# ОГЛАВЛЕНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 6](#_Toc228938182)

[ГЛАВА 1. Краткая характеристика предприятия и описание технологического процесса 7](#_Toc228938183)

[1.1 Краткая характеристика предприятия 7](#_Toc228938184)

[1.2 Описание технологии и условий образования газов 9](#_Toc228938185)

[1.3 Характеристика печи 9](#_Toc228938186)

[ГЛАВА 2. Выбор и расчет системы пылеулавливания 9](#_Toc228938187)

[2.1. Выбор системы пылеулавливания 9](#_Toc228938188)

[2.2. Расчет системы пылеулавливания 9](#_Toc228938189)

[2.2.1. Расчет потерь тепла через стенки газохода 9](#_Toc228938190)

[2.2.2. Расчет циклона 9](#_Toc228938191)

[2.2.3.Электрофильтр 9](#_Toc228938192)

[2.2.4.Скруббер Вентури 9](#_Toc228938193)

[2.2.5. Расчет сопротивлений газоходного тракта 9](#_Toc228938194)

[ГЛАВА 3. Охрана окружающей среды 9](#_Toc228938195)

[3.1 Воздействие существующего процесса на окружающую среду 9](#_Toc228938196)

[3.2. Проектные природоохранные мероприятия 9](#_Toc228938197)

[3.3. Расчет валовых поступлений выбросов загрязняющих веществ 9](#_Toc228938198)

[ГЛАВА 4. Патентные исследования 9](#_Toc228938200)

[4.1. Регламент поиска 9](#_Toc228938201)

[4.2. Патентная документация, отобранная для последующего анализа 9](#_Toc228938202)

[4.3. Изобретения, отобранные для анализа 9](#_Toc228938203)

[ГЛАВА 5. Автоматизация 9](#_Toc228938204)

[5.1. Описание технологического процесса с установкой очистки газа как объект регулирования 9](#_Toc228938205)

[5.2. Технологические особенности обжига молибденитового концентрата в печи КС 9](#_Toc228938206)

[5.3. Выбор и обоснование технических средств автоматизации 9](#_Toc228938207)

[5.4. Разработка и описание функциональной схемы автоматизации 9](#_Toc228938208)

[5.5. Расчёт оптимальных параметров настройки регулятора по каналу расход концентрата – температура в кипящем слое 9](#_Toc228938209)

[5.5.1. Расчёт передаточной функции объекта управления 9](#_Toc228938210)

[5.5.2. Расчет передаточной функции 9](#_Toc228938211)

[5.5.3. Расчет передаточной функции 9](#_Toc228938212)

[5.5.4. Расчет настроек ПИ-регулятора 9](#_Toc228938213)

[ГЛАВА 6. Технико-экономические показатели проекта 9](#_Toc228938214)

[6.1. Общие положения 9](#_Toc228938215)

[6.2. Состав и содержание экономической части дипломного проекта 9](#_Toc228938216)

[6.3. Технико-экономическое обоснование проектируемого процесса 9](#_Toc228938217)

[6.4. Расчет производственной программы цеха очистки 9](#_Toc228938218)

[6.5. Капитальные вложения и амортизационные отчисления 9](#_Toc228938219)

[6.5.1. Расчет сметной стоимости оборудования 9](#_Toc228938220)

[6.6. Организация труда и расчет численности работников цеха 9](#_Toc228938221)

[6.6.1. Расчет графика сменности при работе в непрерывном режиме: 9](#_Toc228938222)

[Дни месяца 9](#_Toc228938223)

[6.6.2. Расчет численности основных и вспомогательных рабочих 9](#_Toc228938224)

[6.7. Расчет годового фонда заработной платы работников цеха 9](#_Toc228938225)

[6.7.1. Расчет годового фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих 9](#_Toc228938226)

[6.7.2. Расчет фонда заработной платы ИТР, служащих и МОП 9](#_Toc228938227)

[6.7.3. Расчет общего фонда и среднемесячной заработной платы работников цеха (отделения) 9](#_Toc228938228)

[6.8. Расчет расходов на природоохранные мероприятия 9](#_Toc228938229)

[6.8.1. Основные расходы 9](#_Toc228938230)

[6.8.2. Накладные расходы 9](#_Toc228938231)

[6.8.3. Калькуляция себестоимости очистки газов 9](#_Toc228938232)

[6.9. Расчет эколого-экономического ущерба 9](#_Toc228938233)

[6.10. Экономическая эффективность природоохранных мероприятий 9](#_Toc228938234)

[6.11. Технико-экономические показатели 9](#_Toc228938235)

[ГЛАВА 7. Безопасность жизнедеятельности 9](#_Toc228938236)

[7.1. Генеральный план 9](#_Toc228938237)

[7.2. Анализ опасных и вредных производственных факторов 9](#_Toc228938238)

[7.3. Разработка мероприятий по БЖД 9](#_Toc228938239)

[7.4. Производственная санитария 9](#_Toc228938240)

[7.5. Пожарная и взрывопожарная безопасность 9](#_Toc228938241)

[7.6. Мероприятия по охране окружающей среды 9](#_Toc228938242)

[7.7. Расчет общеобменной вентиляции по удалению вредных выделений 9](#_Toc228938243)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 9](#_Toc228938244)

# ВВЕДЕНИЕ

Почти все стадии технологических процессов производства цветных и редких металлов сопровождаются образованием пыли, уносимой технологическими и вентиляционными газами. В эти же газы в виде примесей переходят окислы серы (сернистый и серный ангидрид), хлористый водород, хлор, фтор и некоторые другие составляющие перерабатываемого сырья.

Количество образующейся пыли – так называемый вынос или переход металлов в пыль – зависит от металлургического процесса, его интенсивности, конструкции агрегата, физико-химической характеристики компонентов шихты (крупность, прочность, содержание легковозгоняемых металлов и соединений и др.) и многих других факторов.

Особенно интенсивно пыль образуется при таких процессах, как обжиг и плавка концентратов в кипящем слое (КС) и взвешенном состоянии, возгоночных процессах и др.

При обжиге молибденовых концентратов в печах КС степень пылеуноса 25-40%. Запыленность газов высокая (100-200 *г/м3* и выше). Концентрация SO2 в газах печей КС 2-2,5%. Кроме того, газы содержат серный ангидрид SO3.

В связи с усилением внимания к защите окружающей среды, для эффективной борьбы с выбросами промышленных предприятий устанавливается газоочистное оборудование, это позволяет значительно сократить выбросы тяжелых металлов и газообразных веществ.



# ГЛАВА 1. Краткая характеристика предприятия и описание технологического процесса

## Краткая характеристика предприятия

Завод «Победит» располагается в Северо-Восточной части промышленного узла г. Владикавказа. Строительство началось в 1946 *г*. Территория завода расположена в плотно застроенном районе промышленного узла. Площадь, занимаемая заводом, составляет 26 *Га*.

Площадка завода расположена по правому берегу реки Терек.

Территория завода «Победит» расположена на одной площадке с заводом «Электроцинк» со значительным количеством общих транспортных и инженерных коммуникаций. С Юго-Западной стороны площадка завода граничит с ВВРЗ, Ж/Д техникумом, разделенных Ж/Д подъездным путем. С Юго-Восточной стороны расположен ряд промышленных предприятий (завод «Топаз», стеклотара) отделение от завода Черменским шоссе. С Севера завод «Победит» граничит с заводом «Электроцинк».

В 1946 году строительство было прервано из-за ВОВ и возобновилось после ее окончания.

Официальный пуск завода был осуществлен в 1948 году, но уже во время войны отдельные участки строящегося завода выпускали подколиберные снаряды.

Металлический вольфрам и молибден, а так же твердые сплавы нашли широкое применение в самых различных отраслях промышленности. Вольфрам и молибден применяются для производства легированных сталей, жаропрочных сплавов, в электроламповой и радиотехнической промышленности, в авиации и других отраслях народного хозяйства. Твердые сплавы служат для холодной обработки металлов и неметаллических материалов, а также широко применяются в горной промышленности, угольной, нефтяной, оборонной и других отраслях промышленности.

Завод выпускает твердые сплавы, металлический вольфрам и молибден в виде порошков и штабиков, проволоки.

В настоящее время в состав завода входят:

* Цех химического сырья – цех № 3;
* Цех твердых сплавов – цех № 7, 5;
* Цех тугоплавких металлов – цех № 1, 2, 8;
* Цех тарированного вольфрама - цех № 4;
* Опытно-промышленный цех;
* Ремонтно-механический цех;
* Инструментальный цех;
* Паросиловой цех;
* Энерго цех;
* Центральная лаборатория метрологии;
* Ремонтно-строительный цех;
* Отдел технического контроля;
* Центральная заводская лаборатория;
* Транспортный цех;
* Хозяйственный цех.

Энергоснабжение – используется природный газ ставропольского месторождения, резервное питание – мазут.

Водоснабжение – осуществляется по водопроводу от Горводоканала, а так же пробурены 2 скважины на территории завода для питьевой воды. На технологические нужды используется техническая вода с завода «Ирстекло» и оборотная вода.

Сырье: поступают концентраты различных месторождений, в том числе – с Нальчикского гидрометаллургического завода поступает вольфрамовый ангидрид.

