характеристика оборудования шихтоподачи

Наименование параметров	ДП-2		ДП-3	ДП-4
Коксовые грохоты: тип количество, шт. производительность, т/ч	VP/VDR 119/45 4 150		SCM(SLG) 4 250 (max 350)	ВГД-1 8 200
Коксовые весовые воронки: тип количество, шт.	SRSA 3905.800.X82RB 2		865-020000 4	865-020000 4
Рудные грохоты: тип количество, шт. производительность, т/ч	VP/VDR 119/45 10 200		SCM(SLG) 4 250 (max 350)	SCM(SLG) 4 250 (max 350)
Рудные весовые воронки с защелкой тип количество, шт.	SRSA 4820.1000.D94K3B 2		865-010000 2	865-010000 2
Рудные весовые воронки добавок с защелкой: тип производительность, т/ч количество, шт.			НПВ 5.0 4	НПВ 5.0 4
Питатели: тип производительность, т/ч количество, шт.	EVC140/2 75 6	EVA120/14 150-200 14	COVIF 60 (max 90) 4	
Конвейеры агломерата, добавок: производительность, т/ч скорость ленты, м/с ширина ленты, мм количество, шт.	500 1,1 1200 2		1850 2,0 1200 2	1850 2,0 1200 2
Ленточные весовые дозаторы: тип количество, шт.	МК06-W10 4		-	-
Подъемники коксовой мелочи: количество, шт. объем скипа, м <sup>3</sup> объем сборного бункера, м <sup>3</sup>	2 1 75		4 1 120	4 1 150

**Приложение Д  
(продолжение)**

Таблица Д.4 – Конструктивные особенности БЗУ

Наименование параметра	ДП-2	ДП-3	ДП-4
Емкость шихтовых бункеров	32 м <sup>3</sup>	40 м <sup>3</sup>	20 м <sup>3</sup>
Количество шихтовых бункеров	2 шт.	2 шт.	2 шт.
Максимальная пропускная способность по коксу (макс. размер 80 мм)	0,35 м <sup>3</sup> /с	0,45 м <sup>3</sup> /с	0,45 м <sup>3</sup> /с
Максимальная пропускная способность по агломерату (макс. размер гранул 80 мм)	0,55 м <sup>3</sup> /с	0,60 м <sup>3</sup> /с	0,60 м <sup>3</sup> /с
Скорость вращения лотка	0-8об/мин		
Скорость изменения угла наклона лотка	0-16 °/сек		
Длина распределительного лотка	3600мм	3800мм	4000мм
Максимальное давление под колошником	2 бар изб.		
Нормальная температура газа на колошнике	150-200 °С		
Максимальная температура газа на колошнике (макс. на полчаса, макс. 20 раз в год, макс. на 30 мин)	600 °С		
Пики температуры газа на колошнике (макс. 1 раз в месяц, макс. на 20 мин) Следует измерять в центре печи.	900 °С		

Приложение Д  
(продолжение)

