Дипломный проект

на тему

«Проект доменной печи производительностью 7000 т передельного чугуна в сутки»

**Введение**

Значительные достижения металлургической науки в последние годы обусловлены использованием современных методов исследования и контроля, позволивших значительно углубить представления о металлургических процессах. Представить сущность процессов, протекающих при металлургическом переделе железных руд, невозможно без использования современных знаний в области физической химии, кристаллографии, физики твердого тела и т.д.

Несмотря на быстрое развитие новых отраслей промышленности, металлургия сохраняет и долго еще будет сохранять свое преимущественное положение в современной индустрии.

Особое место в интенсификации производства отводится реконструкции и механическому перевооружению предприятий, автоматизации и совершенствованию производства на базе современной науки и техники. Целью данной работы является разработка строительства доменной печи с использованием материалов, оборудования на усовершенствованном уровне. Использование внепечного оборудования новейших технологий, применяемого за рубежом.

Применение в качестве добавок жидкого и газообразного топлив явилось одним из главных направлений развития технологии доменного производства в истекшем десятилетии. В последние годы возрос интерес к использованию дешевого и малодефицитного измельченного твердого топлива как заменителя кокса. В СССР и за рубежом выполнен ряд научно-исследовательских и опытно-промышленных работ, значительно приблизивших решение этой проблемы в промышленном масштабе.

1. **Выбор и обоснование сырьевой базы**
   1. **Железорудные материалы**

Балансовые запасы собственно железорудных месторождений Северо-Запада составляют по всем категориям 2504 млн. т и содержат 588 млн. т извлекаемого железа, что обеспечивает выплавку около 7 млн. т чугуна в год в течение 80 лет или более значительную выплавку, но с меньшим сроком обеспеченности [1].

Оленегорское месторождение расположено к югу от Мурманска, близ ст. Оленья Кировской железной дороги. Главными рудными минералами являются магнетит и гематит. В целом ¾ рудного железа заключено в магнетите, а ¼ – в гематите.

Ковдорское месторождение расположено в 118 км от ст. Пинозеро Кировской железной дороги. Приурочено к контакту известняков со щелочной интрузией. На обогатительной фабрике Ковдорского рудника двухстадийная магнитная сепарация руд: сухая и мокрая.

Костамукшское месттрождение находится в 65 км от железнодорожной ст. Юшкозеро. Месторождение приурочено к комплексу нижнеархейских метаморфических сланцев, железистых кварцитов метаморфизованных эффузивов. Это месторождение рассматривается в качестве резерва на отдаленное будущее.

Реальные возможности использования этих ресурсов весьма ограничиваются их невысокой экономической эффективностью как из-за требующейся большой транспортной работы при потреблении руд, так и вследствие расположения в необжитом районе с высокой заработной платой.

* 1. **Флюсы**

Флюсы это добавки вводимые в доменную печь и аглошихту для снижения температуры плавления пустой породы и предания доменному шлаку необходимого состава и физических свойств, обеспечивающих получение чугуна заданной марки и нормальную работу печи.

В доменном цехе и на аглофабриках в основном используют основные флюсы (известняк, доломитизированный известняк). Вывод из доменной шихты сырого известняка снижает удельный расход кокса на тонну чугуна, поэтому применяют офлюсованный агломерат и окатыши, т.е. известняк поступает на аглофабрики для спекания агломерата.

Техническая характеристика известняка поступающего на аглофабрики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав известняка, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал | SiO2 | Al2O3 | Fe | Fe2O3 | MnO | P2O5 | ZnO | SO3 | П.п.п. | K2O |
| Известняк | 2.13 | 0.38 | 1.44 | 2.05 | 0.01 | 0.01 | 0.004 | 0.04 | 41.61 | 0.15 |

**1.3 Топливо**

В качестве топлива, восстановителя и разрыхлителя шихты в доменном производстве применяют кокс – прочное спекшееся вещество, остающееся после удаления из каменного угля летучих веществ при нагревании до температуры 950 – 1100 град. без доступа воздуха [2].

В связи с непрерывным ростом производства чугуна и недостатком коксующихся углей особенно остро стоит вопрос о снижении расхода кокса в доменных печах. В данное время применяют в качестве заменителя кокса природный газ. Коэффициент замены кокса природным газом 0,5–1,0.

**2. Выбор, расчет и обоснование технологических параметров плавки**

**2.1 Температура и влажность дутья**

В связи с непрерывным ростом производства чугуна и недостатком коксующихся углей – особенно остро стоит вопрос о снижении расхода кокса в доменных печах. Повышение температуры дутья является важным условием снижения расхода кокса и увеличением подачи в печь его заменителей (мазут, природный газ, угольная пыль).

Средняя естественная влажность воздуха – 12,5 г/м3. Увлажнение дутья позволяет быстро и эффективно регулировать тепловое состояние печи. С применением природного газа роль и значение увлажненного дутья изменилась. Поэтому при применении природного газа влажность дутья снижают, иногда до естественной, стремясь предельно увеличить теплосодержание дутья и подать в печь максимальное количество заменителей кокса. Но увлажнение дутья не только дает возможность работать с высоким нагревом дутья, но и позволяет устранить влияние колебаний атмосферной влажности на нагрев печи, эффективно регулировать тепловое состояние горна, повышать интенсивность плавки благодаря повышению содержания кислорода в дутье [3].

**2.2 Степень обогащения дутья кислородом**

Повышение концентрации кислорода в дутье сопровождается уменьшением расхода дутья на 1 кг сгорающего у фурм углерода, приблизительно обратно пропорционального, и несколько более медленным уменьшением выхода фурменного газа. Повышение концентрации кислорода в дутье, как и увеличение температуры дутья, сопровождается значительным ростом теоретической температуры горения. С увеличением концентрации кислорода уменьшается количество газов на единицу выплавляемого чугуна.

При выплавке передельного чугуна чрезмерные температуры в горне вызывают значительные затруднения в ведении плавки (систематические подвисания шихты) и препятствуют получению малокремнистого чугуна. Однако понижение теоретических температур горения может быть достигнуто путем понижения температуры дутья или значительного его увлажнения, (но оба эти способа связаны с перерасходом кокса), либо путем вдувания в горн природного газа и других углеводородов.

Для сохранения оптимальных тепловых и газодинамических условий в печи принимаю расход кислорода – 80 м3/т, природного газа – 104 м3/т.

**2.3 Расход топливной добавки**

В качестве топливной добавки широкое применение получил природный газ. Вдувание природного газа в доменную печь сопровождается увеличением количества продуктов горения, снижением температуры газа в горне, расширением косвенного восстановления и уменьшением расхода кокса. Совместное применение обогащенного дутья кислородом и природного газа дает возможность существенно сократить удельный расход кокса, повысить интенсивность плавки и производительность печи.

Однако во избежании неполадок связанных с переохлаждением горна и образовании сажистого углерода при горении газа у фурм, а также эффективного использования вдуваемого газа и рационального его расхода первостепенное значение имеет распределение газа по фурмам и хорошее смешение его с дутьем.

**2.4 Давление дутья и колошникового газа**

Увеличение давления газов на колошнике увеличивает интенсивность плавки и производительность печи. Кроме того сокращается существенно вынос пыли. С увеличением давления дутья понижается содержание серы в чугуне, кремния, а также увеличивается содержание углерода – все это улучшает качество чугуна. В данном расчете принято давление колошникового газа – 2,5 мПа.

**2.5 Расход железорудных материалов**

Согласно расчету шихты (приложение А) на 1 тонну чугуна расходуется:

– агломерата 1099,5 кг;

– окатышей 452,9 кг.

**2.6 Состав чугуна**

Химический состав чугуна представлен в таблице 2 (приложение А):

Таблица 2 – Химический состав чугуна

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент | Si | S | Mn | C | P | Fe |
| Содержание, % | 0.50 | 0.02 | 0.30 | 4.52 | 0.07 | 94.57 |

Полученный чугун (из расчета) удовлетворяет ГОСТу 805–80

**2.7 Состав шлака и его физические и физико-химические свойства**

Химический состав шлака представлен в таблице 3 (приложение А):

Таблица 3 – Химический состав шлака

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Соединения | SiO2 | CaO | FeO | S | Al2O3 | MgO | MnO |
| Содержание, % | 39.96 | 38.77 | 0.49 | 0.79 | 8.73 | 10.21 | 1.05 |

Основность шлака CaO/SiO2 = 0,97.

Температура плавления шлака tшл = 1400 град. С, вязкость – 0,4 нс/м2 или (4 пуаз).

**2.8 Показатели тепловой работы**

Согласно расчету шихты (приложение А) показатели тепловой работы следующие:

– Полезно используемое тепло q исп = 8549,10 МДж/т;

– коэффициент использования тепла Кт = 88,78%;

– количество тепла выделяющегося на 1 кг суммарного углерода qс = 13,36 МДж/кг;

– коэффициент использования энергии горючего Кс = 51,59%.

Показатели тепловой работы полученные в результате расчета шихты, соответствуют обычно встречающимся в практике и показывают, что величина удельного расхода кокса выбрана верно.

**2.9 Показатели восстановительной работы и состав колошникового газа**

В результате расчета шихты (приложение А), получен следующий состав колошникового газа:

Таблица 4 – Состав колошникового газа

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент | CO2 | H2 | CO | N2 |
| Содержание, % | 20.69 | 8.22 | 23.53 | 47.56 |

Степень прямого восстановления Rd = 23,7%.