Краткая характеристика получаемой продукции:

Вольфрам и молибден – металлы 6 группы периодической системы Менделеева Д. И., имеют высокую температуру плавления: *W* – 3400*оС*; *Мо* – 2700*оС*. Имеют высокую плотность *W* – 19 *г/см3*, *Мо* – 14,7 *г/см3*. Вольфрам обладает высокой твердостью и прочностью, а молибден более пластичен. Основное количество вольфрама идет на изготовление режущего инструмента, легированной стали, производства твердых сплавов, специальных сплавов для ядерной энергетики, химической промышленности, вольфрамовой и молибденовой проволоки (для ламп). Молибден один из основных металлов самолетостроения.

Вольфрам и молибден – кислотообразующие и имеют ярко выраженные металлические свойства. Окислы вольфрама и молибдена восстанавливаются до металлов при температуре 700-900оС.

Краткие сведения о цехе № 3 (производство химической продукции):

Цех химсырья включает в себя 3 отделения:

- вольфрамовое;

- молибденовое;

- кобальтовое.

– Сырьем для вольфрамового отделения являются вольфрамовые концентраты месторождений со средним содержанием в них вольфрамового ангидрида (*WО*3) около 50%. Конечным продуктом является паравольфрамат аммония (5(*NH*4)2*O*·12 *WО*3·5*Н2О*), который передается в цех №8 для дальнейшей переработки.

– Сырьем для молибденового участка являются молибденовые концентраты со средним содержанием молибдены около 50%. Конечным продуктом является парамолибдат аммония (3(*NH*4)2*O*·7 *МoО*3·4*Н2О*), который передается в цех № 2.

– Кобальтовое отделение получает в качестве сырья техническую окись кобальта с содержанием кобальта около 70% с других заводов цветной металлургии. После ряда технологических операций получают окись кобальта, предназначенную для производства твердых сплавов.

## Описание технологии и условий образования газов

Обжиг молибденового концентрата производят с целью перевода сульфида молибдена (*MoS2*) в оксид молибдена (*MoO3*) – легкорастворимое в аммиачной воде соединение.

При температуре выше 500*оС* молибденит интенсивно окисляется кислородом воздуха с образованием треокиси молибдена по суммарной экзотермической реакции:

*MoS2* + 3,5*O2* = *MoO3* + 2*SO2* + Qккал

Реакция протекает с выделением тепла, что обеспечивает возможность проведения процесса за счет теплоты реакции. При окислении частицы молибденита покрываются пленкой триоксида молибдена, через которую кислород свободно проникает при температуре 550–600*оС*, при такой температуре пленка пористая и не препятствует протеканию процесса окисления.

Исходным сырьем при обжиге являются молибденитовые концентраты с содержанием молибдена (*Мо*) 47–56%, сульфидной серы (*Ss*) 30–35%, железа (*Fe*) 1–3,5%, кремнезема (*SiO2*) 4–9%, мышьяка (*As*) 0,03–0,06%, фосфора (*Р*) 0,02–0,05%, меди (*Сu*) 0,4–1,5%.

Одним из факторов, определяющих качество концентрата, является крупность его частиц. Практикой обжига в печах «кипящего слоя» установлено, что при среднем размере частиц обжигаемого концентрата равном 12–14 *мкм*, вынос пыли из печи составляет 36–38%, а при крупности 10–12 *мкм* — 40–42%, при работе с более мелкими концентратами пылеунос возрастает до 60% и даже более.

Степень пылеуноса при обжиге молибденитовых концентратов в многоподовых печах 15–18%, при обжиге в печах КС 25–40%. Запыленность газов вы­сокая (100–200 *г/м3* и выше). Вследствие большого избыт­ка воздуха, используемого для регулирования температу­ры, концентрация *SO*2 в газах многоподовых печей низкая: 0,9–1,5 %. Несколько выше концентрация *SO*2 в газах пе­чей КС: 2–2,5%. Кроме того, газы содержат серный ан­гидрид *SO*3.

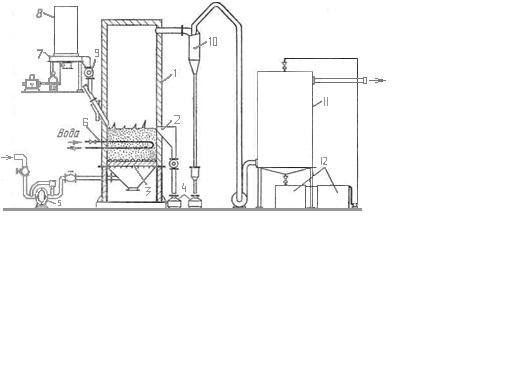
До последнего времени очистку газов от *SO*2 и утилиза­цию серы из них на молибденовых предприятиях не прово­дили. После разбавления воздухом газы выбрасывались в атмосферу на высоте 50–135 *м*. В последние годы, в связи с усилением внимания к защите окружающей среды создают установки для очистки обжиговых газов от сернистого газа.

Экономичес­ки оправдано направлять газы с концентрацией *SO*2 3–3,5 % на производство серной, кислоты. Экономичность сернокислотных установок повышается при увеличении концентрации *SO*2 в газах за счет сжигания серы в отдель­ной обжиговой печи. На установках меньшего масшта­ба применяют очистку обжиговых газов орошением их из­вестковым молоком в скрубберах. Улавливание *SO*2 осно­вано на образовании малорастворимого сульфита *СаSО*3, который сбрасывают в хвосто-хранилище, где он окисляет­ся постепенно кислородом до *CaSО*4. Содержание *SO*2 в газах после скрубберов составляет 0,05–0,1%.

При работе на мелких концентратах с большим пылеуносом работа печи сильно осложняется, так как вместе с пылью из слоя выносится значительное количество сульфидной серы, которая горит во всем объеме печи. Из-за этого повышается температура под сводом печи, тепловой баланс обжига нарушается и увеличивается вероятность образования налипаний огарка в верхней части печи и под сводом. По мере увеличения их объема они могут срываться и вызывать нарушения режима «кипения» и, в результате, остановку печи. Поэтому при работе на разных концентратах необходимо корректировать технологические параметры операции обжига.

На *Рис*. 1 показана одна из промышленных печей и общая схема установки. Печь представляет собой цилиндрическую шахту, футерованную жароупорным бетоном или фасонным шамотным кирпичом. В нижней части шахты расположена воздухораспределительная решетка (подина). Решетка состоит из ряда сопел с грибовидными съемными колпачками, что

предотвращает просыпание материала под решетку.



*Рис*. 1. Схема установки для обжига молибденитовых концентратов в кипящем слое

1 – шихта печи, футерованная огнеупорным бетоном; *2* – разгрузочный порог; 3 – распределительная решетка (подина); 4 – сборники огарка и пыли; *5* – воздуховка; 6 – кессон; 7 – тарельчатый питатель; *8* – бункер; *9 –* шлюзовый; 10 *–* циклон; *11 –* мокрый электрофильтр; *12 –* сборник пульпы.

Равномерное питание печи концентратом — важнейшее усло­вие поддержания заданного режима обжига. Концентрат подается в печь с помощью автоматизированного узла загрузки, состоящего из цилиндрического бункера, под которым находится тарельчатый питатель с регулируемой скоростью оборотов. Газы вместе с уносимыми с ними тонкими частицами материала проходят пылеулавливающие устройства (циклон, электрофильтр) и выбрасываются в атмосферу.

Вследствие близости температур возгорания молибденитового концентрата в кипящем слое (500–510°С) и начала спекания огарков (580–590°С) обжиг концентрата можно проводить лишь при относительно низкой температуре в слое, поддерживаемой в пределах 550–570°С. При более высокой температуре на стенках печи в надслоевой зоне образуются плотные наросты, куски которых падают в слой и накапливаются на подине, что приводит к нарушению процесса.

Заданная температура в слое поддерживается автоматически. Система регулирования основана на изменении количества подаваемого концентрата. При повышении или понижении температуры по сравнению с заданной соответственно автоматически уменьшается или увеличивается количество подаваемого в печь в единицу времени концентрата путем изменения числа оборотов тарели питателя.

## Характеристика печи

Для обжига молибденового концентрата в «кипящем слое» в комплекте со щитом управления используется печь высотой шахты 10 *м*, наружный диаметр 3,8 *м*, площадь пода печи 6,05 *м2*. Печь футерована шамотным кирпичом с прослойкой теплоизоляции между кладкой и стенкой корпуса печи.

Подина печи изготовлена из жаростойкого бетона. Диаметр подины 2,8 *м2*, в нее вмонтировано 940 трубок, на которые навинчены колпачки с отверстиями диаметром 2,5 и 3 *мм* для подачи воздуха от воздуходувок.

Под печи разделен на три секции, через которые подается воздух от воздуходувки. Возможна регулировка подачи воздуха на любую секцию. Загрузка концентрата в печь производится на высоте 1670 *мм* от подины. Разгрузка огарка производится со дна печи.

Для загрузки концентрата в печь используется бункер стальной вместимостью 2,2 *т* с тарельчатым питателем. К нему подключен электродвигатель мощностью 3 *кВт*, .