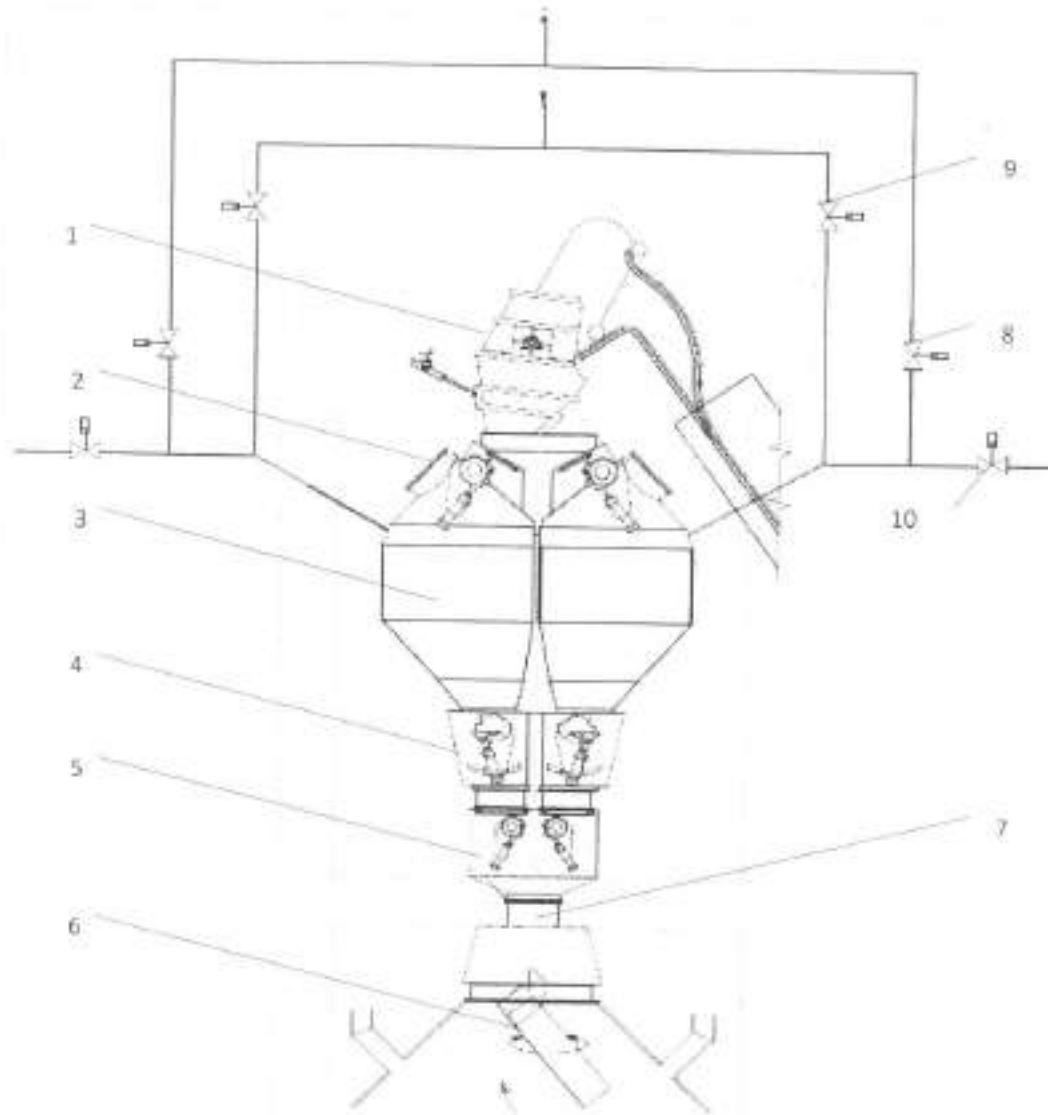


Рисунок Д.1 – Бесконусное загрузочное устройство

1 – лоток-опрокидыватель; 2 – верхние уплотнительные клапаны; 3 – шихтовые бункеры с тремя взвешивающими балками каждый; 4 – шихтовые затворы; 5 – нижние уплотнительные клапаны (в процессе выгрузки материала в доменную печь клапаны открыты, в процессе заполнения шихтового бункера эти клапаны герметично отделяют верх доменной печи от атмосферы); 6 – распределительный лоток; 7 – очковая задвижка для изоляции бункеров БЗУ от доменной печи во время остановок печи на обслуживание; 8 – клапаны сброса давления в шихтовых бункерах; 9 – клапаны первичного выравнивания давления для нагнетания давления в шихтовых бункерах подучистым доменным газом; 10 – клапаны вторичного выравнивания

Объемы шихтовых бункеров БЗУ

Табл Д1

№ дп	2	3	4
$V_{\text{в}}$	32	40	18

**Приложение Д**  
(продолжение)

Таблица Д.4.1. – Углы (°) наклона распределительных лотков БЗУ

№ ДП	Уровень	Материал	Позиции распределительного лотка										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	Уровень 1 (от 0 до 1,7 м)	Кокс	20,0	25,9	29,0	30,5	33,7	35,7	37,4	39,1	40,7	42,0	43,0
		Руда(-)	20,0	25,8	28,8	31,3	33,3	35,2	36,8	38,4	39,9	41,1	42,0
		Руда(+)	20,0	25,8	28,8	31,3	33,3	35,2	36,8	38,4	39,9	41,1	42,0
		Другое	20,0	25,8	28,8	31,3	33,3	35,2	36,8	38,4	39,9	41,1	42,0
	Уровень 2 (от 1,7 до 2,5 м)	Кокс	20,0	25,6	28,5	29,5	32,4	34,2	35,7	37,3	38,7	39,9	40,7
		Руда(-)	20,0	25,5	28,3	30,2	32,0	33,7	35,2	36,7	38,1	39,2	39,9
		Руда(+)	20,0	25,5	28,3	30,2	32,0	33,7	35,2	36,7	38,1	39,2	39,9
		Другое	20,0	25,5	28,3	30,2	32,0	33,7	35,2	36,7	38,1	39,2	39,9
	Уровень 3 (более 2,5 м)	Кокс	20,0	24,6	26,8	28,5	30,6	32,3	33,7	35,0	35,9	36,8	37,6
		Руда(-)	20,0	24,6	26,8	28,7	30,2	31,8	33,2	34,4	35,2	36,0	36,7
		Руда(+)	20,0	24,6	26,8	28,7	30,2	31,8	33,2	34,4	35,2	36,0	36,7
		Другое	20,0	24,6	26,8	28,7	30,2	31,8	33,2	34,4	35,2	36,0	36,7
3	Выс ур нагрузки (0-1,8 м)	Кокс	22,4	26	29,7	31,2	35,8	38,8	41,6	44,2	46,6	48,8	50,9
		Агломерат низ руда	22,4	26	29,7	32,7	35,8	38,8	41,6	44,2	46,6	48,8	50,9
		Агломерат сред руда	22,4	26	29,7	32,7	35,8	38,8	41,6	44,2	46,6	48,8	50,9
		Агломерат высок руда	22,4	26	29,7	32,7	35,8	38,8	41,6	44,2	46,6	48,8	50,9
	Сред ур нагрузки (1,8-2,5 м)	Другой	22,4	26	29,7	32,7	35,8	38,8	41,6	44,2	46,6	48,8	50,9
		Кокс	22,4	25,5	29,1	30,5	34,3	37,0	39,5	41,8	44,2	46,1	48,2
		Агломерат низ руда	22,4	25,5	29,1	31,8	34,3	37,0	39,5	41,8	44,2	46,1	48,2
		Агломерат сред руда	22,4	25,5	29,1	31,8	34,3	37,0	39,5	41,8	44,2	46,1	48,2
	Низк ур нагруз (более 2,5 м)	Агломерат высок руда	22,4	25,5	29,1	31,8	34,3	37,0	39,5	41,8	44,2	46,1	48,2
		Другой	22,4	25,5	29,1	31,8	34,3	37,0	39,5	41,8	44,2	46,1	48,2
		Кокс	22,4	25,3	28,0	29,4	32,7	35,0	37,2	39,3	41,1	42,9	44,6
		Агломерат низ руда	22,4	25,3	28,0	30,4	32,7	35,0	37,2	39,3	41,1	42,9	44,6
		Агломерат сред руда	22,4	25,3	28,0	30,4	32,7	35,0	37,2	39,3	41,1	42,9	44,6
		Агломерат высок руда	22,4	25,3	28,0	30,4	32,7	35,0	37,2	39,3	41,1	42,9	44,6
		Другой	22,4	25,3	28,0	30,4	32,7	35,0	37,2	39,3	41,1	42,9	44,6
		Кокс	21,6	26,5	30,3	32,6	36,6	39,4	42,1	44,6	47,1	49,5	52,0
4	Выс. Ур-нь Шихты (0-1,8 м)	Руда	21,6	26,5	30,3	33,6	36,6	39,4	42,1	44,6	47,1	49,5	52,0
		Добавки	21,6	26,5	30,3	33,6	36,6	39,4	42,1	44,6	47,1	49,5	52,0
		Кокс	20,0	24,3	27,8	30,8	33,5	36,1	38,6	40,9	43,2	45,4	47,6
	Сред. Ур-нь Шихты (1,8-2,8 м)	Руда	20,0	24,3	27,8	30,8	33,5	36,1	38,6	40,9	43,2	45,4	47,6
		Добавки	20,0	24,3	27,8	30,8	33,5	36,1	38,6	40,9	43,2	45,4	47,6
		Кокс	15,8	22,8	25,9	28,6	31,1	33,5	35,8	38,0	41,1	42,1	44,2
	Низк. Ур-нь Шихты (более 2,8 м)	Руда	15,8	22,8	25,9	28,6	31,1	33,5	35,8	38,0	41,1	42,1	44,2
		Добавки	15,8	22,8	25,9	28,6	31,1	33,5	35,8	38,0	41,1	42,1	44,2
		Кокс	15,8	22,8	25,9	28,6	31,1	33,5	35,8	38,0	41,1	42,1	44,2