Степень использования восстановительной способности водорода и окиси углерода соответственно: 0,421 и 0,468

Отношение степеней использования водорода и окиси углерода находится в пределах 0,9–1,2. В данном расчете 0,421/0,468=0,9, что соответствует встречающимся значениям. Имеющийся резерв в повышении степени использования газов будет реализован подбором рациональных режимов загрузки, что позволит получить дополнительную экономию кокса.

**2.10 Расход кокса**

Доменная печь обеспечивается коксом сухого тушения фракции более 40 мм, допускается загрузка отдельными порциями по специальной программе коксового орешка 15–25 мм. Запрещается увлажнять кокс сухого тушения с целью обеспыливания и охлаждения, поскольку это лишает одного из основных преимуществ – постоянства содержания влаги, а следовательно и стабилизации теплового состояния печи.

Качество кокса должно характеризоваться следующими показателями:

– технический анализ;

– показатели прочности;

– гранулометрический состав.

В данном расчете удельный расход кокса принимаем 430 кг/т чугуна.

**3. Конструкция и оборудование печи**

**3.1 Конструкция печи**

**3.1.1 Профиль**

Профилем называют очертания вертикального осевого сечения рабочего пространства печи. Рациональный профиль обеспечивает максимальную производительность и минимальный расход кокса. Трудность в выявлении рационального профиля заключается в качестве сырых материалов и топлива. В настоящее время влияние профиля на результаты плавки уменьшилось, т. к. профиль близок к рациональному, но полностью не исчезло. Изменение размеров профиля близких к рациональным дает увеличение производительности на 2–4%. Результаты расчета профиля печи представлены в «приложении Б», которые выполнены по методу Павлова с элементами оптимизации.

**3.1.2 Огнеупорная кладка**

Футеровка предназначена для сохранения проектного профиля печи, защиты холодильников и кожуха печи от разрушения. В условиях эксплуатации футеровка испытывает воздействие высоких, переменных во времени и неравномерно распределенных температур, давления жидкого чугуна и шлака, газов, истирающему воздействию шихты. Поэтому ее стойкость зависит от основных свойств огнеупоров [4]:

огнеупорность – свойство сохранять форму и размеры при воздействии высоких температур;

термостойкость – способность выдерживать колебания температуры;

усадка – уменьшение объема;

сопротивление истиранию;

пористость – отношение объема сквозных пор к общему объему образца;

химическая устойчивость – способность огнеупорных материалов противостоять химическому воздействию продуктов плавки;

теплопроводность.

Расчет огнеупорной кладки печи представлен в «приложении Б». На данной печи используется цельноуглеродистая футеровка лещади. Для нее предусмотрена укладка двух вертикальных рядов блоков – снизу графитированных, а сверху углеродистых. По переферии лещадь выкладывается горизонтальными прямоугольными углеродистыми блоками. В центре сверху углеродистых блоков укладывается два ряда высокоогнеупорных муллитовых изделий. Общая толщина лещади составляет 4354 мм.

В неохлаждаемой части шахты укладываем шамотные изделия. Для компенсации теплового расширения кладки зазоры между кладкой и холодильниками заполняем засыпкой на углеродистой основе. Зазор между кожухом и кладкой неохлаждаемой части шахты заполняем пастой на каолиновой основе.

**3.1.3 Охлаждение кладки**

Охлаждение выполняет следующие функции:

– предохраняет материал деталей, работающих в зонах высоких температур, от разрушения или преждевременного износа;

– способствует образованию на холодильниках гарнисажа, предохраняющего их от истирания и обеспечивающего постоянный профиль и ровный ход печи;

– способствует правильному распределению тепловых потоков внутри кладки, исключающему термические напряжения и изолирующему от высоких температур.

Лещадь доменной печи охлаждается снизу чугунными плитовыми холодильниками с залитыми трубами, по которым проходит вода.

В районах леток для чугуна, фурменной зоны и заплечиков устанавливаются гладкие холодильные плиты с двумя рядами охлаждающих трубок.

Распар и шахта – ребристые холодильники. Для экономического использования технической воды применяется система оборотного водоснабжения.

**3.1.4 Металлоконструкции**

К металлоконструкциям относятся: кожух печи, копер, колошник, газоотводы и площадки.

Кожух печи, примыкающие к нему холодильники и кладка составляют единую взаимосвязанную систему, определяющую долговечность ее работы. Повреждение одного из элементов этой системы приводит к разрушению двух других.

Доменные печи имеют сварной кожух, из листов толщиной 20–40 мм. Газ от печей отводится четырьмя газоотводами, врезанными в купол. Они размещены симметрично для равномерного отвода газа.

Площадки вокруг печи предназначены для обслуживания холодильников и другого оборудования.

**3.1.5 Арматура**

К арматуре печи относятся: арматура чугунной летки, шлаковый прибор, фурменный прибор, засыпной аппарат.

Чугунная летка представляет собой прямоугольный канал в нижней части горна, выложенный шамотными изделиями.

Шлаковая летка оснащена водоохлаждаемой арматурой, состоящей из рамы, прикрепленной к стальному фланцу кожуха печи; шлаковой кадушки; амбразуры и шлаковой фурмы.

На данной печи установлены 24 фурмы (приложение Б).

Фурменный прибор состоит из полой, охлаждаемой водой медной фурмы, медного холодильника, чугунной амбразуры с охлаждающей трубкой, сопла, подвижного колена с гляделкой и неподвижного колена.

На печи применяется бесконусное загрузочное устройство.

**3.1.6 Загрузочное устройство**

Конструктивной особенностью БЗУ является расположение трансмиссионного редуктора в рабочем пространстве печи. Температура редуктора должна составлять 30–40 град. С, температура колошникового газа не должна превышать 350 град. С.

Редуктор охлаждается азотом, система охлаждения эксплуатируется в соответствии со специальной инструкцией.

Передвижная приемная воронка служит для направления материала в соответствующий промежуточный бункер и защиты верхних газоотсекающих клапанов от остатков шихты на конвейере, для чего она снабжена челюстным шихтовым затвором. Воронка имеет гидравлические приводы передвижения.

Промежуточные бункеры предназначены для приема шихтовых материалов и шлюзования их перед загрузкой в печь. Каждый бункер снабжен верхним и нижним газоотсекающим клапаном и шихтовым затвором.

Скорость высыпания для железорудной части шихты должна быть в пределах от 1 до 1,15 т/с, для кокса – 0,2–0,25 т/с.

Лоток служит для распределения материалов по окружности и по радиусу колошника. Он имеет приводы для вращения в двух противоположных направлениях и изменения угла наклона.

Распределительный лоток БЗУ печи может в автоматическом и дистанционном режимах работы изменять угол наклона, относительно вертикали, от 8 до 50 град. в 11 фиксированных угловых положениях.

Время выгрузки для всех видов материалов из промежуточного бункера БЗУ должно быть постоянным. Это обеспечивается выбором соответствующего угла раскрытия шихтового затвора для материалов с различными свойствами.

**3.2 Выбор вспомогательных устройств**

**3.2.1 Воздуходувные средства**

Сжатие и нагнетание дутья в печи осуществляется центробежными компрессорами с паротурбинным приводом, работающим на паре высокого давления (до 9 МПа/м2). Воздуходувные машины имеют большую мощность, экономичное и гибкое регулирование числа оборотов и высокую надежность. С переводом печей на работу с высоким давлением газа под колошником и с широким применением кислорода и природного газа, изменились требования к параметрам дутья. С уменьшением расхода воздуха компрессоры должны обеспечивать более высокое давление дутья.

Техническая характеристика воздуходувной машины приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Техническая характеристика воздуходувной машины [2]

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование показателя | К-5500–41–1 |
| Производительность при режиме, м3/мин:  Максимальная  Минимальная  Давление, кПа/м2 (кг/см2):  Нормальное  Максимальное  Максимальное число оборотов | 5000  3000  430 (4,3)  540 (5,4)  3600 |

**3.2.2 Воздухонагреватель**

Для обеспечения нагрева дутья до температуры 1250 град. С принимаем высокотемпературный воздухонагреватель регенеративного типа с камерой горения в куполе. Для нашей печи полезным объемом 2824 м3 принимаем четыре таких воздухонагревателя.

Огнеупорная насадка воздухонагревателя нагревается теплом, полученным от сжигания колошникового газа, после чего аккумулированное насадкой тепло передается дутью.

Кожух сваривают из листовой стали толщиной 20 мм в основной части, 24–26 в купольной и 24 мм в днище. Футеровку купола выполняют толщиной 450 мм. Воздухонагреватель имеет теплоизоляционную защиту из трепельного и легковесного кирпичей по одному ряду каждого. Высокотемпературная зона со встроенной камерой горения выкладывается динасовыми огнеупорами, остальные зоны – шамотными.