# ГЛАВА 3. Выбор и расчет системы пылеулавливания

## 3.1. Выбор системы пылеулавливания

Для очистки газов обжиговых печей в данном проекте предложено установить систему пылеулавливания состоящую из циклона, электрофильтра, скруббера Вентури, так как она позволяет кроме твердых пылевых частиц уловить и часть SO2.

*Циклон*

Циклоны широко используют в металлургии для выделения из технологических газов грубой пыли, т.е. в качестве первой ступени очистки перед аппаратами тонкого пылеулавливания, но еще применяют в качестве единственной ступени очистки.

Однако циклоны способны эффективно улавливать пыль только размером 15-20 *мкм* и более. Выделение частиц пыли из газового потока происходит за счет центробежных сил, возникающих при вращении запыленного потока в циклоне и при изменении направлении потока при выходе в трубу.

Вращение потоку сообщается путем ввода его в аппарат либо по касательной к стенке корпуса, либо с помощью закручивающего устройства.

В результате действия центробежных сил частицы пыли, взвешенные в потоке газа, отбрасываются на стенки корпуса и выпадают из потока.

Газ, освобожденный от пыли, продолжая вращаться, совершает поворот на 180о и выходит из циклона через выхлопную трубу. Частицы пыли, достигшие стенок корпуса, движутся к выходному отверстию и выводятся из циклона.

Эффективность работы циклона возрастает с увеличением скорости газа, диаметра и плотности частиц пыли и уменьшается с увеличением вязкости газа и размеров циклона.

*Электрофильтр*

В электрофильтрах, применяемых для очистки газов, используется взаимодействие между зарядом пылевых частиц и электрическим полем. Высокое напряжение (30 – 60 *кВ*) подается на коронирующие электроды, а осадительные электроды заземляют. В результате внутри аппарата создается электрическое поле. Для создания коронного разряда коронирующие электроды имеют определенную форму, которая обеспечивает вблизи их резко выраженную неоднородность электрического поля.

Частицы пыли, попадая в электрическое поле, заряжаются и перемещаются одновременно к выходу из аппарата со скоростью газа и к осадительным электродам со скоростью дрейфа. В сухих электрофильтрах происходит возвращение некоторых частиц пыли в газовый поток. Этот процесс называется вторичный пылеунос.

Электрофильтры позволяют очищать различное количество газа с высокой эффективностью (99-99,5%).

Кроме того, очищать газы под избыточным давлением, при различных температурах газов (500 оС).

Запыленность очищаемых газов может быть различна.

Работу электрофильтра можно полностью автоматизировать.

Недостатком является большие габариты из-за малой скорости дрейфа частиц таких фракций.

Электрофильтры состоят из корпуса, в котором расположены осадительные и коронирующие электроды. В зависимости от характеристики газа и содержащихся в нем пылевых частиц корпус электрофильтра изготовляют из стали, алюминия, кирпича, железобетона, свинца, пластмассы. При очистке газов, имеющих высокую температуру, внутри футеруют огнеопасным материалом или кислотоупорным кирпичом. Снаружи теплоизолируют.

*Скруббер Вентури*

Скрубберы Вентури – наиболее эффективные из аппаратов мокрой очистки газов. В связи с непрерывно возрастающими требованиями к глубине очистки газовоздушных выбросов промышленных предприятий скрубберы Вентури постепенно становятся доминирующим видом мокрых пылеуловителей.

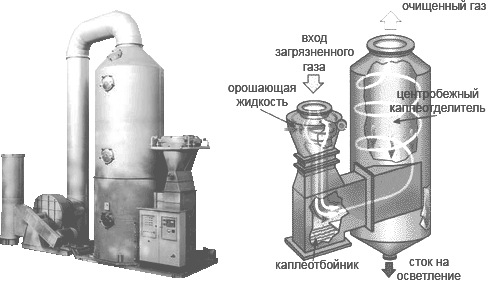


Рис. 3.2. Принцип работы скруббера Вентури

Работа скрубберов Вентури основана на дроблении воды турбулентным газовым потоком, захвате каплями воды частиц пыли, последующей их коагуляции и осаждении в каплеуловителе инерционного типа.

Скруббер Вентури включает трубу Вентури и прямоточный циклон. Труба Вентури состоит из служащего для увеличения скорости газа конфузора, в котором размещают оросительное устройство, горловины, где происходит осаждение частиц пыли на каплях воды; диффузора, в котором протекают процессы коагуляции, а также за счет снижения скорости восстанавливается часть давления, затраченного на создание высокой скорости газа в горловине.

Скрубберы Вентури могут работать с высокой эффективностью (96-98%) на пылях со средним размером частиц 1-2 *мкм* и улавливать высокодисперсные частицы пыли в широком диапазоне начальной концентрации ее в газе от 0,05 до 100 *г/м3*.

Отличительной особенностью является захват улавливаемых частиц жидкостью, которая уносит их из аппарата в виде шлама.

При использовании в качестве орошающей жидкости известкового молока (*Ca+H2O*) происходит улавливание SO2 на 90%.

## 3.2. Расчет системы пылеулавливания

### 3.2.1. Расчет потерь тепла через стенки газохода

*Таблица* 3.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры отходящих газов | | Численное значение | Ед. измерения |
| Расход *V0*  Температура *tг*  Запыленность *z*  Плотность пыли *ρп* | | 3500 | *м3/ч* |
| 560 | *оС* |
| 140 | *г/м3* |
| 3500 | *кг/м3* |
| Состав газа: | SO2 | 3 | % |
| O2 | 14,5 | % |
| N2 | 80 | % |
| CO2 | 2,5 | % |
| Состав пыли по фрак-циям *d*; мкм: | <5 | 20 | % |
| 5-10 | 22 | % |
| 10-20 | 24 | % |
| 20-40 | 16 | % |
| >40 | 18 | % |

При движении газов по газоходному тракту происходит снижение температуры в результате потерь тепла в окружающую среду через стенки газохода.

1. Задаем температура на внешней стороне стенки газохода



1. Средняя температура стенки в поперечном сечении

где – температура на внутренней стороне стенки газохода, с небольшой погрешностью можно принять равной температуре отходящих газов, .



1. Определяем коэффициент теплопроводности стенки газохода

где – коэффициент, зависящий от марки стали, т.к. материалом для изготовления газоходных трактов в основном является сталь марки “Ст3", то .



1. Плотность теплового потока теплопроводности

где – толщина стенки газохода, м (обычно составляет 0,51,5 см).



1. Плотность теплового потока конвекции от газохода в окружающую среду



где – коэффициент теплоотдачи (для газоходного тракта круглого сечения можно принять 2,5-2,7 ).



1. Плотность теплового потока излучения от газохода в окружающую среду



где – степень черноты материала, принимается 0,78 0,82; – постоянная Стефана-Больцмана, равная 5,67 ; – наружная температура стенки, К; – температура окружающего воздуха, К.



1. Суммарная плотность теплового потока конвекции и излучения
2. При правильно заданной температуре на внешней стороне газохода плотность теплового потока теплопроводности и плотность теплового потока конвекции и излучения должны быть равны. Однако точного совпадения заданной и реальной температуры стенки на внешней стороне газохода добиться сложно при проведении расчета без ЭВМ. Для получения более точного значения температуры на внешней стороне стенки газохода необходимо соблюдение условия



1. Температура на внешней стороне стенки газохода во втором приближении .



1. Средняя температура стенки
2. Коэффициент теплопроводности стенки газохода
3. Плотность теплового потока теплопроводности
4. Плотность теплового потока конвекции
5. Плотность теплового потока излучения
6. Суммарная плотность теплового потока конвекции и излучения
7. Погрешность расчета



1. Расход газа (р.у.)

где – расход отходящих газов (н.у.), ; – температура газа в газоходном тракте, ; – коэффициент объемного расширения, равный .



1. Сечение газохода



где – скорость движения газа в газоходе (во избежание осаждения пыли в газоходе скорость принимается 18 – 20 м/с).



1. Диаметр газохода



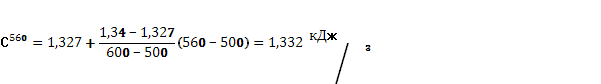
1. Площадь поверхности газохода длиной 1 *м*