Примечания:

1. Углы и пороговые значения уровней указаны по состоянию на декабрь 2017 г. По решению начальника доменного цеха углы и пороговые значения уровней могут быть изменены.
2. Наименование уровней и материалов указано как в таблицах параметров БЗУ системы автоматизации.

**Приложение Д  
(продолжение)**

**Таблица Д5 - профили доменных печей**

Наименование параметров	ДП - 2	ДП - 3	ДП - 4
Полезный объем, м <sup>3</sup>	2291	3848	3499
Рабочий объем, м <sup>3</sup>	1999	3351	3114
Номинальная производительность	3600	5800	5000
Максимальная производительность, т/с	3900	6300	5800
Площадь, м <sup>2</sup> : горна	74.7	113.1	113.1
Колошника	47.78	67.93	7014
Диаметр, мм: горна	9750	12000	12000
распара	12000	14400	13720
колошника	7800	9300	9450
Высота, мм: горна	4600	5000	4380
запечников	3800	4000	3520
распара	2000	2200	2511
шахты	16400	18800	20062
колошника	1800	2000	527
Угол шахты	82°42'11''	83°53'11''	83°55'48''
Угол запечников	73°30'29''	73°18'3''	77°49'12''
Глубина мертвого слоя, мм	2237	2128	1934
Расстояние от оси чугунной летки до оси воздушных фурм, мм	3900	4400	3400
Количество, шт: воздушных фурм	26	32	28
чугунных леток	2	4	4
шлаковых леток			
Объем элементов профиля, м <sup>3</sup> :			
колошник	86	136	107.45
шахта	1281	2240	2138
распар	226	358	371
запечники	354	549	457
горн до уровня чугунной летки	292	565	496
мертвого слоя	167	240	254

**Приложение Д**  
(продолжение)

**Таблица Д.6 – Характеристика воздушных машин**

Показатели	Номера турбокомпрессоров						
	1	2	3	4	5	6	7
Тип компрессора	К-4250-41-1	К-5500	К-5500	К-5500-41-1	5-905-61-1	К-7000-41-1	К-7000-41-1
Тип паровой турбины	АКВ-18-1	К-22-М	К-22-М	ВКВ-22-1	СТМ 6000/2	Т-30-90-1	Т-30-90-1
Производительность, норм. м <sup>3</sup> /мин							
максимальная	3800	5500	5500	5500-4,2ати	эл. привод	6900	6900
экономичная	3200	4900	4900	4900-3,8ати	900-400	6900-4600	4600
Давление воздуха, атм.							
максимальное	4,2	5,2	5,2	5,2	7,0	5,3	5,3
экономичное	3,5	4,3	4,3	4,3	7,0	5,3	5,3
Число оборотов компрессора, об/мин:							
максимальное	3400	3400	3400	3400	5690	3450	3450
минимальное	2500	2500	2500	2500	5690	2500	2500

**Таблица Д.7 – Характеристика воздушонагревателей**

Наименование	ДП - 2		ДП - 3	ДП - 4		
	4,7	5,6	8-11	12,13,15	14	
Номера воздушонагревателей			одноуровневая			
Тип насадки	блочная					
Поверхность нагрева блока воздушонагревателей, м <sup>2</sup>	175300		212000	235853		
Удельная поверхность нагрева, м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup> объема печи	76,8		66,3	73,7		
Диаметр вшек насадки, мм	40		40	40	20	
Производительность горелок, м <sup>3</sup> /ч	48000-60000		70000	120000	130000	
Температура купола, °С	1350		1350	1350		
Температура дыма, °С	400		400	400		

## Приложение Е

(обязательное)

### Пример расчета основности шлака, выхода чугуна из подачи, удельного расхода кокса и выхода шлака

Таблица Е.1 – Проплавляемая шихта

Материалы	Расход в подачу, кг	Составляющие шихты					
		Fe		SiO <sub>2</sub>		CaO	
		%	кг	%	кг	%	кг
Агломерат	20000	52,00	10400,0	9,50	1900,0	12,30	2460,0
Окатыши	7000	62,20	4354,0	4,04	282,2	4,43	310,1
Руда	1000	48,20	482,0	17,00	170,0	4,35	43,5
С железородной частью шихты	28000	-	15236,0	-	-	-	-
Кокс(сухой)	8000	-	-	-	-	-	-
Зола кокса	1040	4,00	41,6	52,00	540,8	4,80	44,7
ИТОГО		-	15277,6	-	2893,6	-	2863,5

1. Содержание железа в шихте, %

$$15236,0 : 28000 \times 100 = 54,4$$

2. Выход чугуна из подачи, кг

$$15277,6 : 0,974 = 15685$$

3. Расход кокса, кг/т чугуна

$$8000 : 15685 \times 1000 = 510$$

4. Основность шлака

$$\begin{aligned} & 2863,5 : (2893,6 - 15685 \times [Si] : 100 \times 2,14) = \\ & 2863,5 : (2893,6 - 1565 \times 0,8 : 100 \times 2,14) = 1,09 \end{aligned}$$