Конструктивная и тепловая характеристики воздухонагревателя приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Конструктивная и тепловая характеристики воздухонагревателя [2]

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Объем печи  2824 м3 |
| Высота воздухонагревателя полная, м  Диаметр воздухонагревателя, м  Радиус купола, м  Камера насадки:  высота, м  полезное сечение, м2  Камера горения:  высота, м  сечение, м2  Температура, град. С:  купола  дутья  уходящих газов | 44,2  9,19  4,68  43,3  42,0  33,7  6,06  1300–1550  1250  400 |

**3.2.3 Подача и загрузка шихты**

Агломерат и кокс в приемные бункера шихтоподачи подаются системой конвейеров непосредственно из агломерационного и коксохимического производств комбината. Добавки также подаются конвейерами со специального приемного устройства. Коксовая мелочь подается в специально выделенный бункер, оборудованный грохотом с диаметром отверстий сит 15 мм.

Нормальный запас агломерата, окатышей, руды и кокса в приемных бункерах определяется объемом бункеров. Полнота заполнения бункеров материалами должна быть не менее чем на 2/3 их емкости. Полное опорожнение бункеров запрещается.

Кокс, агломерат, окатыши выдаются из бункеров непосредственно на доменный конвейер по схеме: приемный бункер, 3 грохота типа ГСТ-62, весовой бункер с регулируемым затвором, сборная воронка, доменный конвейер для подачи шихты на колошник. Добавки выдаются из бункеров питателями в весовые бункера и далее на доменный конвейер без отсева мелочи. При этом регулируемые затворы весовых бункеров устанавливаются в положение, исключающее переполнение конвейера доменного.

Бесперебойная ритмичная загрузка материалов в доменную печь в заданной последовательности и установленной массы с обеспечением постоянства уровня засыпи на колошнике являются одним из основных условий ровного и устойчивого хода печи.

**3.2.4 Очистка доменного газа**

Количество пыли в газе изменяется в зависимости от степени подготовки сырья к плавке, прочности кокса и ровности хода печи. Содержание пыли в газа резко сокращается при работе печей на режиме повышенного давления газа на колошнике. По количеству пыли, остающейся в газе после его очистки, последняя классифицируется на грубую, полутонкую и тонкую. По способу очистки газа газоочистительные средства разделяют на сухие и мокрые. Грубая очистка производится сухим способом. Полутонкую очистку газа осуществляют мокрым способом, т.е. обильным увлажнением газа, после которого смоченные частицы пыли удаляются вместе с водой из газовой среды виде шлама.

Тонкая очистка является конечной стадией очистки газа и требует обязательной предварительной подготовки для получения надлежащего эффекта. Тонкая очистка осуществляется фильтрацией газа через тканевые фильтры или наэлектризованием частиц пыли и притягиванием их проводниками электрического тока в электростатических аппаратах или устройствах, работающих по принципу тесного перемешивания газа с водой.

Для очистки доменного газа в нашем случае принята следующая схема газоочистки в соответствии с рисунком 1 (обозначения в тексте).

Пылеуловитель 1 с центробежным подводом газа. Основные параметры: скорость газа на входе 12 нм/с; скорость подъема газа 1,1 нм/с; степень очистки газа 50%; время пребывания газа 13 с. Скруббер 2 – полый форсуночный скруббер представляет собой шахту (колонну) круглого сечения, в верхней части которой размещено несколько ярусов орошения с большим числом форсунок, распыляющих воду и создающих равномерный поток мелких капель воды, движущихся вниз. Нижняя часть скруббера заканчивается конусом и заполнена водой, уровень которой поддерживается постоянным. Запыленный газ подведенный снизу, распределяется по всему сечению и движется вверх. В результате происходит контакт частиц пыли с каплями воды, тем самым, осуществляется очистка газа от пыли. В скрубберах достаточно эффективно улавливаются частицы пыли более 10 мкм (0,01 мм). Частицы размером меньше 5 мкм практически не улавливаются. Трубы Вентури 3 – Скрубберы Вентури являются наиболее распространенным и эффективным типом мокрого пылеуловителя, который обеспечивает очистку газов от частиц пыли практически любого дисперсного состава.

Конструктивно скруббер Вентури представляет собой сочетание орошаемой трубы Вентури и каплеуловителя. Труба Вентури состоит из сужения на входе-конфузора и плавного расширения на выходе-диффузора. Пережим сечения трубы Вентури получил название горловины. Принцип действия трубы Вентури основан на интенсивном раздроблении частиц орошающей жидкости газовым потоком, движущимся с высокой скоростью (порядка 50 – 150 м/с. Осаждению частиц пыли на каплях орошающей жидкости способствуют турбулентность газового потока и высокие относительные между частицами пыли и каплями. Труба Вентури эффективно работает на пылях со средним размеров частиц 1–2 мкм в широком диапозоне начальной концентрации (0,05–100 г./м3).

Каплеуловитель 4, дроссельная группа 5, каплеуловитель 6, нагревательный элемент 7, ГУБТ 8.

**3.2.5 Уборка и переработка жидких продуктов плавки**

Для транспортировки жидких продуктов плавки потребителям используются чугуновозные ковши грушевидной формы емкостью 100 тонн. Шлак перевозится в шлаковозах конической формы емкостью 16,5 м3.

Техническая характеристика чугуновоза и шлаковоза представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Техническая характеристика чугуновоза и шлаковоза

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Величина |
| Модель чугуновоза  Емкость ковша полезная, т  Длина чугуновоза по осям автосцепок, мм  База чугуновоза, мм  База тележки, мм  Скорость движения, км/ч (не более)  Усилие на ось тележки, тс  Масса чугуновоза груженого, т  порожнего без футеровки, т  Шлаковоз  Емкость чаши, м3  Масса чаши, т  Длина шлаковоза по осям, мм  Угол поворота чаши, град  Время поворота чаши, мин  Мощность привода, кВт  Скорость вращения, об/мин  Скорость груженого шлаковоза, км/ч  Масса порожнего шлаковоза, т | Г-9–100  100  8200  4160  1300  15  40  156  37,2  16,5  19,7  7850  118  1,5  22  705  15  63,2 |

**4. Автоматизация и механизация производственных процессов**

**4.1 Контрольно-измерительная и регулирующая аппаратура**

**4.1.1 Расход, температура и влажность дутья**

Система автоматического регулирования расхода и параметров (температуры, влажности, содержания кислорода и т.п.) дутья является одной из наиболее совершенных и надежных подсистем автоматического регулирования доменного процесса.

Эта система состоит из следующих подсистем:

– стабилизация работы воздуходувок на паровоздушной станции;

– стабилизация расхода и параметров пара, природного газа, доменного газа, кислорода;

– управления работой и регулирование температуры воздухонагреватедей;

– регулирование расхода дутья в соответствии с ходом доменного процесса

– регулирование влажности;

– регулирование соотношений расходов дутья, пара и кислорода;

– регулирование температуры дутья.

Кроме этого, система автоматического регулирования дутья функционально связана с системой распределения дутья по фурмам и регулирования соотношений горячего дутья, природного газа и холодного кислорода, вдуваемых через каждую фурму.

Каждая из подсистем состоит из датчиков Д величины регулируемого параметра, вторичного регистрирующего и показывающего прибора (Vi, hi, Wd, Ck, h) регулятора Pi и исполнительного механизма, реализующих заданный режим контроля и регулирования.

Задатчики работают в режиме ручного управления с импульсом от оператора или автоматического устройства. В последнем случае задатчик с помощью соответствующего логического устройства, реализующего заданный алгоритм согласования нагрузок или синхронизации, связан с соответствующими подсистемами САРД или системами автоматического регулирования доменного процесса.

Задачей систем стабилизации является поддержание расходов, давления и температуры компонентов, вдуваемых в печь, на заданном уровне. Все системы стабилизации, за исключением системы автоматического регулирования температуры горячего дутья, являются стандартными ЕАР, использующими стандартную аппаратуру.

Автоматическое регулирование температуры горячего дутья осуществляется установкой, состоящей из: измерительного органа; электронного регулирующего потенциометра; изодромного регулятора и дроссельного клапана (установленного в смесительном воздухопроводе) с исполнительным механизмом.

Регулятор поддерживает температуру горячего дутья на заданном уровне независимо от количества дутья. При отклонении температуры от заданного уровня, регулятор дает команду исполнительному механизму на открытие или закрытие дроссельного клапана в зависимости от знака разбаланса. Дроссельный клапан, перемещаясь под воздействием исполнительного механизма, соответственно уменьшает или увеличивает количество холодного воздуха, поступающего в воздухопровод горячего дутья.

САР температуры дутья отличается конструкцией смесительного клапана, имеющего вместо одной две заслонки: одну диаметром 0,5 м, для нормальной работы на дутье, другую диаметром 1,2–1,5 м для работы в пусковых режимах на дутье. Переключение приводов их исполнительных механизмов автоматическое.

Второй особенностью этой системы является связь с САР перекидки клапанов воздухонагревателей через специальное устройство, отключающее на заданный интервал времени (5–10 с) регулятор температуры дутья и и открывающее малую задвижку смесительного клапана полностью, в результате чего не происходит чрезмерного повышения температуры дутья в момент переключения с остывшего воздухонагревателя на нагретый.

САР влажности дутья поддерживает влажность дутья путем добавки пара. Датчиками служат психометры или термоадсорберы, имеющие практически одинаковые характеристики.

Очень важным для нормальной работы доменной печи является равномерное поступление дутья через все фурмы. Фактически же, количество дутья, поступающего через каждую фурму, как показывают замеры, сильно колеблется. Эти колебания вызываются неравномерным распределением материалов по окружности, которое полностью не устраняется даже вращающимся распределителем, а также односторонним подводом дутья к кольцевому воздухопроводу, распределяющему дутье по фурмам.