1. Линейная плотность теплового потока



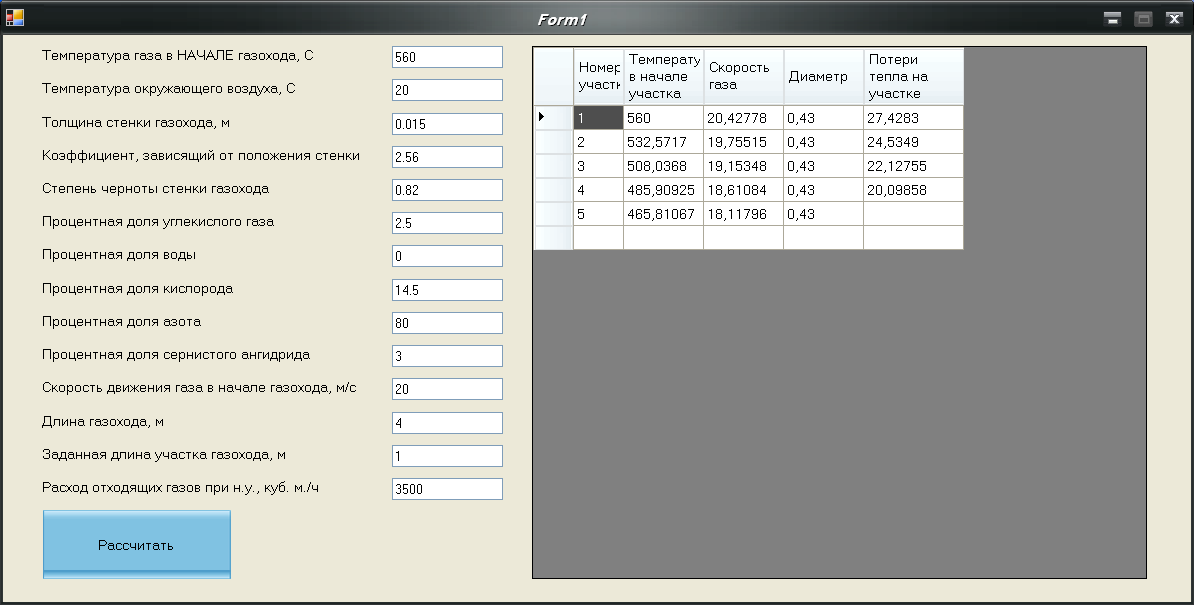
1. Теплоемкость отходящих газов



1. Температура, до которой охладится газ через 1 м длины газохода



1. Снижение температуры газов на 1 м длины газохода в результате потерь тепла в окружающую среду



### 3.2.2. Расчет циклона

*Таблица* 3.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры отходящих газов | | Численное значение | Ед. измерения |
| Расход *V0*  Температура *tг*  Запыленность *z*  Плотность пыли *ρп* | | 3500 | *м3/ч* |
| 565,8 | *оС* |
| 140 | *г/м3* |
| 3500 | *кг/м3* |
| Состав газа: | SO2 | 3 | % |
| O2 | 14,5 | % |
| N2 | 80 | % |
| CO2 | 2,5 | % |
| Состав пыли по фрак-циям *d*; мкм: | <5 | 20 | % |
| 5-10 | 22 | % |
| 10-20 | 24 | % |
| 20-40 | 16 | % |
| >40 | 18 | % |

1. Плотность сухих газов (н.у.) определяется по формуле:

где – содержание компонентов в смеси, доли ед;

– молекулярные массы отдельных компонентов газа, *кг/кмоль.*

1. Плотность газа (р.у.)



где – давление атмосферного воздуха (на уровне г. Владикавказа ); *х* – влагосодержание газа, ; – избыточное давление газа при входе в пылевую камеру, обычно принимают 1 *кПа*.



1. Объем газа (р.у.)



1. Выбираем оптимальную скорость в циклоне , в зависимости от циклона (ЦН-15) .



1. Необходимая площадь сечения циклона
2. Выбираем стандартный диаметр циклона D*ц* = 600 *мм*, тогда количество циклонов



округляем до целого числа



1. При полученном количестве циклонов необходимо пересчитать диаметр

и принять ближайшее стандартное значение , тогда



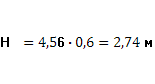
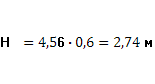
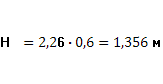
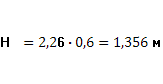
1. Определяем реальную скорость движения газа в циклоне



1. Определяем погрешность между действительной и оптимальной скоростью движения газа в циклоне
2. Производительность одного циклона



1. Определяем конструктивные параметры циклона



1. Коэффициент сопротивления циклона зависит от диаметра циклона, концентрации пыли, компоновки циклонов в группе, организации выхода газа и некоторых других факторов и вычисляется по формуле:



где – коэффициент сопротивления циклона диаметром 500 мм;



– поправочный коэффициент на влияние диаметра циклона;



– поправочный коэффициент на влияние запыленности газа;



– поправочный коэффициент на влияние групповой компановки циклонов, равный 60 при круговой компановке.



1. Гидравлическое сопротивление циклона можно определить по формуле Ньютона:



1. Динамический коэффициент вязкости для каждого компонента отходящего газа:

где – вязкость для каждого компонента, ; – константа; – температура отходящих газов, *К*.



1. Динамическая вязкость смеси газов
2. Средний диаметр частиц каждой фракции



1. Для определения эффективности циклонов широко используют графические методы с использованием элементов теории вероятности.

Массовый состав пыли по фракциям:



где – содержание данной фракции в пыли, %.



*Таблица* 2.3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Средний размер пыли, *мкм* | Массовый состав пыли по фракциям, % | Интегральная функция вероятности, *F(t)* | t | g d |
| 3,97 | 0,05 | 99,95 | - 2,516 | - 0,102 |
| 8,2 | 0,5 | 99,45 | - 2,395 | 0,599 |
| 16,5 | 4,49 | 94,96 | - 1,79 | 0,916 |
| 33 | 23,98 | 70,98 | - 0,788 | 1,22 |
| 45,55 | 70,98 | 0 | 2,326 | 1,414 |

По полученным данным строим график в вероятностно-логарифмических координатах:

10

30

40

20

0

60

50

100

90

80

70

d50 = 27 *мкм*

*d*84.1 = 13

*F(t)*

*t*

*lg d*

15

35

40

45

5

30

25

20

10

*d*

По графику определяются значения: *d*50 = 27 *мкм*; *lg* *d*50 = 1,43; *d*84,1 = 13 *мкм*.

1. Среднеквадратичное отклонение находится из соотношения:



следовательно, .



1. Медианный размер определяется по формуле



отсюда



1. Размер частиц *d’*50, улавливаемых выбранным циклоном с эффективностью 50%



где – величины, соответствующие условиям, при которых получена величина *d’*50.

1. Приведенные данные соответствуют следующим условиям работы циклонов: .

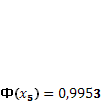
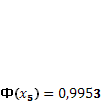
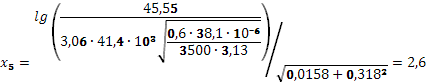
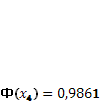
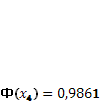
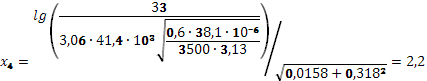
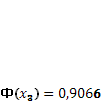
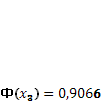
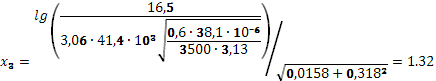
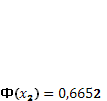
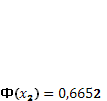
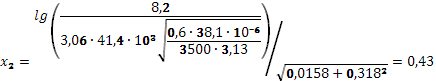
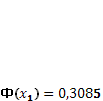
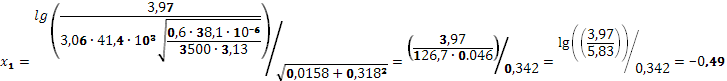


1. Фракционная степень очистки в одиночных циклонах:

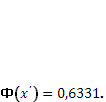
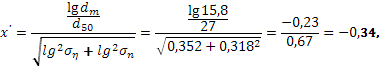
где – функция распределения от величины .



Величина рассчитывается по формуле



1. Общая эффективность очистки газа в одиночном циклоне равна:



При групповой компоновке циклонов коэффициент очистки газов:

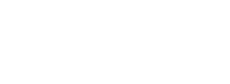
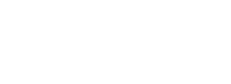
1. Запыленность газов после очистки в циклоне



1. Общая масса пыли, поступающей в циклон



1. Масса пыли, поступившей в циклон по фракциям



1. Масса пыли по фракциям после очистки

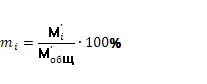


где – фракционная степень очистки, доли. ед.

1. Общая масса пыли после очистки



1. Массовое содержание каждой фракции



1. Температура газов в циклонах данного типа снижается . Температура газов после прохождения через циклон составит 540.



1. Объемный состав пыли по фракциям:



Суммарный объемный состав пыли



Так как пыль частично оседает в циклоне, то необходимо пересчитать фракционный состав пыли на выходе из циклона, составив пропорцию.