где 15685 – количество чугуна, кг

[Si] – содержание кремния в чугуне, %

2,14 – коэффициент пересчета от Si к SiO<sub>2</sub>

5. Выход шлака

$$K_{\text{шл}} = \frac{CaO_{\text{ш}}}{CaO_{\text{шл}}} \times \frac{n}{T} \times 100, \quad (\text{E.1})$$

где  $K_{\text{шл}}$  – количество шлаковозов, шт;

$n$  – число подач с момента закрытия выпуска, шт

$T$  – количество шлака в шлаковозе, т

$CaO_{\text{ш}}$  – приход CaO с шихтой ( первая подача), т

$CaO_{\text{шл}}$  – содержание CaO в шлаке ( последний анализ ),%

Пример:

$$K_{\text{шл}} = \frac{2,863}{39} \times \frac{20}{25} \times 100 = 6 \text{ шлаковозов}$$

**Приложение Ж**  
(обязательное)

**Влияние технологических факторов на удельный расход кокса и  
производительность печи**

Факторы и единицы измерения	Изменение (- уменьшение, + увеличение),%	
	расход кокса	производи- - тельность
Повышение содержания железа в шихте на каждый 1 %:	до 50 %	+2,4
	от 50 до 55 %	+2,0
	от 55 до 60 %	+1,7
Уменьшение содержания фракции от 0 до 5 мм в железорудной шихте на каждый 1 %	-0,5	+1,0
Увеличение содержания фракции более 80 мм в коксе на 1 %	+0,2	-0,2
Уменьшение содержания золы в коксе на каждый 1 %	-1,3	+1,3
Уменьшение содержания серы в коксе на каждую 0,1 %	-0,3	+0,3
Повышение прочности кокса по показателю M40 на каждый 1 %	-0,6	+0,6
Уменьшение истираемости кокса по показателю M10 на каждый 1 %	-2,8	+2,8
Уменьшение содержания кремния в чугуна на каждую 0,1 %	-1,2	+1,2
Уменьшение содержания марганца в чугуна на каждую 0,1 %	-0,2	+0,2
Уменьшение содержания фосфора в чугуна на каждую 0,1 %	-0,6	+0,6
Повышение содержания серы в чугуна на каждую 0,01 %	-1,0	+1,0
Повышение температуры дутья на 10 °С в диапазоне:	800-900 °С	+0,50
	900-1000 °С	+0,40
	1000-1100 °С	+0,30
	1100-1200 °С	+0,28
	1200-1300 °С	+0,25
при концентрации кислорода в дутье до 25 %:	1300-1400 °С	+0,22
	1000-1100 °С	+0,25
	1100-1200 °С	+0,22
	1200-1300 °С	+0,20
при концентрации кислорода в дутье 25 – 35 %:	1300-1400 °С	+0,18
	1000-1100 °С	+0,25
	1100-1200 °С	+0,22
	1200-1300 °С	+0,20
Уменьшение влажности дутья на каждый 1 г/м <sup>3</sup>	-0,20	+0,10
Обогащение дутья кислородом на каждый 1 % при концентрации:	до 25 %	+2,40
	от 25 до 30 %	+2,10
	от 30 до 35 %	+1,80
Повышение давления газов под колошником на каждую 0,1 кгс/см <sup>2</sup> в диапазоне от 0 до 2,0 кгс/см <sup>2</sup>	-0,20	+1,00
Повышение интенсивности работы печи по сожжённому углероду на 1 % (учитывается только при изменении перепада давлений фурмы-колошник)	+0,235	
Уменьшение времени простоев на 1%	-0,50	+1,50
Уменьшение времени тихого хода на 1%	-0,50	+1,00
Уменьшение количества случаев задержки выпуска чугуна на 1%	-0,05	+0,10
Коэффициент замены кокса мазутом, кг/кг	1,20	

**Приложение И**  
(обязательное)

**Влияние технологических факторов на тепловое  
состояние доменной печи**

Наименование фактора	Изменение содержания кремния в чугуна, % (+ увеличение, - уменьшение)
Увеличение расхода кокса на: 100 кг в подачу, для условий ДП № 2 200 кг в подачу, для условий ДП № 3 и ДП № 4	+ (0,08-0,10) + (0,11-0,14)
Увеличение расхода мазута на 1 т/ч: ДП № 2 ДП № 3 и ДП № 4	+ (0,14-0,25) + (0,10-0,17)
Увеличение проплава подач на одну в час	- (0,12-0,15)
Повышение температуры дутья на 100 °С в диапазоне 900-1200 °С	+ (0,13-0,18)
Увеличение увлажнения дутья на 1 т/ч: ДП № 2 ДП № 3 и ДП № 4	- (0,10-0,14) - (0,06-0,08)

Приложение К  
(обязательное)

Пример расчета изменения веса коксовой колоши при отключении  
мазута

Исходные данные

расход мазута – 8 000 кг/ч;

коэффициент замены кокса мазутом в условиях комбината – 1,2  
кг/кг мазута; среднее количество подач в час – 8;

1 При планируемом отключении мазута необходимо добавить кокса:

$$8000 \times 1,2 = 9600 \text{ кг/ч}$$

или

$$9600 \times 8 = 1200 \text{ кг в подачу}$$

2 При внезапном отключении мазута:

$$8000 \times 1,2 \times 1,5 = 14400 \text{ кг/ч}$$

или

$$14400 \times 8 = 1800$$

кг в подачу, где 1,5 – коэффициент  
увеличения расхода кокса.