**4.1.2 Распределение шихты и газовых потоков**

Распределение ведется или по перепаду давления по высоте шахты, или по температуре газа в слое шихты в верхней зоне колошника, или по температуре и химическому составу газа в газоходах.

Измерение давления осуществляется на двух горизонтах шахты: вверху и внизу с помощью наклонных конических водоохлаждаемых труб, установленных по 3–4 штуки на каждом горизонте и соединенных с измерительными приборами – сифонными дифманометрами ДС-362 с помощью импольской сети.

Таким образом, вырабатывается импульс – перепад давления. Регулятор дает команду на пропуск соответствующей фиксированной остановки для разгрузки шихты.

Если применяется система подачи шихты в течении заданного интервала времени не изменит перепад давления, то логическое устройство переключает САР на регулирование порядка загрузки шихтовых материалов, назначая в сектор с пониженным перепадом давления разгрузку мелких или рудных материалов.

**4.2 Автоматизированное регулирование теплового состояния и схода шихты**

**4.2.1 Тепловое состояние элементов печи**

Кладка доменной печи защищена снаружи металлическим кожухом и изнутри специальными холодильниками, расположенными горизонтальными рядами по всей высоте шахты, распара и заплечиков.

Не смотря на интенсивное охлаждение, кладка по ходу кампании разрушается, создавая опасность разрушения металлического каркаса. Особенно опасно разрушение по объему лещади и периметру кладки по горизонтам.

В системе автоматического регулирования доменным процессом предусмотрена установка системы автоматического контроля температуры кладки. Основным элементом контроля является коммутатор, подключающий в определенном порядке соответствующие термопары к измерительному, регистрирующему и показывающему приборам.

Контролируется также температура охлаждающей воды во всех холодильниках. Основной задачей является обнаружение прогара холодильников и в особенности фурм и фурменных амбразур, так как датчики в виде термосопротивлений прогар не обнаруживают и вода через образовавшееся отверстие попадает в печь, разрушая кладку, вызывая местное охлаждение шихты и нарушая нормальный ход печи.

**4.2.2 Скорость схода шихты**

Контроль и регулирование схода шихты являются важнейшими операциями управления доменным процессом, так как определяют эффективность всех основных процессов: восстановительного, газодинамического и теплового.

Наиболее распространены системы автоматического регулирования скорости схода шихты с импульсами «сверху», вырабатываемыми механическими или радиометрическими уровнемерами типа УРМС-2 и УРМС-2М. Источником излучения является изотоп Со активностью 0,32–0,45 Ки. Два источника гамма-излучения устанавливают в амбразурах верхнего ряда защитных сегментных плит колошника в диаметрально противоположных точках. Излучение воспринимается детекторами, размещенными в водоохлаждаемых штангах, опускаемых и поднимаемых перед герметически закрываемым отверстием в кожухе колошника примерно по оси каждого газохода. Опускание и подъем осуществляют тросовыми лебедками с электромеханическим приводом. Электрические сигналы детекторов излучения по кабель – тросу выводятся из печи наружу к лебедкам и передаются в импульсную цепь в блок управления, где сравниваются с опорным потенциалом (Vо = 0,5 Vmax). Образовавшаяся разность потенциалов Vр = Vc – Vo передаются на релейный усилитель блока управления, который коммутирует обмотки двигателя лебедки так, что при Vc<Vo происходит подъем, а при Vc>Vo опускание штанги с детектором излучения.

**4.3 Механизация работ на литейном дворе и других участках**

Вопросы механизации трудоемких процессов доменного производства являются исключительно важными. Они не могут считаться решенными полностью.

В настоящее время к оборудованию, механизирующему трудоемкие работы на литейных дворах доменных печей, относится:

– краны литейного двора;

– трамбовки и рыхлители вибрационного действия;

– различные устройства для подрыва и удаления скрапа;

– срезы для разделки футляра чугунной летки;

– механизированные передвижные балки для обслуживания желобов и литейных дворов.

**5. Безопасность и экологичность**

**5.1 Опасности и вредности доменного производства**

Доменное производство характеризуется непрерывностью и периодичностью технологических и трудовых операции, работы механизмов, оборудования.

В этих условиях опасные и вредные производственные факторы проявляют себя постоянно или периодически. К постоянно действующим опасным и вредным производственным факторам относят: движущиеся и вращающиеся части механизмов и оборудования, перемещение грузов, тепловые излучения, шум, вибрация. А к периодически действующим – расплавленный и нагретый металл, запыленность, загазованность и др.

**5.1.1 Загазованность атмосферы**

В доменном производстве могут выделяться следующие вредные для здоровья газы и вещества: окись углерода СО, сернистый газ SO2, углеводороды СН и цианистые соединения.

В зависимости от условий плавки и качества выплавляемого чугуна доменный газ может иметь следующий состав: 11 – 17% СO2; 22 -28% CO; 1,5 – 7,5% Н2; 0,1 – 0,3% CH4 и 50 – 57% N2.

Различные составляющие доменного газа (СО, N2,CO2, H2) по-разному действуют на человеческий организм, вызывая отравление и удушье. Окись углерода легко адсорбируется пылью, смолой, проникает через малейшие трещины.

Окись углерода – основная газовая вредность в доменном цехе. Попадая в легкие, окись углерода вступает в химическое соединение с гемоглобином и образованием карбоксигемоглобина, что препятствует переносу кислорода кровью из легких к тканям организма. При отравлении окисью углерода больше всего страдает центральная нервная  
система, а также органы дыхания.

**5.1.2 Взрывоопасность**

Газы, применяемые и образующиеся в доменном производстве, легко воспламеняемы, что может вызвать их возгорание и взрывы.

Взрывы происходят при смешивании газа с воздухом в определенных соотношениях. Во всех случаях они являются следствием неправильных действий персонала или неисправности оборудования. Взрывы могут происходить; в доменной печи, межконусном пространстве, трубопроводах, воздухонагревателях, пылеуловителях, воздуходувных машинах, скрубберах, горновом желобе при сушке, теплушках, отапливаемых газом помещениях, где может накапливаться газ.

Кроме газовых взрывов, в доменных цехах возможны взрывы, вызванные жидкими продуктами плавки (чугуном и шлаком). Эти взрывы происходят при взаимодействии влаги с расплавленным металлом и шлаком. Они сопровождаются сильным звуком, разбрасыванием большого количества брызг и искр, что может привести к тяжелым травмам.

Такие взрывы являются следствием неправильных действий горновых, разливщиков, ковшевых и др.

**5.1.3 Температурные условия и излучение**

Тепловое облучение, которому подвергается персонал у доменных печей, колеблется в очень широких пределах (от 0,5 до 16 кал/см мин; от 0,35 до 1,12 Вт/см2). Источником излучения являются расплавленные  
массы чугуна и шлака (температура чугуна 1380–1500. °С, шлака 1450  
- 1600 °С), горячий агломерат (температура 500 – 700 °С), пламя газов  
(при сушке желобов и футляра), нагретые элементы оборудования и  
конструкций, а также дуга электросварки.

Приближение к источникам тепла и непосредственное прикосновение к ним вызывает ожоги кожи и тяжелые травмы. Выполнение трудовых операций в рабочей зоне с повышенной тепловой нагрузкой может привести к тепловому удару. Наиболее опасными участками в доменном цехе, где может произойти тепловой удар, являются: место выгрузки горячего агломерата и подачи его в скип, горн доменной печи, межконусное пространство при ремонтах и др.

**5.1.4 Запыленность**

В доменном цехе пыль образуется в следующих местах: на рудном дворе и бункерной эстакаде при разгрузке шихтовых материалов, в подбункерном помещении при наборе и взвешивании шихты, в скиповой яме, на колошнике при загрузке печи, во время выпуска пыли из пылеуловителей, при выпусках чугуна и т.д.

В зависимости от качества шихтовых материалов выделяемая в атмосферу пыль может иметь различный гранулометрический химический состав.

Пыль подбункерного помещения, рудного двора и бункерной эстакады образуется из минеральной и горючей части шихты. Она характеризуется высокой дисперсностью с преобладанием фракций 2–4 мкм и содержит большое количество углерода, окислов кремния и железа.

Средний гранулометрический состав пыли в зоне дыхания машиниста вагон-весов во время набора агломерата приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Фракционный состав колошниковой пыли

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер частиц, мкм | +500 | 500…20 0 | 200…90 | 90…40 | 40…1 | -10 |
| Содержание, % | 1,2 | 21,0 | 40,5 | 30,2 | 3,9 | 3,2 |

**5.1.5 Шум и вибрация**

Источниками постоянных шумовых нагрузок являются вибропитатели, пластинчатые конвейеры, коксовые грохоты, вентиляционные  
установки, мотор-генераторы машинных залов, утечки воздуха, различные звуковые сигналы и т.д.

Кроме шумовых нагрузок, на организм человека вредно действует  
вибрация. Вибрации в доменном цехе создаются при движении поездов  
по бункерной эстакаде, работе виброгрохотов и вибропитателей, при  
движении скипов по наклонному мосту и работе механизмов машинного зала. Сильные вибрации создают вентиляторы горелок воздухонагревателей.