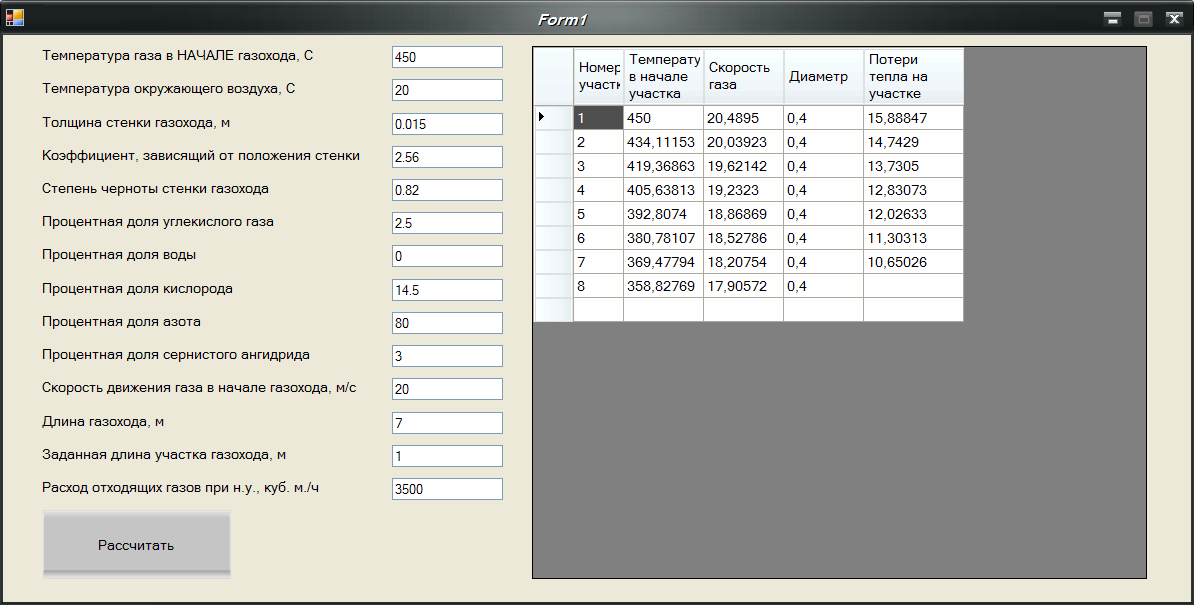
—



— 100%



Отсюда



### 3.2.3.Электрофильтр

*Таблица* 3.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры отходящих газов | | Численное значение | Ед. измерения |
| Расход *V0*  Температура *tг*  Запыленность *z*  Плотность пыли *ρп* | | 3500 | *м3/ч* |
| 358,8 | *оС* |
| 16,62 | *г/м3* |
| 3500 | *кг/м3* |
| Состав газа: | SO2 | 3 | % |
| O2 | 14,5 | % |
| N2 | 80 | % |
| CO2 | 2,5 | % |
| Состав пыли по фрак-циям *d*; мкм: | <5 | 58,179 | % |
| 5-10 | 31,057 | % |
| 10-20 | 9,45 | % |
| 20-40 | 0,954 | % |
| >40 | 0,36 | % |

1. Плотность газов (н.у.), т.е. ,



где – содержание компонентов в смеси, доли ед;

– молекулярные массы отдельных компонентов газа, *кг/кмоль*

1. Плотность газа (р.у.)



где – давление атмосферного воздуха (на уровне г. Владикавказа ); *f* – влагосодержание газа, ; – избыточное давление газа при входе в пылевую камеру, обычно принимают 1 кПа.



1. Объем газа (р.у.)



1. Необходимая площадь поперечного сечения активной зоны электрофильтра



где – скорость газа в аппарате, принимается в пределах 0,8 – 1,2 .



1. Выбираем тип электрофильтра ЭГА 1-10-6-4-2.

;



расстояние между электродами .



1. Фактическая скорость газа в активном поле аппарата



1. Отношение плотности газа (р.у.) к плотности при стандартных условиях .

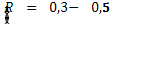
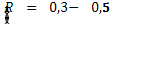


где – избыточное давление газа в электрофильтре (для электрофильтров серии ЭГА обычно 4 *кПа*).



1. Критическая напряженность электрического поля, при которой возникает коронный разряд в электрофильтре

где – радиус коронирующего электрода, *м*.



1. Критическое напряжение короны для пластинчатого электрофильтра

где – шаг между коронирующими электродами равен 0,18 *м*; – расстояние между плоскостями коронирующих и осадительных электродов, *м*. так как расстояние между одноименными электродами равно то .



1. Линейная плотность тока короны



где – коэффициент, зависящий от отношения ; К – подвижность ионов в газе, , для сухого воздуха ; U – рабочее напряжение в электрофильтре, В (обычно составляет 50 – 100 кВ).



1. Напряженность электрического поля



где – диэлектрическая проницаемость вакуума, равная



1. Динамическая вязкость компонентов отходящего газа (р.у.)

где – вязкость для каждого компонента, ; – константа; – температура отходящих газов, К.



1. Динамическая вязкость смеси газов
2. Средний диаметр частиц каждой фракции



1. Удельная поверхность осаждения
2. Скорость дрейфа частиц каждой фракции



1. Фракционный коэффициент очистки



1. Общий коэффициент очистки газа от пыли в электрофильтре



1. Запыленность газа после очистки
2. Объемный состав пыли по фракциям



1. Суммарный объемный состав пыли



1. Так как пыль не полностью оседает в электрофильтре и отходящие газы могут направляться на вторую ступень тонкой очистки, то необходимо пересчитать фракционный состав пыли на выходе из электрофильтра. Составим пропорцию:

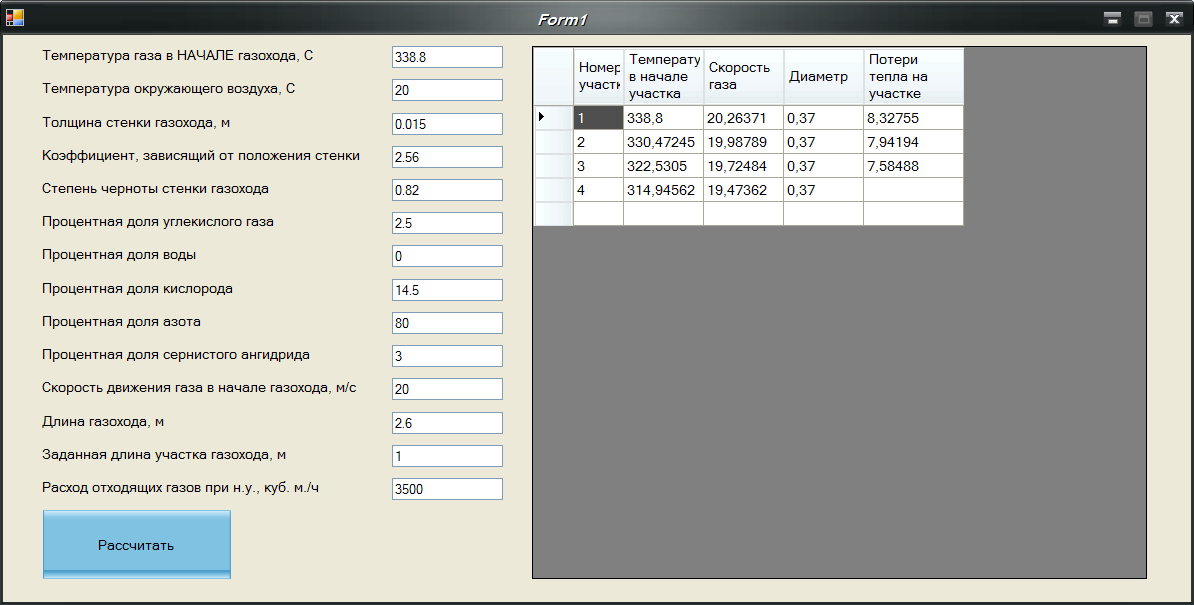
—



— 100%



1. Температура газов в аппарате в среднем снижается до 338,8.



### 3.2.4.Скруббер Вентури

*Таблица* 3.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры отходящих газов | | Численное значение | Ед. измерения |
| Расход *V0*  Температура *tг*  Запыленность *z*  Плотность пыли *ρп* | | 3500 | *м3/ч* |
| 315 | *оС* |
| 7,9 | *г/м3* |
| 3500 | *кг/м3* |
| Состав газа: | SO2 | 3 | % |
| O2 | 14,5 | % |
| N2 | 80 | % |
| CO2 | 2,5 | % |
| Состав пыли по фракциям *d*; мкм: | <5 | 72,65 | % |
| 5-10 | 24,401 | % |
| 10-20 | 2,9 | % |
| 20-40 | 0,045 | % |
| >40 | 0,004 | % |

1. Количество газов на входе в скруббер (р.у.). Разряжение перед скруббером составляет .



1. Общий расход воды в скруббере

где – удельный расход воды, приблизительно



1. Влагосодержание отходящих газов
2. Содержание других компонентов в 1 отходящих газов



1. Плотность компонентов сухого газа (н.у.)
2. Процентный состав компонентов отходящих газов в пересчете на сухой газ

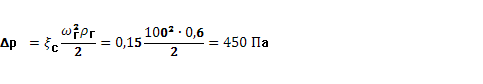
Проверка:



1. Плотность газов (н.у.)
2. Плотность влажных газов (р.у.) на входе в скруббер



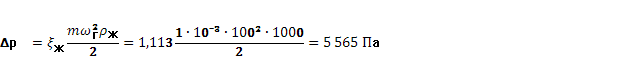
1. Температура газов на выходе из скруббера
2. Гидравлическое сопротивление сухой трубы (без орошения)



где – коэффициент сопротивления сухой трубы, принимается в пределах 0,12–0,15; – скорость газа в горловине трубы, принимается 90–200 .



1. Гидравлическое сопротивление, обусловленное введением жидкости



где – плотность жидкости, (например, плотность воды при температуре 4 равна 1000); – коэффициент сопротивления, обусловленный введением жидкости



где и – эмпирические коэффициенты (для скруббера Вентури оптимальной конфигурации с центральным подводом жидкости равны: =0,63 и ).