## Приложение Л

(обязательное)

### Расчет теоретической температуры горения топлива (Т<sub>г</sub>)

Теоретическая температура горения топлива определяется по формуле

$$T_g = 2240 + 0,75(t_d - 1000) + 0,48(\omega_d - 0,21) - 3,8M - 6,2(\varphi_d - 8) \quad (Л.1)$$

где 2240 – Т<sub>г</sub> в базовых условиях (t<sub>d</sub> = 1000°С, ω<sub>d</sub> = 8 г/м<sup>3</sup>, М = 0 г/м<sup>3</sup>),

t<sub>d</sub> – температура горячего дутья, °С, М – расход мазута в дутье, г/м<sup>3</sup> сухого дутья

ω<sub>d</sub> – содержание кислорода в дутье, % φ<sub>d</sub> – влажность дутья, г/м<sup>3</sup> сухого дутья

$$\omega_d = \frac{(Q_d - \frac{Q_{\text{кисл}}}{60}) \times 0,21 + \frac{Q_{\text{кисл}}}{60} \times 0,90}{Q_{\text{ТВД}}} \times 100 \quad (Л.2)$$

где Q<sub>кисл</sub> – расход кислорода в дутье, м<sup>3</sup>/ч Q<sub>ТВД</sub> – расход дутья в печь на ТВД, м<sup>3</sup>/мин

0,90 и 0,21 – коэффициенты, учитывающие чистоту подаваемого кислорода и естественное содержание кислорода в атмосферном воздухе.

$$\varphi_d = \varphi_{\text{ест}} + \frac{Q_{\text{п}} \times 10^6}{60 \times Q_d} \quad (Л.3)$$

где Q<sub>п</sub> – расход пара на увлажнение дутья, т/ч, Q<sub>d</sub> – расход дутья в печь, м<sup>3</sup>/мин

φ<sub>ест</sub> – естественная влажность воздуха, г/м<sup>3</sup> (таблица Л.1.)

$$M = \frac{m}{60 \times Q_d} \times 10^6$$

где m – часовой расход мазута, т/ч, Q<sub>d</sub> – расход дутья в печь, м<sup>3</sup>/мин

$$Q_{d \text{ сух}} = Q_d - \varphi_d \times \frac{Q_d \times 22,4}{1000 \times 18} \quad (Л.3)$$

### Пример расчета

Исходные данные:

Март, Q<sub>d</sub> – 3900 м<sup>3</sup>/мин, Q<sub>ТВД</sub> – 4300 м<sup>3</sup>/мин, t<sub>d</sub> – 1020°С, Q<sub>кисл</sub> – 15000 м<sup>3</sup>/ч, m – 9 т/ч,

$$\omega_d = \frac{(4300 - 15000:60) \times 0,21 + 15000:60 \times 0,9}{4300} \times 100 = 25\%$$

$$\varphi_d = 5 + \frac{1,5 \times 1000000}{60 \times 3900} = 11,4 \text{ г/м}^3$$

$$Q_{d \text{ сух}} = 3900 - 11,4 \times \frac{3900 \times 22,4}{1000 \times 18} = 3845 \text{ м}^3/\text{мин}$$

$$M = \frac{9 \times 1000000}{60 \times 3845} = 39,0 \text{ г/м}^3$$

$$T_g = 2240 + 0,75 \times (1020 - 1000) + 48 \times (25,0 - 21,0) - 3,8 \times 39,0 - 6,2 \times (11,4 - 8) = \\ = 2240 + 15 + 192,48 - 148,2 - 21,08 = 2278 \text{ }^\circ\text{C}$$

Таблица Л.1. Сезонная влажность воздуха

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
φ <sub>ест</sub> г/м <sup>3</sup>	1	2	5	6	8	9	10	9	7	5	4	1,5

Приложение М  
(обязательное)

Расчет чистоты технологического кислорода и концентрации кислорода в дутье

1. Чистота кислорода определяется по формуле

$$O_{2\text{техн}} = 0,21 + \frac{60 \times Q_{\text{д}}}{Q_{\text{кисл}}} \times (O_{2\text{д}} - 0,21), \quad (\text{М.1})$$

где  $O_{2\text{д}}$  - доля кислорода в холодном дутье;

$Q_{\text{д}}$  - расход дутья, м<sup>3</sup>/мин;

$Q_{\text{кисл}}$  - расход кислорода на обогащение дутья, м<sup>3</sup>/час

0,21 - доля кислорода в воздухе.

Пример

Исходные данные:

расход кислорода - 25 тыс.м<sup>3</sup>/час

расход дутья (по ТВД) - 5100 м<sup>3</sup>/мин

содержание кислорода в дутье - 26,0%

Чистота технологического кислорода

$$O_{2\text{техн}} = 0,21 + 60 \times 5100 : 25000 \times (0,26 - 0,21) = 0,822$$

Чистота - 82,2%

2. Концентрация кислорода в дутье определяется по формуле:

$$O_{2\text{д}} = \frac{(Q_{\text{д}} - \frac{Q_{\text{кисл}}}{60}) \times 0,21 + \frac{Q_{\text{кисл}}}{60} \times 0,90}{Q_{\text{газ}}} \times 100, \quad (\text{М1})$$

где  $Q_{\text{д}}$  - расход дутья, м<sup>3</sup>/мин;

$Q_{\text{кисл}}$  - расход кислорода на обогащение дутья, м<sup>3</sup>/час

0,21 - доля кислорода в воздухе

0,90 - доля кислорода в технологическом кислороде.