**5.1.6 Насыщенность механизмами и транспортирующими средствами**

Наличие в доменных цехах большого количества механизмов, транспортных и грузоподъемных средств создает определенную опасность для обслуживающего персонала.

Травматизм возникает при неправильной организации работ, несогласованности действий персонала, отсутствии ограждений, блокировок, сигнализации, предохранительных приспособлений, несоблюдении габаритов и неисправности механизмов.

Вращающиеся части машин и инструмента могут нанести удар рабочему, захватить его спецодежду или рукавицы. Например, в доменных цехах бывают случаи травм рук при установке бура в машину, предназначенную для вскрытия чугунной летки. Причина этих травм - несогласованность действий горнового, устанавливающего бур, и горнового, включающего механизм.

**5.1.7 Подъемно-транспортные работы. Перемещение грузов**

Участки доменного цеха оборудованы грузоподъемными механизмами. Однако в отдельных случаях (в местах, недоступных грузоподъемным средствам) приходится перемещать грузы вручную – переноска инструмента, фурм, сопел, деталей сменного оборудования, иногда баллона с кислородом. Эту работу выполняют рабочие, имеющие достаточный опыт и навык.

Основными грузоподъемными средствами в доменных цехах являются краны, кантовальные лебедки разливочных машин, грузоподъемные лебедки, монорельсовые тележки, автопогрузчики, кран-балки.

Краны литейных дворов обеспечивают подъем и выгрузку контейнеров с заправочными материалами, уборку канав и выгрузку скрапа, а также подъем и перемещение необходимого оборудования.

**5.2 Обеспечение безопасности труда**

**5.2.1 Снижение влияния вредных воздействий загазованности**

На рабочих местах допускается содержание в воздухе: окиси углерода 20 мг/ м3, сернистого газа 10 мг/м3, природного газа 1 л/м3. Превышение этих норм не допускается.

Соблюдение предельно допустимых концентраций достигается герметизацией доменных печей, газовых трасс, пылеуловителей и арматуры. Важную роль играет рационализация оборудования, организация технологического процесса, комплексная автоматизация и механизация, внедрение автоматического и дистанционного контроля и управления.

Появляющиеся источники газа – неисправности оборудования, разрывы кожуха доменной печи, пылеуловителей и газопроводов – следует немедленно устранить.

Если человек работает в атмосфере, содержащей окись углерода, не более 1 ч, то предельно допустимую концентрацию СО можно повысить на 50 мг/м3, при длительности работы не более 30 мин – до 100 мг/ м3, при длительности работы не более 15 мин – до 200 мг/м3 воздуха.

Повторные работы в условиях повышенного содержания окиси углерода в воздухе разрешается производить с перерывом не менее чем в 2 ч.

Предупредительными мероприятиями в борьбе с газовыми отравлениями является, прежде всего учет опасных участков производства, запрещение работ в газоопасных местах без изолирующей аппаратуры и газоспасателей. Все газоопасные места в цехе обозначаются плакатами, имеют двери и закрываются на внутренний замок. Ключ находится у мастера доменной печи и выдается при необходимости производства работ и оформленном разрешении на работу в газоопасном месте, где указывается задание и условия его выполнения.

Работать в газоопасных местах разрешается лицам, прошедшим медицинское освидетельствование и допущенным к работе в изолирующей аппаратуре. Они должны пройти обучение при газоспасательной станции и получить соответствующее удостоверение.

Назначенные на работу в газоопасных местах распределяют между собой обязанности так, чтобы во время работы одних, другие находились в недоступных воздействию газов местах и следили за работой и состоянием товарищей, сменяли их через определенное время, а в случае опасности помогали выйти из отравленной атмосферы. На работу в газоопасных местах следует ставить не менее двух человек.

В доменных цехах много работ производится на шахте печей (газоопасное место I группы). Небольшие габариты, наличие раскосов, колонн, лестниц, разводки системы охлаждения создают дополнительные трудности при удалении пострадавшего из загазованной зоны. В связи с этим рекомендуется выполнять работы на шахте доменной печи и других труднодоступных местах бригадой не менее двух человек, кроме газоспасателей.

Меры первой помощи при отравлении газом зависят от степени отравления пострадавшего. Во всех случаях пострадавшего надо вывести, а при тяжелых отравлениях вынести из загазованной среды на свежий воздух.

Выводить пострадавшего из газовой среды следует с учетом направления движения ветра. Выключать пострадавшего из аппарата нельзя вплоть до достижения места, где концентрация окиси углерода в воздухе будет ниже санитарной нормы. При отравлении очень важно быстро организовать удаление пострадавшего из загазованного места, оказать доврачебную помощь, вызвать врача и инструктора газоспасательного пункта.

Доврачебные меры должен уметь применять каждый трудящийся цеха. На практике первую помощь оказывает газоспасатель. При тяжелом отравлении (сознание и дыхание отсутствуют, но работа сердца продолжается) необходимо на свежем воздухе немедленно приступить к искусственному дыханию. С появлением устойчивого естественного дыхания искусственное дыхание прекращают.

**5.2.2 Уменьшение влияния тепловых воздействий**

Источники тепловых воздействий создают неблагоприятные условия для выполнения работ. В связи с этим нормами для тяжелой категории работ (доменное производство) на постоянных рабочих местах установлены следующие оптимальные параметры воздушной среды: температура 17–20 °С, относительная влажность 40 – 60% и скорость движения воздуха не более 3 м/сек. Допускается повышение температуры на 5° более наружной температуры, но не свыше 28° С и понижение скорости воздуха на 1 – 1,5 м/сек, но не менее чем на 0,5 м/сек. Тепловая нагрузка на рабочих местах не должна превышать 300 ккал/м2 ч (0,5 кал/см2 мин; 0,35 Вт/см2).

У горна, на некоторых участках загрузки, у разливочных машин, где тепловая нагрузка превышает (0,35 Вт/см), устанавливают вентиляторы, применяют воздушное душирование, высокодисперсное распыление воды, холодное экранирование, а также оборудуют помещения для отдыха, температура в которых поддерживается на уровне 22° С. В местах группового отдыха следует применять установки для охлаждения и кондиционирования воздуха. Температура и скорость воздуха при пользовании воздушными душами в доменных цехах должны быть в летнее время 18–22 °С и 2–3 м/сек, а в зимнее 16–18 °С и 1–3 м/сек. Для уменьшения перегрева от излучения принимаются следующие меры: своевременное обеспечение персонала спецодеждой, развитие автоматизации и механизации трудовых и производственных процессов, тепло изоляция рабочих мест и трубопроводов, рациональная организация производства, применение теплоизолированных сопел и т.д. Естественная вентиляция с помощью фонарей на крышах зданий литейных дворов и проемов в стенах обеспечивает необходимый отвод горячего воздуха. В зимнее время все проемы, создающие сквозняки, следует закрывать.

**5.2.3 Предупреждение пылеобразования и снижение запыленности рабочих мест**

Особенно опасна для организма пыль, содержащая кремнезем. Величины предельно допустимых концентраций ее зависят от наличия свободной кремнекислоты, особенно в кристаллических модификациях (кварц, кристобалит, тридимит). Нормами допускается содержание пыли не более 1 мг/м3 воздуха (при пыли, содержащей свыше 70% свободной SiO2); при содержании в пыли 10 – 70% SiO2 предельная запыленность воздуха не должен превышать 2 мг/м3, а если в пыли содержится менее 10% SiO2 – 4 мг/м3.

Для снижения запыленности воздуха в доменных целях большое значение имеет улучшение качества сырьевых материалов, максимальное сокращение и даже полная ликвидация в них мелочи. Получение прочного агломерата, окатышей, отсев мелочи – главное направление не только с точки зрения технологии, но и с точки зрения обеспечения нормальных условий труда рабочих доменных цехов. Мелочь и пыль следует отсевать от железорудной части шихты в местах производства и подготовки сырья.

Для борьбы с пылью в условиях производства следует применять аспирацию оборудования, отсасывание и фильтрацию запыленного воздуха перед выбросом его в атмосферу. Герметизация оборудования и рабочих мест, увлажнение пылящих материалов, где это возможно, значительно снижают содержание пыли в воздухе. Там, где в настоящее время невозможно добиться санитарных норм по запыленности воздуха, применяется соответствующая спецодежда и средства индивидуальной защиты.

Важное значение имеет также устройство на рабочих местах умывальников и душей, которыми рабочие могут пользоваться периодически во время смены.

**5.2.4 Снижение шума и вибраций**

Допустимые уровни шума зависят от частотного состава звука. При низкочастотных шумах допускается громкость 90 – 100 дБ, при среднечастотных 85 – 90 дБ и при высокочастотных 75–85 дБ.

Чувствительность к вибрациям зависит от их физических характеристик. Сотрясения начинают ощущаться, когда ускорение вибраций достигает 1% от нормального ускорения силы тяжести (9,81 см/с2), и становятся неприятными, когда ускорения достигают 4 – 5% ускорения силы тяжести. Предельно допустимые величины вибраций (частота, амплитуда колебаний, скорость и ускорение колебательного движения) определяются по специальным таблицам, согласно разработанным нормам.