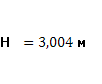
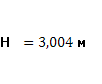
1. Потеря давления в трубе Вентури
2. Диаметр циклона каплеуловителя



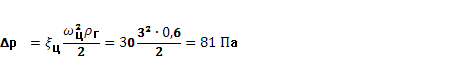
где – скорость движения газа в каплеуловителе, . В качестве каплеуловителя часто используют прямоточные циклоны, оптимальная скорость движения газа в которых составляет 2,5–4,5.



1. Выбираем циклон-каплеуловитель КЦТ-1000, высота которого составляет .



1. Гидравлическое сопротивление каплеуловителя



где – коэффициент сопротивления для прямоточных циклонов, обычно 30–33.



1. Гидравлическое сопротивление скруббера Вентури
2. Начальное влагосодержание газа



1. Плотность газа (р.у.) на выходе из скруббера



1. Количество газа на выходе из трубы Вентури
2. Скорость газа в горловине трубы Вентури



1. Диаметр горловины трубы Вентури



1. Диаметр входного сечения конфузора



где – скорость газа во входном сечении конфузора, принимается 20 .



1. Диаметр выходного сечения диффузора



где – скорость газа во входном сечении конфузора, принимается 20 .



1. Длина конфузора



где – обычно .



1. Длина горловины



1. Длина диффузора



где – угол расширения диффузора, принимается равным 6.



1. Полная длина каждой трубы Вентури



1. Кинематическая вязкость компонентов газа



1. Кинематическая вязкость компонентов смеси газов
2. Средний размер капель



где – удельный расход воды, .



1. Средний фракционный размер частиц



1. Критерий Стокса для частиц различных размеров



1. Фракционная эффективность



1. Общий коэффициент очистки газа в скруббере



1. Запыленность газов после очистки
2. Фракционный состав пыли после скруббера Вентури



Суммарный объемный состав пыли

—



— 100%



1. Расход газа (н.у.) на выходе из скруббера Вентури



Так как в скруббер подается известковое молоко для улавливания SO2, то состав газа на выходе из скруббера изменится с учетом того, что SO2 по экспериментальным данным уловится на 90%, тогда

3 · 0,9 = 2,73%

SO2 = 3 – 2,7 = 0,3%

В соответствии с этим состав газа будет:

SO2 = 0,3%

O2 = = 14,9%;



N2 = = 82,23%;



СО2 = = 2,57%



В результате на выходе из системы пылеулавливания запыленность газов составляет 0,006 и степень очистки системы пылеулавливания:



На *Рис*. 3 представлена технологическая схема процесса обжига молиб-деновых концентратов в печи КС.

Газ с запыленностью



Газ с запыленностью

Обжиг в печи КС

Обожженный концентрат MoO3

Запыленные газы с содержанием SO2 и

Выщелачивание

На рафинир.

Очистка в циклоне

Пыль

Очистка в электрофильтре

Пыль

Газ с запыленностью

Очистка в скруббере Вентури

Шлам

*Рис*. 3. Технологическая схема процесса обжига молибденовых концентратов

МолибденитMoS2

В процессе обжига образуются запыленные газы в результате продувки воздухом слоя шихты. Воздух, при прохождении через слой, захватывает частицы шихты мелких фракций и выносит из печи. Запыленность газов на выходе из печи составляет .

### 3.2.5. Расчет сопротивлений газоходного тракта

**1.** Определяем среднюю температуру газов в газоходе:

, оС

где *tк* – температура газов в конце газоходного тракта, оС.

 оС

**2.** Определяем коэффициент вязкости смеси газов:

, 

где η1, η2,…, ηп – коэффициенты вязкости компонентов газа, , значения которых определяем методом линейной интерполяции при температуре 312 оС:











**3.** Определяем расходы компонентов отходящих газов

, *м3/ч*

 *м3/ч*

 *м3/ч*

 *м3/ч*

 *м3/ч*

**4.** Определяем плотность отходящих газов при нормальных условиях:

, *кг/м3*

, *кг/м3*

1,34 *кг/м3*

**5.** Определяем критерий Рейнольдса:

;



**6.** Определяем коэффициент внешнего трения газа для труб с гладкой поверхностью (стальных) при турбулентном режиме:





**7.** Определяем скорость газа в газоходе при нормальных условиях:

, *м/с*

 *м/с*

**8.** Определяем потери напора на трение:

, *Па*

*Па*

**9.** Определяем потери напора на местные сопротивления:

, Па

где:  - коэффициент местного сопротивления, ,



- температура газа в области местного сопротивления, 0С.











**10.** Определяем суммарные потери напора на местные сопротивления:

, Па

 Па

**11.** Определяем величину геометрического напора на местные сопротивления по формуле:

, Па

где – высота подъема или спуска газа в газоходном тракте на участке создания геометрического напора, *м*; - плотность окружающего воздуха при нормальных условиях, *кг/м3*;  - температура окружающего воздуха, 0С; - средняя температура газа на участке, для которого определяется геометрический напор, 0С; *g* – ускорение свободного падения, равно 9,8 *м/с2*.

**12.** Определяем суммарный геометрический напор с учетом того, что газ направляется вниз:

, *Па*

 *Па*

**13.** Определяем суммарные потери напора в газоходном тракте:

, *Па*

где - гидравлическое сопротивление циклона, равное 688,9 *Па*; - гидравлическое сопротивление сухого электрофильтра, равное 150 *Па*; - гидравлическое сопротивление скруббера Вентури, равное 6096 *Па*;

*Па*

15. Для создания тягодутьевого режима выбираем дымосос типа ВВД-9:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Производитель-ность при максимальном КПД, *м3/ч* | Полное давление при максималь-ном КПД, *Па* | Характеристики | | Скорость вращения, *об/мин* | Масса, *кг* | Завод произво-дитель |
| Тип | Мощность, *кВт* |
| 5000 | 8000 | ВВД-9 | 40 | 1700 | 241 | - |

Вывод:

В результате расчетов выбрана следующая система газоочистки:

– циклон типа ЦН-15;

– сухой электрофильтр типа ЭГА 1-10-6-4-2;

– скруббер Вентури.

Общая эффективность очистки газа – 99,9994%.

# ГЛАВА 5. Охрана окружающей среды

## 5.1 Воздействие существующего процесса на окружающую среду

Обжиг молибденового концентрата производят с целью перевода сульфида молибдена в оксид молибдена – легкорастворимое в аммиачной воде соединение. При температуре выше 500оС молибденит интенсивно окисляется кислородом воздуха с образованием трехокиси молибдена по суммарной экзотермической реакции:

МоS2 + 3,5O2 = MoO3 + 2SO2↑ + 2666ккал

Реакция протекает с выделением тепла, что обеспечивает возможность проведения процесса за счет теплоты реакции. При окислении частицы Мо покрываются пленкой триоксида молибдена, через которую кислород свободно проникает при температуре 550-600оС, при такой температуре пленка пористая и не препятствует протеканию процесса окисления.

Характеристика сырья, основных и вспомогательных материалов:

* концентрат молибденовый ГОСТ 212-76;
* продукты (оборотные) процессы обжига: пыль циклонная, фильтровальные полотна, счистки из газоходов, шламы из скруббера и мокрого электрофильтра;
* газ природный, давление не более 0,6 *кгс/см2*;
* вода умягченная, жесткость не более 0,1 *г-экв*.;
* воздух сжатый, давление не более 0,3 *кгс/см2*;
* сетка металлическая №09, для просева песков;
* решетка металлическая, нестандартная, размер ячейки 8-10 *мм*, для просева концентрата;
* песок кварцевый, ГОСТ-75.

Технологическое оборудование:

Печь «КС» для обжига молибденового концентрата футерована жаропрочным кирпичом толщиной 250 *мм*. Высота шахты печи 10 *м*, площадь пода 6,05 *м2*, наружный диаметр 3,8 *м*. Подина печи состоит из трех секций. К печи «КС» - холодильник для выгрузки огарка.

На заводе используется аппаратурно-технологическая схема очистки газов, состоящая из:

**1**. печь КС;

**2.** циклон СИОТ;

**3**. сухой двухпольный электрофильтр типа ОГ-2-8;

**4.** форсуночный скруббер;

**5**. мокрый пластинчатый электрофильтр в титановом исполнении.

Существующая схема очистки газов имеет некоторые недостатки, заключающиеся в улавливании диоксида серы (SO2) приблизительно на 50%, что не является достаточно эффективным.

Характеристика существующих данных до реконструкции:

* процентный состав компонентов шихты: *Мо* – 52%, *As* – 0,03%, *Cu* – 0,4%, *SiO*2 – 4%;
* расход газа при рабочих условиях *V0* = 14 457 *м3/ч*;
* запыленность *z* = 0,14%;
* состав SO2 в отходящих газах с учетом улавливания составляет 1,5%;
* валовые выбросы составляют: пыль - 7,0264 *т/год*, *Мо* - 0,4852 *т/год*, *As* - 0,0005 *т/год*, *Cu* - 0,008 *т/год*, *SiO*2 - 0,05 *т/год*.

Рассчитываем валовые выбросы газообразного вещества до реконструкции [10]:



где *м* – молекулярная масса газообразного компонента;

 - годовое время, равное .

 *т/год*.

В процессе обжига молибденовых концентратов в печах КС образуются газы, в состав которых входят такие вредные вещества как: молибден (*Мо*), медь (*Cu*), железо (*Fe*), рений (*Re*), диоксид серы или сернистый ангидрид (SO2), мышьяк (*As*), диоксид кремния или кварц (*SiO*2) [9].