Пример

Исходные данные:

расход кислорода - 25 тыс.м<sup>3</sup>/час

расход дутья (по ТВД) - 5100 м<sup>3</sup>/мин

Концентрация кислорода в дутье

$$O_{2\text{д}} = \frac{(5100 - 2500 : 60) \times 0,21 + 2500 : 60 \times 0,90}{5100} \times 100 = 26,6\%$$

Содержание кислорода в дутье - 26,6%

**Приложение Н**  
(обязательное)

**Количественная оценка влияния основных факторов на содержание кремния и серы в чугунах**

Наименование фактора	Изменение содержания кремния в чугунах, %	Изменение содержания серы в чугунах, %
	( + увеличение, – уменьшение )	
Повышение основности шлака по $\text{CaO/SiO}_2$ на 0,01 ед.	+ (0,10–0,12)	– (0,0012–0,0014)
Увеличение содержания $\text{MgO}$ в шлаке на 1,0 % при неизменной основности шлака по $\text{CaO/SiO}_2$	–	– (0,0023–0,0030)
Увеличение содержания кремния в чугунах на 0,10 %	–	– 0,0012
Уменьшение удельного выхода шлака на 10 кг/т чугуна	– 0,042	+ 0,005
Повышение расхода мазута на 10 кг/т чугуна: при использовании малосернистого мазута при использовании сернистого мазута	+ (0,008–0,009) + (0,008–0,009)	+ (0,00025–0,00035) + (0,001–0,0014)

**Приложение II**  
(обязательное)

**Средства измерений технологического процесса производства чугуна**  
Таблица П.1 — Средства измерений параметров за ружки доменных печей шихтовыми материалами

Наименование измеряемого параметра	Диапазон измерений											
	ДП-2	ДП-3	ДП-4	ДП-2	ДП-3	ДП-4	ДП-2	ДП-3	ДП-4	ДП-2	ДП-3	ДП-4
1. Масса кокса	0-6 т	0-5 т	0-6,5 т	Весы бункерные	Весы бункерные	Весы бункерные	0-6 т	0-6 т	0-10 т	Абсолютная погрешность ±20 кг	Абсолютная погрешность ±25 кг	Абсолютная погрешность ±50 кг
2. Масса железорудных материалов	0-16 т	0-24 т	0-24 т	Весы бункерные	Весы бункерные	Весы бункерные	0-16 т	0-32 т	0-32 т	Абсолютная погрешность ±50 кг	Абсолютная погрешность ±50 кг	Абсолютная погрешность ±50 кг
3. Масса добавок	0-3 т	0-3 т	0-3 т	Весы бункерные	Весы бункерные	Весы бункерные	0-5 т	0-5 т	0-5 т	Абсолютная погрешность ±20 кг	Абсолютная погрешность ±20 кг	Абсолютная погрешность ±20 кг
4. Контроль массы железорудных материалов	0-20 т	0-30 т	0-30 т	Весовое-ручное устройство	Весовое-ручное устройство	Весовое-ручное устройство	0,4-20,0 т	0,4-30,0 т	0,4-30,0 т	Класс точности 0,1	Класс точности 0,1	Класс точности 0,1
5. Контроль массы кокса	0-6 т	0-10 т	0-10 т	Весовое-ручное устройство	Весовое-ручное устройство	Весовое-ручное устройство	0,2-6,0 т	0,2-10,0 т	0,2-10,0 т	Класс точности 0,1	Класс точности 0,1	Класс точности 0,1

**Приложение П**  
(продолжение)

Таблица П.3 – Средства измерений параметров доменного процесса ДП № 2

Наименование измеряемого параметра	Показатели параметра, единица физической величины	Наименование средства измерения, тип	Диапазон измерений	Класс точности измерения или погрешность
1. Расход холодного дутья на доменную печь	0-4000 м <sup>3</sup> /мин	Расходомер ОНТ TORBAR, Датчик диф. давления EJA110A	0-5000 м <sup>3</sup> /мин	Класс точности 0,5
2. Температура холодного дутья	20-90 °С	Термопара ТХК	0-300 °С	Класс точности 2
3. Температура горячего дутья	700-1100 °С	Термопара ТХА (К)	300-1600 °С	Класс точности 2
4. Давление горячего дутья	0-2,8 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик давления EJA530A	0-4,0 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5
5. Давление холодного дутья	0-3,0 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик давления EJA530A	0-4,0 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5
6. Содержание кислорода в дутье	21-27 % объемная доля	Газоаналитический комплекс СГК-43-01Р Газоанализатор ГТМК-18-05	0-50 %	Основная приведенная погрешность ± 4,0 %
7. Расход кислорода на обогащение дутья	0-25 000 м <sup>3</sup> /ч	Датчик Сапфир	0-25 000 м <sup>3</sup> /ч	Класс точности 0,5
8. Расход пара на увлажнение дутья	0-6 т/ч	Расходомер вихревой OPTISWIRL 4070С	0-10 т/ч	Класс точности 0,5
9. Расход мазута	0-5 т/ч	Измерительный преобразователь OPTIMASS 7300 С	0-20 т/ч	Класс точности 0,1
10. Уровень шихты	0,5-3,0 м	Датчик уровня SAABTank Radar Pro П	-1-+4 м	Класс точности 0,1
11. Температура колошникового газа по газо-отводам	100-500 °С	Термопара ТХА	0-1100 °С	Класс точности 2
12. Температура по периферии	400-900 °С	Термопара ТХА	0-1100 °С	Класс точности 2
13. Температура фундамента	20-90 °С	Термопара ТХА	0-500 °С	Класс точности 2
14. Температура шахты	700-1100 °С	Термопара ТХА	0-1000 °С	Класс точности 2
15. Давление под колошником	0-1,8 кгс/см <sup>2</sup>	Измерительный преобразователь EJA530A	0-2,5 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5
16. Выход колошникового газа	0-3×10 <sup>5</sup> м <sup>3</sup> /ч	Измерительный преобразователь 454 FTB	0-4×10 <sup>5</sup> м <sup>3</sup> /ч	Класс точности 0,5

Приложение II  
(продолжение)

Таблица П.3 – Средства измерений параметров доменного процесса ДП № 2  
Наименование измеряемого параметра