В доменных цехах борьба с шумами и вибрацией состоит в обеспечении надлежащей плотности воздухопроводов, газопроводов, арматуры, кожухов печи и воздухонагревателей. Кроме того, необходимо следить за закреплением всех конструкций и правильной балансировкой механизмов и вентиляторов.

Особую роль в ликвидации воздействий шума и вибраций играют механизация и автоматизация производственных процессов – автоматическая перекидка клапанов воздухонагревателей, дистанционное управление краном литейного двора и др.

Снижение шума может быть достигнуто устройством глушителей, например отводом воздуха из клапана «снорт» в дымовую трубу, устройством выхлопных клапанов со встроенным приводом в межконусном пространстве.

Применение амортизаторов и мягких уплотнений на трассах вентиляционных систем, диффузоров из брезента, окожушивание, применение амортизирующих подвесок на вибродвигателях, замена канатных зондов цепными снижают шум и вибрацию.

Примером технического решения вопроса уменьшения шумов на дросселях высокого давления может служить подача воды в поток газа при проходе его через дроссельную группу. Конструкция дроссельной группы при этом не изменилась.

Кроме технических мер, для уменьшения шума и вибраций необходимо применять меры организационно-санитарные: уменьшение количества звуковых сигналов, применение звукопоглощающих и звукоизолирующих материалов.

**5.3 Охрана окружающей среды**

**5.3.1 Охрана и очистка водоемов**

На предприятиях черной металлургии водопотребление достигает  
больших объемов, поэтому рациональное использование воды является  
очень важной проблемой. Сточные воды металлургического предприятия делятся на производственные, использованные в технологическом процессе и для уборки помещений и территории предприятия, бытовые – от пищеблоков и санитарно-бытовых помещений и атмосферные.

Производственные сточные воды подразделяются на загрязненные и условно чистые сточные воды. Состав загрязненных сточных вод  
определяется видом производства, назначением используемой воды и  
типом перерабатываемых сырых материалов. Основными загрязняющими примесями сточных вод доменного цеха являются различные взвешенные вещества минерального происхождения, растворимые кислоты, щелочи и соли. Условно чистые сточные воды образуются при использовании воды для охлаждения металлургических агрегатов, при этом вода лишь нагревается, практически не загрязняясь.

Сточные воды, спускаемые в водоемы, должны быть подвергнуты очистке до такой степени, чтобы не вызывать каких-либо изменений в состоянии водоема. Необходимая степень очистки сточных вод, спускаемых в водоем, определяется содержанием взвешенных частиц, усвоением сточными водами растворенного кислорода, окраской, запахом, солевым составом и температурой воды, а также ПДК токсичных примесей и других вредностей.

Механические методы используют при первичной очистке сточных вод для удаления минеральных и органических примесей, находящихся в нерастворенном или коллоидном состоянии. Они включают процеживание, отстаивание, центрифугирование, фильтрование сточных вод.

При химической очистке из сточных вод загрязнения выделяются, в результате реакций между вводимыми в воду реагентами и загрязнителями с образованием соединении либо выпадающих в осадок, либо газообразных веществ. К числу химических методов относится нейтрализация, коагулирование, химическое окисление, озонирование.

Физико-химические методы используют для глубокой или дополнительной очистке сточных вод. Они включают сорбцию, экстракцию, флотацию, электролиз, кристаллизацию и др.

Сточные воды металлургических производств, помимо очистки, подвергают охлаждению и перед спуском в водоемы и при использовании воды для оборотного водоснабжения. Для охлаждения воды применяют следующие сооружения: прудоохладители, брызгательные бассейны, башенные и вентиляторные градирни. Размещение охладителей на площадках предприятий должно обеспечить беспрепятственное поступление к ним воздуха, минимальную протяженность трубопроводов и каналов, а также исключение обмерзания зданий и сооружений.

Доменное производство является источником загрязнения атмосферного воздуха. Загрязненный воздух затрудняет дыхание и является причиной острых респираторных заболеваний.

**5.3.2 Очистка выбросов в атмосферу**

Выбросы в доменном производстве делятся на технологические и неорганизованные.

К технологическим выбросам относится колошниковый газ. В колошниковом газе содержится оксид углерода СО, пыль, метан СН4, водород Н2 и незначительные количества сероводорода H2S и диоксида серы SO2. Удельный выход технологических газов зависит от расхода кокса и составляет 2,0 – 2,5 тыс. м3/т чугуна, содержащего до 3% монооксида углерода. Удельный выход пыли с технологическими газами составляет 50–100 кг/т и зависит от давления доменного газа под колошником.

Неорганизованные выбросы пыли начинаются фактически с поступления шихтовых материалов в доменный цех. Часть этих выбросов попадает в производственные помещения, а часть удаляется системой аспирации.

Загрязнение воздуха в доменном производстве происходит так же и при грануляции шлака. При производстве гранулированного шлака на припечных установках нормы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

* по диоксиду серы – до 4,5 г/с,
* по сероводороду – до 1,5 г/с,
* по парам серной кислоты – до 1,5 г/с.

Сбросы шламовых вод с УПГШ допускаются в объёме до 10м3/ч с концентрацией взвешенных веществ до 100 мг/л.

Отходы очистки шламовых отстойников, представляющие собой граншлак мелких фракций (менее 0,25 мм), относится к материалам 4 класса опасности. Осадок граншлака должен вычерпываться из отстойников грейферным краном, обезвоживаться, и удалятся на склад граншлака цеха шлакопереработки соответствующими конвейерами.

С учетом обезвреживания газов, удаляемых от установок придоменной грануляции шлака, суммарные выбросы уменьшаются в 8 раз. В настоящее время поставлена задача полного прекращения сброса шлака в отвалы. Вновь построенные доменные печи на Криворожском и Новолипецком металлургических комбинатах оборудованы закрытыми установками придоменной грануляции шлака, в которых предусмотрено связывание сернистых соединений в процессе грануляции с отводом остаточного количества вредных веществ в атмосферу через трубы высотой 100 м. Ведется строительство закрытых установок для внепечной грануляции шлака. В дальнейшем такими устройствами будут оборудованы все существующие установки для получения гранулированного шлака и пемзы, но для этого их необходимо реконструировать.

В последнее время вопросы экологии потребовали особого внимания. Антропогенное воздействие на нашу планету связано с интенсивной добычей сырьевых ресурсов и ископаемых топлив, насыщением атмосферы «парниковыми» газами, ведущим к изменению климата. Вопреки рекомендациям Протокола Киото объемы выбросов и рост концентрации диоксида углерода в них продолжают расти. Не секрет, что для существенного сокращения выбросов углекислого газа необходима замена старых традиционных технологий принципиально новыми, что требует огромных капиталовложений. Так, затраты на модернизацию промышленности США с целью сокращения эмиссии СО2 на 20% ниже уровня 1990 г. могут составить до 3,6 трлн долл. [5].

Потребляя около 20% всех добываемых углеводородных энергоресурсов и в конечном итоге превращая их в основном в диоксид углерода, металлургическое производство значительно повышает глобальные промышленные выбросы СО2. Как следует из оценочных расчетов, выбросы СО2 при выплавке чугуна составляют 15–20% эмиссии СО2 всей мировой промышленностью. Показатели представлены в соответствии с рисунком 2.

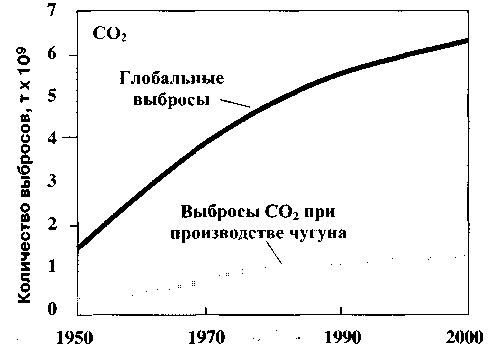


Рисунок 2 – Глобальные выбросы СО2 и выбросы СО2 при производстве чугуна

Во всем мире ведется широкий поиск способов сокращения выброса диоксида, в том числе новых решений по производству первичного железа, позволяющих снизить вредную нагрузку на окружающую среду. Так, в странах, широко использующих высокотехнологичные процессы (США, Япония, Великобритания, Китай), наблюдается отчетливая тенденция снижения выброса углерода в атмосферу на единицу ВВП. Этот показатель составляет для стран с развитой экономикой 100–200 т/млн долл., для России -400 т/млн долл. [5].

Основным потребителем энергии и источником эмиссии вредных веществ в окружающую среду является аглодоменный комплекс (более 70% вредных выбросов приходится на агломерационное и коксохимическое производства). Поэтому принципиальное изменение технологии на этом участке производственного цикла может дать ощутимый эффект.

Одним из важнейших путей решения проблем, связанных с производством и применением кокса, является использование в доменном процессе пылеугольного топлива (ПУТ). В результате снижается вредное воздействие на окружающую среду (уменьшается объем коксохимического производства). Энергоемкость доменного производства при этом несколько возрастает.

Применение ПУТ было начато в бывшем СССР (на Донецком металлургическом заводе) раньше, чем за рубежом. Однако низкие цены на природный газ сдерживали развитие этого направления в отечественной металлургии.

С разработкой применения ПУТ меняется состав отходящих газов, что влияет на окружающую экологию.