**Молибден (Мо)** – встречается в природе в виде минералов, основной из них молибденит (МоS2). Получается при окислительном обжиге молибденовых концентратов (550-600оС) и восстановлении полученной МоО3. Применяется в виде чистого Мо и ферромолибдена в производстве стали и сплавов; как материал для ядерных реакторов; в электро- и радиотехнике; в нагревателях высокотемпературных печей; в реактивных двигателях.

***Токсическое действие:***

Молибден, попадающий в организм с растительной пищей, более токсичен, чем его неорганические соединения, и вызывает изменения аналогично селену. Молибденоз напоминает подагру; повышается образование мочевой кислоты, наблюдаются артрозы, полиартральгии. Молибден циркулирует в крови в виде комплекса с белками; в печени и почках он образует прочный белковый комплекс. Выделение происходит главным образом с мочой.

**Медь (Cu)** – розовый или красноватый металл. *Применяется* для изготовления проводов и токопроводящих деталей; для изготовления сплавов; в химической промышленности; в гальванотехнике. *Получается* переработкой обогащенных сульфидных окисных и карбонатных медных руд пиро- или гидрометаллургическими методами.

***Токсическое действие:***

Медь содержится в организме главным образом в виде комплексных органических соединений и играет важную роль в процессах кроветворения. Во вредном действии избытка меди решающую роль играет реакция *Cu*2+ с SH-группами ферментов. С колебаниями *Cu* в сыворотке и коже связывают появление депигментации кожи (витилиго). Соединения меди, вступая в реакцию с белками тканей, оказывают резкое раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и желудочно-кишечного тракта.

**Рений (Re)** – светло-серый металл. Встречается в виде соединений, сопутствующих ряду минералов (молибденит, халькопирит и др.). Применяется в качестве добавки при получении многих сплавов; в производстве электроламп и электровакуумных приборов; как катализатор.

***Токсическое действие:***

При обработке сплавов *Re* с молибденом в воздухе могут обнаруживаться концентрации пыли в пределах 2-240 *мг/м3*, на заключительных этапах 1-21 *мг/м3*. У рабочих при обработке горячих сплавов с *Re* более часты заболевания верхних дыхательных путей. Предельно допустимая концентрация для металлического рения рекомендуется ориентировочно 6 *мг/м3*.

**Железо (Fe)** – серебристо-белый металл. Соединения железа: окись железа (II) – FeO, окись железа (III) – Fe2O3, окись железа (II,III) – Fe8O4, сульфат железа (II) – FeSO4 ⋅ 7H2O и др.

***Токсическое действие:***

Аэрозоли (пыль, дым) железа и его окислов, руд и других соединений *Fe* при длительном воздействии откладываются в легких и вызывают сидероз – разновидность пневмокониоза с относительно доброкачественным течением. Различают так называемый «красный сидероз», вызываемый Fe2O3, и «черный сидероз», возникающий от вдыхания пыли *Fe*, его карбонатов и фосфатов. Сидероз характеризуется малым количеством жалоб, удовлетворительным общим состоянием, длительным сохранением трудоспособности, редко сочетается с туберкулезом. Возможны также бронхиты, начальная эмфизема; сухой плеврит. Описан случай «железной лихорадки» у электросварщиков после работы в плохо вентилируемом помещении, в атмосфере пыли и паров, содержащих *Fe*. Симптомы – усталость, потливость, повышение температуры, лейкоцитоз. При воздействии пыли *Fe* у работающих выявлялись астеновегетативный синдром с сосудистой дистонией; нарушения функции печени; снижение желудочной секреции и др.

**Диоксид серы (SO2 сернистый ангидрид)** - бесцветный газ с резким запахом, *tпл* -75,46 °С, *tкип* - 10,1 °С; при обычной температуре сжижается под давлением 0,4-0,5 *МПа*. Входит в состав вулканических газов. В промышленности получают обжигом сульфидных руд (напр., пирита). Применяется главным образом в производстве серной кислоты, а также как восстановитель, отбеливатель, консервант, хладагент, антиоксидант и др.

***Токсическое действие:***

Доказана зависимость частоты острых респираторных заболеваний и хронических заболеваний легких у взрослых и детей от загрязнения атмосферного воздуха именно диоксидом серы. Порог рефлекторного действия на состояние коры головного мозга лежит на уровне 0,6 *мг/м3*. Большинство людей ощущают запах газа в концентрации 2,6 *мг/м3*, а наиболее чувствительные — 1,6 *мг/м3*. Таким образом, ПДК 0,5 *мг/м3* SO2 лежит ниже порога ощущения запаха и рефлекторного влияния на дыхание. При одновременном присутствии в воздухе SO2 и SO3 ПДК обоих веществ соответственно снижается. Токсичность SO2 резко возрастает при одновременном воздействии SO3.  При концентрации сернистого ангидрида в воздухе 26 *мг/м3* хвойные деревья погибают в течение нескольких часов; при 5,2-25,0 *мг/м3* наблюдается острое отравление хвойных и лиственных пород, а при 1,8-5,2 *мг/м3* происходит хроническое их отравление.

**Мышьяк (As)** — серое с металлическим блеском хрупкое вещество с ромбоэдрической кристаллической решеткой, *a* = 0,4135 *нм* и *a* = 54,13°. Плотность 5,74 *кг/дм3*. Структура серого мышьяка похожа на структуру серой сурьмы и по строению напоминает черный фосфор. Мышьяк химически активен. При хранении на воздухе порошкообразный *As* воспламеняется с образованием кислотного оксида As2O3. Этот оксид в парах существует в виде димеров As4O6.

***Токсическое действие:***

Мышьяк и все его соединения ядовиты. При остром отравлении мышьяком наблюдаются рвота, боли в животе, понос, угнетение центральной нервной системы. Помощь и противоядия при отравлении мышьяком: прием водных растворов Na2S2O3. Промывание желудка, прием молока и творога; специфическое противоядие — унитиол. ПДК в воздухе для мышьяка 0,5 *мг/м*3. Работают с мышьяком в герметичных боксах, используя защитную спецодежду. Из-за высокой токсичности соединения мышьяка использовались Германией как отравляющие вещества в Первую мировую войну.

**Диоксид кремния** **(SiO2 кремнезем)** - бесцветные кристаллы, *tпл* - 1728 °С, обладают высокой твердостью и прочностью. В природе — минерал кварц. Кремния диоксид применяют в производстве стекла, керамики, абразивов, бетонных изделий, для получения кремния, как наполнитель в производстве резин, в хроматографии и др.; кристаллы кварца — в радиотехнике и ультразвуковых установках.

***Токсическое действие:***

Для некоторых организмов кремний является важным биогенным элементом. Он входит в состав опорных образований у растений и скелетных — у животных. В больших количествах кремний концентрируют морские организмы — диатомовые водоросли, радиолярии, губки. Мышечная ткань человека содержит (1-2)·10-2 % кремния, костная ткань — 17·10-4 %, кровь — 3,9 *мг/л*. С пищей в организм человека ежедневно поступает до 1 *г* кремния. Соединения кремния не ядовиты. Но очень опасно вдыхание высокодисперсных частиц как силикатов, так и диоксида кремния, образующихся, например, при взрывных работах, при долблении пород в шахтах, при работе пескоструйных аппаратов и т. д. Микрочастицы SiO2, попавшие в легкие, в них кристаллизуются, а возникающие кристаллики разрушают легочную ткань и вызывают тяжелую болезнь — силикоз.

*Таблица* 3.1

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе, *мг/м3*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вредные вещества | ПДК *мг/м3* | | Класс  опасности |
| Максимально разовая ПДКм.р | Среднесуточная ПДКс.с |
| пыль | 0,3 | 0,1 | 3 |
| *Mo* | 0,1 | 0,1 | 4 |
| *SO2* | 0,5 | 0,05 | 3 |
| *Cu* | - | 0,002 | 2 |
| *SiO2* | 0,15 | 0,05 | 3 |
| *As* | - | 0,003 | 2 |

## 5.2. Проектные природоохранные мероприятия

Для снижения выбросов пыли и улавливания диоксида серы из отходящих газов предусмотрено установить систему газоочистки, состоящую из:

* циклона ЦН-15;
* сухого электрофильтра типа ЭГА 1-10-6-4-2;
* скруббера Вентури.

Эффективность улавливания пыли при такой системе составляет 99,9%, что значительно превышает улавливание пыли по существующему положению.

Для улавливания SO2 применяем известковый метод орошения скруббера Вентури. Известковое молоко мы получаем подачей в смеситель *Са* и Н2О, откуда оно поступает в отстойник. Улавливание SO2 основано на образовании малорастворимого сульфита *CaSO*3, который сбрасывают в хвостохранилище, где он окисляется постепенно кислородом до *CaSO*4:

SO2 + CaCO3 + H2O → Ca(HSO3)2 + CO2

В адсорбер подается воздух и бисульфит кальция. В результате взаимодействия с кислородом воздуха он превращается в гипс:

Са(HSO3)2 + O2 + H2O → CaSO4 ∙ 2H2O + H2SO4

Образующаяся серная кислота взаимодействует с известняком:

CaCO3 + H2SO4 + H2O → CaSO4 ∙ 2H2O + CO2

В результате химической реакции происходит улавливание SO2 на 90%.