Наименование параметра, единица физической величины	Показатели параметра, единица физической величины	Наименование средства измерения, тип	Диапазон измерений	Класс точности средства измерения или погрешность
17. Температура мазута	70-120 °С	Термопара ТХА	0-100 °С	Класс точности 2
18. Давление мазута	8-12 кгс/см <sup>2</sup>	Измерительный преобразователь ЕА530А	0-16 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5
19. Перепад давления фурмы-колошника	1-1,5 кгс/см <sup>2</sup>	Измерительный преобразователь ЕА110А	0-2,5 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5
20. Перепад давления середины шахты-верх печи	0-0,5 кгс/см <sup>2</sup>	Измерительный преобразователь ЕА110А	0-2,5 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5
21. Перепад давления середины шахты-низ печи	0-1,5 кгс/см <sup>2</sup>	Измерительный преобразователь ЕА110А	0-2,5 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5
22. Влажность кокса	0-15,0 %	Влагомер нейтронный стационарный ВН-ЛВ 350	0-25,0 %	Класс точности 0,5
23. Содержание СО в чистом колошниковом газе	20,0-35,0 %	Газоаналитический комплекс СГК-10М-18-02	0-50 %	Основная приведенная погрешность ± 4,0 %
24. Содержание СО <sub>2</sub> в чистом колошниковом газе	12,0-22,0 %	Газоаналитический комплекс СГК-10М-18-02 ЕТ-200-28	0-50 %	Основная приведенная погрешность ± 4,0 %
25. Содержание Н <sub>2</sub> в чистом колошниковом газе	1,0-6,0 %	Газоаналитический комплекс СГК-10М-18-02 ДИСК-ТК	0-20 %	Основная приведенная погрешность ± 4,0 %
26. Содержание СО по радиусу колошника	20,0-35,0 %	Газоаналитический комплекс на базе ВР267 ТМТ- АВВ (Uras-24)	0-50 %	Абсолютная погрешность ± 0,5 %
27. Содержание СО <sub>2</sub> по радиусу колошника	12,0-22,0 %	Газоаналитический комплекс на базе ВР267 ТМТ- АВВ (Uras-24)	0-50 %	Абсолютная погрешность ± 0,5 %
28. Содержание Н <sub>2</sub> по радиусу колошника	1,0-6,0 %	Газоаналитический комплекс на базе ВР267 ТМТ- АВВ (Caldos-27)	0-10 %	Абсолютная погрешность ± 1,0 %
29. Содержание кислорода в лымовых газах воздухоподогревателей	-	Циркониевые газоанализаторы ZR22G-ZR402G	0-25 %	-
30. Влажность холодного дутья	0-35 г/м <sup>3</sup>	Трансмиссивный датчик температуры для промышленного применения JUMO 90.7023.1	0-60 г/м <sup>3</sup>	Класс точности 1,5
31. Система газовой безопасности	СО 0-300ppm О <sub>2</sub> 19,0-23%	Газоанализатор Dräger - Proluton	0 - 500ppm 0 - 25%	Погрешность по неопределенности

**Приложение П**  
(продолжение)

Таблица П.4 – Средства измерений параметров доменного процесса ДП № 3

Наименование измеряемого параметра	Показатели параметра, единица физической величины	Наименование средства измерения, тип	Диапазон измерений	Класс точности сред-ства измерения или погрешность
1. Расход холодного дутья на доменную печь	0-6000 м <sup>3</sup> /мин	Термомассовый расходомер KURZ	0-8000 м <sup>3</sup> /мин	Класс точности 0,5
2. Температура холодного дутья	70-90 °С	Датчик температуры РГ-100	0-180 °С	Класс точности 2
3. Температура горячего дутья	700-1100 °С	Термопара ТПП (ХА)	0-1300 °С	Класс точности 2
4. Давление горячего дутья	0-3,6 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик давления Seagat S PMC 71	0-4,0 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,25
5. Давление холодного дутья	0-3,8 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик давления АВВ 2020 TGABB 2020 TG	0-5,0 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5 (0,25)
6. Содержание кислорода в дутье	21,0-27,0 %	Преобразователь JUMO dTRANS р02 Газоанализатор SITRANS SL	0-100,0 %	-
7. Расход кислорода на обогащение дутья	10 000-27 000 м <sup>3</sup> /час	Преобразователь Сапфир А-542	0-40 000 м <sup>3</sup> /час	Класс точности 0,5
8. Расход пара на увлажнение дутья	0-10 т/час	Расходомер OPTISWIRL 4070	0-16 т/час	Класс точности 0,5
9. Расход мазута	0-15 т/час	Расходомер MFM 7050r	0-25 т/час	Класс точности 0,1
10. Уровень шихты	1,33-24,00 м	Датчик уровня Saab TankRadar PRO	0-26,00 м	Класс точности 0,5
11. Температура колошникового газа по газо-отводам	100-500 °С	Термопара ТХА	0-800 °С	Класс точности 2
12. Температура по периферии	400-800 °С	Термопара ТХА	0-1000 °С	Класс точности 2
13. Температура фундамента	100-200 °С	Термопара ТХА	0-500 °С	Класс точности 2

**Приложение П**  
(продолжение)

Таблица П.4 – Средства измерений параметров доменного процесса ДШ № 3  
(продолжение)

Наименование измеримого параметра	Показатели параметра, единица физической величины	Наименование средства измерения, тип	Диапазон измерений	Класс точности средства измерения или погрешность
15. Давление под колошником	0-2,0 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик давления TG JUMO dTRANS p02	0-3,0 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,50 (0,25)
16. Выход колошникового газа				
17. Температура мазута	70-120 °С	ТСМ-50М	0-180 °С	Класс точности 1,5
18. Давление мазута	9-14 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик давления ABB 2020 TGABB 2020 TG JUMO dTRANS p02	0-16 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,50 (0,25)
19. Перепад давления фурмы-колошник	0-1,5 кгс/см <sup>2</sup>	Cetabar S PMC 71 Датчик давления ABB 2020TG	0-4,0 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,25 (0,50)
20. Перепад давления середина шахты-верх печи	0-0,5 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик давления Cetabar S PMC 71	0-4,0 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,25
21. Перепад давления середина шахты-низ печи	0-1,5 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик давления Cetabar S PMC 71	0-4,0 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,25
22. Влажность кокса	0-15,0 кгс/см <sup>2</sup>	RGI FWC4W32	0-25,0 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5
23. Содержание СО в колошниковом газе	20,0-35,0 %	Газоанализатор URAS 26		≤ 1 %
24. Содержание СО <sub>2</sub> в колошниковом газе	12,0-22,0 %	Газоанализатор URAS 26	0-25 %	≤ 1 %
25. Содержание Н <sub>2</sub> в колошниковом газе	1,0-6,0 %	Газоанализатор р Caldos 27	0-20 %	≤ 2 %
26. Содержание СО по радиусу колошника	20,0-35,0 %			
27. Содержание СО <sub>2</sub> по радиусу колошника	12,0-22,0 %		0-50 %	≤ 1 %
28. Содержание Н <sub>2</sub> по радиусу колошника	1,0-6,0 %		0-25 %	≤ 1 %
29. Содержание кислорода в дымовых газах			0-20 %	≤ 2 %
			0-25 %	Абсолютная погрешность ± 1 %