Наиболее типичными и освоенными в промышленности процессами твердофазного восстановления являются «Мидрекс» и несколько модификаций процесса «Хил». Так, в процессе «Мидрекс» отсутствует коксохимическое производство. Энергоемкость металла по этой технологии примерно в 1,5 раза меньше, чем полученного доменно-конвертерным процессом, а выбросы углекислого газа меньше примерно вдвое.

Объемы выбросов СО2 при производстве стали по различным технологиям приведены ниже, кг/т:

Доменно-конвертерный процесс 2010

Электродуговая плавка металлолома 640

Процесс «Мидрекс» в сочетании с электроплавкой 1870

Строительство мини-заводов существенно повлияло на структуру производства чугуна. В мире (США, страны ЕС, Япония и др.) сокращается число доменных печей. Так, в США их число сократилось со 197 в 1975 г. до 36 в 2001 г., в странах ЕС – со 154 в 1980 г. до 58 в 2001 г. и Японии – с 34 в 1990 г. до 30 в 2001 г.

При уменьшении числа печей, в первую очередь малого объема, значительно совершенствуется технология доменного передела.

Так, в США, при сокращении количества печей на 34% к 2015 г. выплавку чугуна намечено снизить всего на 13% (до 44 млн т/год). При этом расход кокса уменьшится до 320 кг/т, расход ПУТ увеличится до 200 кг/т, удельная производительность повысится до 2,9 т/м3-сут [5].

Таким образом, экологическая проблема черной металлургии может быть радикально решена за счет ликвидации или существеного сокращения агломерационного и коксохимического производств, увеличения использования водорода как восстановителя и широкого внедрения электротехнологии.

**5.4 Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций**

Авария – опасное техногенное происшествие, создающее на объекте или определенной территории угрозу жизни и здоровью человека и приводящее к разрушению зданий, сооружений, нарушению производственного и транспортного процесса, а также нанесению ущерба окружающей среде.

Аварийные условия на доменных печах возникают из-за неполадок на одной или нескольких печах, а также могут быть связаны с авариями в энергетических цехах завода. Во всех случаях необходимо учитывать конкретную обстановку на печи, в цехе и на заводе и, сообразуясь с ней, принимать определенные меры к предотвращению аварий. Если авария допущена, принимаются меры к быстрой ее ликвидации. Основные аварии: остановка воздуходувной машины на доменную печь; разрыв кожуха шахты; авария с затвором пылеуловителя; самопроизвольный выход чугуна в районе чугунной летки; разрыв газопровода газа воздухонагревателей; выход из строя газового клапана воздухонагревателей.

Долговечность и надежность работы современных доменных печей во многом определяются эффективностью системы защиты кожуха печи и сохранением его прочностных и геометрических характеристик от воздействия высокотемпературной атмосферы в печи, внутреннего давления шихты, жидкого чугуна и нагретой кладки, поддержанием его температурного поля на определенном уровне. Для выполнения этих задач применяют водяное охлаждение, и одним из самых распространенных видов охладительных устройств являются литые чугунные холодильники, внутри которых залиты стальные трубы. По этим трубам в процессе эксплуатации подается под давлением охлаждающая вода.

Масса холодильников колеблется от 200 кг до 5т в зависимости от объема печи и места их расположения. Для изготовления холодильников до настоящего времени в СНГ использовали серый чугун с пластинчатым графитом, низколегированный хромом. Холодильники эксплуатируются в жестких термических условиях. Так, давление в доменной печи достигает 3 атм., температура газов, состоящих из СО и С02, сернистых соединений, водорода, паров воды и других, достигает в разных по высоте участках 1200–1700 °С. Кроме того, в случае отсутствия футеровки холодильники подвергаются абразивному износу опускающейся шихтой. Односторонний нагрев приводит к постоянному перепаду температур между контактной нагреваемой поверхностью и стенкой, прилегающей к кожуху печи. Таким образом, холодильник должен обладать одновременно жаропрочностью, длительной термостойкостью, оптимальным соотношением значений теплопроводности, теплового расширения, прочностных характеристик.

Кроме того, следует учитывать, что относительнобыстрое образование сетки разгара у чугуна с пластинчатым графитом, которая преимущественно состоит из оксидов химических элементов чугуна и практически является не теплопроводной средой, что в свою очередь приводит к уменьшению теплосъема с холодильника и увеличивает вероятность прогара холодильника и кожуха печи.

План ликвидации чрезвычайных ситуаций согласно технологической инструкции представлен в таблице 9.

Таблица 9 – План ликвидации возможных аварий в газовом хозяйстве доменного цеха

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | Наименование аварий | | Последовательность мероприятий по спасению людей и ликвидации аварии | Исполнители, ответственные за выполнение мероприятий по оповещению, спасению людей, ликвидации аварии | | Места нахождения средств для спасения людей и ликвидации аварии | | Ответственные руководители работ | |
| 1 | | Разрыв кожуха шахты печи | | 1. Взять печь на «снорт»; 2. вызвать газоспасателей, выставить оцепление опасной зоны и удалить людей с площадки шахты и колошника; 3. сообщить диспетчеру газового цеха; 4. при необходимости остановить печь; 5. сообщить начальнику цеха об аварии и вызвать необходимый персонал; 6. приступить к ликвидации аварии и ее последствий. | 1. Мастер, газовщик, первый, заметивший аварию; 2. служба ГСС по прибытии осматривает площадки шахты и колошника с целью выявления пострадавших, удаления людей и оказания им помощи; 3. помощник нач. цеха по механическому оборудованию, механик с персоналом. | | Аварийная газоизолирующая аппаратура находится в помещении пульта управления доменной печью. | | 1. Начальник (зам. нач.) цеха; 2. командный пункт ликвидации аварии расположен в помещении пульта управления доменной печью. | |
| 2 | Авария с затвором пылеуловителя (не закрывается затвор пылеуловителя) | | 1. Сообщить мастеру, диспетчеру газового и доменного цеха об аварии; 2. перевести печь на низкое давление и при необходимости взять ее на «снорт»; 3. вызвать газоспасателй и выставить оцепление загазованной зоны; 4. сообщить об аварии нач. цеха и вызвать необходимый персонал; 5. при наличии пострадавших вызвать медицинский персонал; 6. при загорании газа вызвать пожарную охрану; 7. приступить к ликвидации аварии. | | | 1. Газовщик, первый заметивший аварию; 2. мастер; 3. диспетчер; 4. газовщик; 5. мастер-механик с персоналом. Служба ГСС по прибытии осматривает и оцепляет опасную зону, выявляет пострадавших и оказывает им помощь. Пожарная команда при прибытии связывается с руководителем по ликвидации аварий и действует по его указанию. | | Аварийная газоизолирующая аппаратура находится в помещении пульта управления доменной печью. | | 1. Начальник (зам. нач.) цеха; 2. командный пункт ликвидации аварии расположен в помещении пульта управления доменной печью. |

**6. Анализ и обоснование экономической целесообразности принятых в проекте решений**

**6.1 Организационно правовая форма предприятия**

Акционерное общество – им признается общество, установленный капитал которого разделен на определенное число акций, участники акционерного общества (акционеры) не отвечают по его обязательствам и не несут риск убытков, связанных с деятельностью общества, в пределах стоимости принадлежащих им акций.

Акционеры не полностью оплатившие акции, несут солидарную ответственность по обязательствам акционерного общества в пределах неоплаченной части стоимости принадлежащих им акций.

Открытое акционерное общество – общество, участники которого могут отчуждать принадлежащие им акции без согласия других акционеров. Такое АО вправе проводить открытую подписку на выпускаемые им акции и их свободную продажу на условиях, установленными законом и иными правовыми актами.

**6.2 Финансовая оценка проводимой программы**

Продукция доменного цеха востребована, как передельный продукт в мартеновском и конверторном переделе. На внешний рынок чугун не поступает.

**6.2.1 Расчет производственной программы доменной печи**

Расчет производственной программы производится по выплавке передельного чугуна. Суточная производительность в номинальные сутки на выплавке передельного чугуна рассчитана по коэффициенту использования полезного объема:

**P = Un/КИПО** (1)

где, Un – полезный объем печи, мз;

КИПО – коэффициент использования полезного объема.

**Р = 2824/0,4 = 7060 т.**

Календарное время – 365 дней

Планируемые простои – 13 дней

Фактическое время работы печи – 352

Годовой объем производства = Фактическое время х Производительность, т/сут

**V пр-ва год. = 352 х 7060 = 2 485 120 т/год** (2)

**6.2.2 Расчет себестоимости 1 т чугуна**

Калькуляция себестоимости передельного чугуна по доменному цеху за 12 месяцев представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Калькуляция себестоимости

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование статей затрат | По отчету  Кол-во | Цена | Сумма | На 1 тонну | Сумма |
| 1. **Сырье и полуфабрикаты**   Руда железная  Руда Запорожье  Руда Михайловская  **Итого по руде**  Окатыши Костамукша  Окатыши Лебединские  Окатыши Михайловские  Окатыши Кочканарские  **Итого по окатышам**  Агломерат  Отсев окатышей  Шлак сварочный  Шлак конверторный  Шлак титанистый  Скрап мартеновский  **Итого по металлошихте**  Щебень  Итого флюсов | 0  60041  161397  **221438**  3983632  29259  0  40714  **4053605**  7555718  72969  19251  155069  3106  74043  **12082230** | 585,03  121,72  **247,34**  373,68  331,66  423,45  **373,88**  364,19  155,05  33,87  12,47  109,19  74,79  359,35 | 0,00  35126068,56  19644542,31  **54770610,87**  1488603226,1  9704112,54  0,00  17240384,3  **1515547723,1**  2751708335,3  11314142,3  651942,05  1933945,1  339131,0  5537864,6  **4341803694,2** | 0,000  0,008  0,022  **0,030**  0,535  0,004  0,000  0,005  **0,544**  1,016  0,10  0,003  0,021  0,000  0,010  **1,624**  0,000  0,000 | 0,00  4,72  2,64  **7,36**  200,09  1,30  0,00  2,32  **203,71**  369,87  1,52  0,09  0,26  0,05  0,74  **583,6**  0,00  0,00 |
| 1. **Топливо**   Газ природный  Кокс влажный  Кокс сухой скиповый  Потери кокса от измельч.  Вторичный отсев  **Итого топлива в усл. ед.** | 855433  3155556  3113852  216656  0  **3712655** | 315,23  0,00  863,12  530,76  **827,52** | 269662056,7  0,00  2687623597  114993373,3  0,00  **3072279027** | 0,115  0,424  0,419  0,029  0,000  **0,499** | 36,25  0,00  361,2  15,46  0,00  **412,9** |
| **Всего задано** | **12082230** | **613,64** | **7414082721** | **1,624** | **996,6** |
| 1. **Отходы производства**   Скрап  Пыль колошниковая  Угар  **Итого отходов:** | 5140  28807  4608568  **4642515** | 85,33  0,41  0,00  **0,10** | 438615,0  11810,87  0,00  **450425,87** | 0,001  0,004  0,619  **0,624** | 0,06  0,002  0,00  **0,062** |
| **Задано за вычетом отходов** | **7439715** | **996,5** | **7413632296** | **1,00** | **996,5** |
| 1. **Расходы по переделу**   Дутье ТЭЦ-ПВС тыс. мз  Дутье-ТЭЦ-ПВС-2 тыс. мз  **Итого по дутью**  Кислород компремир. тыс. мз  Кислород некоипремир. тыс. мз  Кислород от АО «АЗОТ»  **Итого по кислороду**  Электроэнергия тыс. кВт/ч  Пар Гкал  Вода техн. тыс. мз  Газоочистка (дом. газ) т. Мз  Газ природный на воздух.  Азот тыс. мз  Эл. Энергия ГУБТ  Сжатый воздух тыс. мз  Кислород технический  **Итого энергетических затрат**  **ФОТ**  **Отпуск текущего месяца**  **Итого по соцстраху**  **Итого возвратов**  **Итого МБП**  **Итого по сменному оборудов.**  **Амортизация ОС**  **Итого по ремонтам**  **Итого по содержанию ОС**  **Итого по прочим расходам**  **Итого по транс. расходам**  **Итого по охране труда** | 4266343  4188879  **8455222**  542746  193644  37255  **773645**  158537  140226,9  183672,3  2956850  41661,2  197834  9204  308477  4294,47 | 12,03  16,02  **14,01**  134,17  149,4  69,9  **134,89**  201,65  39,07  137,44  2,62  312,8  47,3  169,9  25,54  211,93 | 51331474  67120227  **118451702**  72821892  28930520  2603992  **104356406**  31968351  5479174  25244621  7753156  13031868  9358222  1564106  7879808  910120  **325997538**  **41981115**  **3293189**  **16043692**  **-3519440**  **179730**  **14750599**  **21738711**  **110882399**  **46462830**  **12845810**  **31023174**  **1469651** | 0,573  0,563  **1,136**  0,073  0,026  0,099  0,104  0,021  0,019  0,025  0,397  0,006  0,027  0,001  0,041  **0,000**  **0**  **0**  **0**  **0**  **0**  **0**  **0**  **0**  **0**  **0**  **0**  **0** | 6,90  9,02  **15,92**  9,79  0,35  10,14  4,3  0,74  3,39  1,04  1,75  1,26  0,21  1,06  0,12  **43,82**  **5,64**  **0,44**  **2,16**  **-0,47**  **0,02**  **1,98**  **0,92**  **14,9**  **6,25**  **1,73**  **4,17**  **0,20** |
| **Итого расходов по переделу** |  |  | **623149003** | **0** | **83,76** |
| **Расходы по разливке** |  |  | **1749066** | **0** | **0,24** |
| **ВСЕГО РАСХОДОВ** |  |  | **8038530366** | **0** | **1080** |
| 1. **Попутная продукция**   Шлак огн-жид на грануляцию  на пемзу  на щебень  Шлак на грануляцию  **Итого по шлаку**  Газ доменный цехам  Потери газа  **Итого по газу доменному**  **Итого попутной продукции** | 19550  666400  1022499  **1708449**  5729460  1048781 | 0,38  0,13  1,16  20,20  0,00 | 7429  86632  1186098  **1280159**  115733652  **115733652**  **117013811** | 0,003  0,09  0,137  0,23  0,77  0,141  0,00  0,00 | 0,00  0,01  0,16  0,17  15,56  0,00  15,56  15,73 |
| ВЫПУСК ВСЕГО ПРОИЗ. С/С  ВЫПУСК ЧУГУНА ЖИД. ВЫПУСК ЧУГУНА ЧУШКОВ. | **7439715**  **7378203**  **61512** | **1064,8**  **1064,5**  **1093,1** | **7921516554**  **7854280284**  **67236270** | **1,00**  **0,992**  **0,008** | **1064,8**  **1055,7**  **9,04** |

**6.2.3 Штатное расписание доменного цеха**

Таблица 11 – Штатное расписание доменного цеха

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование отделений, участков | Кол-во человек |
| 1.  2.  3.  4.  5.  6.  7.  8.  9.  10. | Участок бункерной эстакады и подбункерных помещений  Комплексная бригада по обслуживанию доменной печи  Участок воздухонагревателей  Участок разливочных машин  Участок эл. оборудования  Участок механического обор. на д.п. и разливочных машинах  Служба автоматизации  Фурменное отделение  Бригада выбивки скрабин  Бригада грануляции шлака | 9  70  8  20  13  25  5  3  13  10 |
|  | Итого: | 176 |

**6.3 Смета капитальных затрат**

Затраты на строительство одной доменной печи V = 2824 мз, следующие:

Строительные работы – 1 316 101,5 тыс. руб.

Монтажные работы – 565 204,5 тыс. руб.

Оборудование – 982 200 тыс. руб.

Прочие затраты – 188 007 тыс. руб.

**Итого: 3 051 513 тыс. руб.**

Стоимость разливочных машин (2 шт.) – 96 666 тыс. руб.

**Всего: 3 148 179 тыс. руб.**

**6.4 Экономическая эффективность строительства доменной печи**

Рентабельность инвестиций или коэффициент чистой текущей стоимости проекта определяется по формуле [6],

**NPVR = NPV / PVI\*100,** (3)

где NPVR – рентабельность инвестиций, % или руб.;

NPV – чистая текущая стоимость, руб.;

PVI – текущая стоимость капиталовложений, руб.

**NPVR = (Ц – С/С)/ С/С \* 100** (4)

Принимаем рентабельность NPVR = 30%, тогда

**Цена 1т чугуна = С/С х 1,3** = 1064,8 х 1,3 (5)

Ц 1т ч = 1384,24 руб.

Прибыль от реализации, руб.:

**Пр реал. = (Ц 1 т ч – С/С) V пр-ва год.** (6)

Пр реал. = (1384,24 – 1064,8) \* 2485120 = 793 846 732,8 руб.

Период окупаемости капиталовложений, год:

**Ток = Кап. Затраты / ПР реал.** (7)

Ток = 3 148 179 000 / 793 846 732,8 = 4

**6.5 Основные технико-экономические показатели**

Таблица 12 – Основные техник-экономические показатели [7]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатели | Ед. измерения | Значения |
| 1. Годовой объем производства 2. Цена 1 тонны чугуна 3. Себестоимость 1 тонны чугуна 4. Капитальные затраты 5. Прибыль от реализации продукции 6. Срок окупаемости | т  руб.  руб.  руб.  руб. / год  год | 2 485 120  1384,24  1064,8  3 148 179 000  793 846 732,8  4 |

Период окупаемости составил четыре года, что входит в допустимые пределы 6 – 7 лет.

**Список используемых источников**

1. Браун Г.А. Железорудная база черной металлургии СССР., – М., изд-во «Недра», 1970. 312 стр.
2. Остоухов М.Я., Шпарбер Л.Я., Справочник мастера – доменщика., М., «Металлургия», 1977, 304 с.
3. Рамм А.Н. Современный доменный процесс., – М., «Металлургия», 1980, 304 с.
4. Вегман Е.Ф., Жеребин Б.Н. Металлургия чугуна., – М., «Металлугрия», 1989, 521 с.
5. Лякишев Р.П., Николаев А.Н. Тенденции, перспективы развития., Металлург №2, 2003.
6. Немцев В.Н. Расчет показателей финансовой оценки инвестиционного проекта., Магнитогорск: МГТУ, 2000, 34 с.
7. Немцев В.Н. Расчет и анализ технико-экономических показателей инвестиционного проекта., Магнитогорск: МГТУ, 2002, 32 с.