**Приложение П**  
(продолжение)

Таблица П.5 – Средства измерений параметров доменного процесса ДП № 4

Наименование измеряемого параметра	Показатели параметра, единица физической величины	Наименование средства измерения, тип	Диапазон измерений	Класс точности средства измерения или погрешность
1. Расход холодного дутья на доменную печь	$0-6 \times 10^3 \text{ м}^3/\text{мин}$	Датчик VOKOGAWA EJA110A-EMS4A-69NC	$0-8 \times 10^3 \text{ м}^3/\text{мин}$	Класс точности 0,07
2. Температура холодного дутья	70-90 °С	Термопара ТХК 9312	0-200 °С	Класс точности 2
3. Температура горячего дутья	700-1100 °С	Термопара ТНН	300-1600 °С	Класс точности 2
4. Давление горячего дутья	0-3,6 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик АBB 265GS	0-6 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5
5. Давление холодного дутья	0-3,8 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик Метран-100	0-6 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,25
6. Содержание кислорода в дутье	21-27 %	Газоанализатор АГ0011	0-50 %	Основная приведенная погрешность ± 2,0 %
7. Расход кислорода на обогащение дутья	10 000 -27 000 м <sup>3</sup> /ч	Датчик Сапфир А-542	0-40 000 м <sup>3</sup> /ч	Класс точности 0,5
8. Расход пара на увлажнение дутья	0-12 т/ч	Датчик Метран-100	0-16 т/ч	Класс точности 0,25
9. Расход мазута	0-20 т/ч	Массовый расходомер KRONE MFM7050F-T25	0-25 т/ч	Класс точности 0,1
10. Уровень шихты	0,5-3,0 м	Датчик абсолютного значения СИМЕНС 6FX2001-SFP24	-1-+4 м	Класс точности 0,1
11. Температура колошникового газа по газо-отводам	100-500 °С	Термопара ТХА	0-800 °С	Класс точности 2
12. Температура по периферии	400-900 °С	Термопара ТХА 9310	0-1000 °С	Класс точности 2
13. Температура фундамента	160-200 °С	Термопара ТХА 1007	0-500 °С	Класс точности 2
14. Температура шахты	400-800 °С	Термопара ТХА 9505	0-1000 °С	Класс точности 2
15. Давление под колошником	0-1,8 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик АBB 265GS	0-4 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5
16. Выход колошникового газа	$0-6 \times 10^5 \text{ м}^3/\text{ч}$	Датчик Метран-100 А-542	$0-8 \times 10^5 \text{ м}^3/\text{ч}$	Класс точности 0,25
17. Температура мазута	80-120 °С	Термопара ТХК 9312	0-200 °С	Класс точности 0,5
18. Давление мазута	10-12 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик Метран-100	0-16 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 2
				Класс точности 0,25

Приложение П  
(продолжение)

Таблица П.5 — Средства измерений параметров доменного процесса ДП № 4  
Наименование измеряемого параметра

Наименование измеряемого параметра	Показатели параметра, единица физической величины	Наименование средства измерения, тип	Диапазон измерений	Класс точности средства измерения или погрешность
19. Перепад давления фурмы-колошника	0-1,5 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик Метран-100	0-2,5 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,25
20. Перепад давления середина шахты-верх печи	0-0,5 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик Метран-100	0-4 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,25
21. Перепад давления середина шахты-низ печи	0-1,5 кгс/см <sup>2</sup>	Датчик АBB 265GS	0-6 кгс/см <sup>2</sup>	Класс точности 0,5
22. Влажность кокса	0-15 %	Влагомер нейтронный стационарный ВНС-7206	0-25 %	Класс точности 0,5
23. Содержание СО в чистом колошниковом газе	20,0-35,0 %	Газоанализатор ГИАМ-14 ГАУ-Д-М1	0-30 %	Основная приведенная погрешность ± 2,0%
24. Содержание СО <sub>2</sub> в чистом колошниковом газе	12,0-22,0 %	Газоанализатор ГИАМ-14 ГАУ-Д-М1	0-30 %	Основная приведенная погрешность ± 2,0%
25. Содержание Н <sub>2</sub> в колошниковом газе	1,0-6,0 %	Газоанализатор АГ0012	0-20 %	Основная приведенная погрешность ± 2,0%
26. Содержание СО по радиусу колошника	20,0-35,0 %	ГАУ-Д-М-1	0-40 %	SKO ± 0,2%
27. Содержание СО <sub>2</sub> по радиусу колошника	12,0-22,0 %	Газоаналитический комплекс ЭМГ-20-1	0-25 %	SKO ± 0,2%
28. Содержание Н <sub>2</sub> по радиусу колошника	1,0-6,0 %	Газоаналитический комплекс ЭМГ-20-1	0-10 %	SKO ± 0,2%
29. Содержание кислорода и окиси углерода в дымовых газах	-	-	СО 0-2000 ppm О <sub>2</sub> 0-25 %	
30. Система газовой безопасности	СО 0-300 ppm О <sub>2</sub> 19,0-23,0 %/я	Датчики Draeger - Polutron 5 датчиков на СО	СО 0-1000 ppm О <sub>2</sub> 0-25 %	Погрешность по неопределённости

Приложение Р  
(Обязательное)

Эскиз пробницы для отбора проб чугуна