Вследствие приведенных процессов валовые выбросы сократятся.

## 5.3. Расчет валовых поступлений выбросов загрязняющих веществ

1. Определяем валовые выбросы компонентов содержащихся в пыли по проекту:

*т/год*

где - расход газа = 14 457 *м3/ч*;

 - годовое время, равное .

*z* – запыленность после всех аппаратов газоочистки = 0,006%.

 *т/год*;

 *т/год*;

 *т/год*;

 *т/год*;

 *т/год*.

2. Рассчитываем валовые выбросы газообразного вещества по проекту:

## 

где *м* – молекулярная масса газообразного компонента.

 *т/год*

## 5.4. Расчет приземной концентрации вредных веществ, создаваемых выбросами проектируемого производства

1. Исходные данные для расчета:

*Таблица* 3.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Параметр | Обозначе-ние | Ед.изм. | Численное значение |
| 1 | Число дымовых труб | *N* | *шт.* | 1 |
| 2 | Высота дымовой трубы | *Н* | *м.* | 30 |
| 3 | Температура газов в устье трубы | *tг* | *0С* | 64 |
| 4 | Температура окружающего воздуха | *tв* | *0С* | 25 |
| 5 | Расход газа | *V0* | *м3/ч* | 14 457 |
| 6 | Запыленность | *z* | *г/м3* | 0,006 |
| 7 | Содержание молибдена в пыли | *Мо* | *%* | 52 |
| 8 | Содержание в газах по объему диоксида серы | *SO2* | *%* | 0,3 |

2. Определяем расход газов при температуре газов в устье трубы:

, *м3/ч*

 *м3/ч*

3. Определяем секундный расход отходящих газов:

, *м3/с*

 *м3/с*

4. Принимаем скорость выхода газов из устья трубы 20 *м/с*.

5. Определяем диаметр устья дымовой трубы:

, *м*

 *м*

6. Разность температур в устье трубы определяем по формуле:

∆, 0С

∆ 0С

7. Определяем мощность выбросов пыли, содержащейся в отходящих газах:

, *г/с*

, *г/с*

где *z* – запыленность газа (н.у.), *г/м3*;

8. Определяем мощность выбросов загрязняющих веществ, содержащихся в пыли, выбрасываемых в атмосферу в единицу времени:

, *г/с*

, *г/с*

где *аk.i*. – содержание *i*-го компонента в пыли по массе, доли ед.;

9. Определяем мощность выбросов вредных газообразных компонентов содержащихся в отходящих газах:

, *г/с*

, *г/с*

10. Находим параметр *f* :





11. Определяем параметр *υ*м:

*υм*= 

*υм*= 

12. Определяем параметр :





13. Определяем параметр :



14. Так как *f < 100,* то коэффициент m определяем следующим образом:





15. Так как 0,5≤<2, то коэффициент n определяем следующим образом:



16. Определяем коэффициент *d*:



17. Определяем опасную скорость ветра



18. Максимальное значение приземной концентрации вредных веществ при выбросе отходящих газов из одиночного точечного источника при неблагоприятных метеорологических условиях определяем по формуле:

 *мг/м3*

 *мг/м3*

 *мг/м3*

 *мг/м3*

где *А* – коэффициент, зависящий от температуры стратификации атмосферы (принимаем 200); *М* () – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени; *F* – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (принимаем 1,02); *Н* (30 *м*) – высота источника выброса над уровнем земли; – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 *м* на 1 *км*, ; – разность между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси и температурой окружающего атмосферного воздуха ; – расход газовоздушной смеси, определяемый по формуле



где D (*м*) – диаметр устья источника выброса; – средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса.

19. Определяем расстояние от источника выбросов, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения:

 *м*

20. Определяем коэффициент *S1* для различных выбранных расстояний по следующим формулам и значения заносим в таблицу 3.3:

при  

при 1<  

*Таблица* 3.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *х*, *м* |  | Коэффициент *S1* |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

21. Находим приземную концентрацию вредных веществ в атмосфере по оси факела на заданных расстояниях от источника выброса при опасной скорости ветра по формуле, значения заносим в таблицу 3.4.



*Таблица* 3.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *х*, *м* | Концентрация вредных веществ, *мг/м3* | | |
|  |  |  |
|  | =  = 459,2 | = 9 840 | = 642 880 |
|  | =  = 1 108,8 | = 23 760 | = 1 552 320 |
|  | = 936,6 | = 28 980 | = 1 893 360 |
|  | = 978,6 | = 20 070 | = 1 311 240 |

22. При заданной скорости ветра аргумент *ty* вычисляем по формуле:

;

23. Коэффициент *S2* для различных расстояний *у* по перпендикуляру к оси факела при *х* = 200 *м* определяем по следующей формуле, и значения заносим в таблицу 3.5:

;

принимаем *х* = 200 *м*

*Таблица* 3.5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *y*, *м* | *ty* | Коэффициент *S2* |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

24. Значение приземной концентрации вредных веществ в атмосфере на расстоянии *у* по перпендикуляру к оси факела выброса определяем по формуле, и значения заносим в таблицу 3.6.

;

*Таблица* 3.6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *y*, *м* | Концентрация вредных веществ, *мг/м3* | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Приземные концентрации SO2 и Мо значительно ниже их ПДК*м.р*., т. е. экологические нормативы соблюдаются.

## 5.5. Расчет размера платы за загрязнение окружающей среды

*Таблица* 3.7

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование вещества | ПДВ  *т/год*  *МПДВ* | Валовые выбросы, *т/год* | | Норматив платы,  *руб/т* | |
| до реконструк-ции *Мсущ* | после реконструк-ции *Мпр* | в пределах допустимых норм *Нп* | в пределах лимитов *Нл* |
| Пыль  *Мо*  *As*  *Cu*  SO2  S*i*O2 | 3  0,4  0,001  0,005  1000  0,05 | 7,0264  0,4852  0,0005  0,008  4461  0,05 | 0,624  0,324  0,00019  0,0025  892,2  0,025 | 329,6  67,2  2185,6  3280  128  131,2 | 1648  336  10928  16400  640  656 |

1. Плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах допустимых нормативов до реконструкции системы пылеулавливания:

*руб/год*,



где ** – норматив платы за выброс загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов, руб/т; *кэ* – коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние атмосферного воздуха), по территориям экономических районов Российской Федерации (равный 1,6); *кг* – коэффициент равный 1,2 при выбросе загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов; *kи* - коэффициент индексации, равный 2,36; – валовые выбросы загрязняющего вещества от данного источника, если количество загрязняющего вещества, поступающего от данного источника, не превышает ПДВ, *т/год*.



*руб/год*,



2. Суммарная плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах допустимых нормативов до реконструкции системы пылеулавливания

*Пд =* 4 480,5 + 121,8 + 73,8 + 576 000 + 4,9 + 29,6 = 580 710, 55 *руб/год*.



3. Плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов до реконструкции

*руб/год*,



*руб/год*,

*руб/год*,

*руб/год*,



*руб/год*,

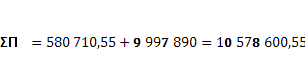
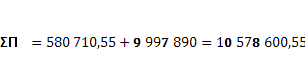
4. Суммарная плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов до реконструкции

*Пл* = 29 859,8 + 128,8 + 221,4 + 9 967 680 = 9 997 890 *руб/год*.



5. Общая плата за выбросы в окружающую среду до реконструкции

*Пд.р*  *руб/год*



***Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ после реконструкции***

1. Плата за выбросы в окружающую среду в пределах допустимых нормативов после реконструкции

*руб/год*,



2. Суммарная плата за выбросы загрязняющих веществ после реконструкции

*Пп.р =* 925,52 + 98 + 1,87 + 36,9 + 513 907,2 = 514 984, 3 *руб/год*.



3. Разность платы за выбросы загрязняющих веществ по существующему положению и по проекту

*∆П = Пд.р – Пп.р =* 10 578 600 – 514 984,3 = 10 063 616,25 *руб/год*.



# ГЛАВА 2. Патентные исследования

Одним из важнейших факторов, способствующих достижению научно-технического процесса, являются патентные исследования.

Ускорение научно-технического прогресса и повышение эффективности общественного производства могут быть обеспечены при условии создания машин, оборудования, приборов и технологических процессов, превосходящих по своим технико-экономическим показателям лучшие отечественные и зарубежные достижения.

Изучение высших достижений мировой науки и техники, новейших изобретений, создаваемых в нашей стране и за рубежом, возможно на основе глубоких патентных исследований.

Под патентными исследованиями понимают поиск, отбор и анализ патентов, научно-технической информации, содержащий сведения о технических решениях, прежде всего, изобретениях, по интересующей тематике.

Целью данных патентных исследований является определение технического уровня по теме «Очистка газов с помощью скрубберов Вентури и электрофильтров». При выполнении патентных исследований по этой теме использовался тематический поиск.

Согласно заданию патентный поиск проведен для нахождения технических решений, направленных на повышение эффективности газоочистки. Поиск проведен на глубину 23-x лет по России. Результаты патентных исследований сведены в таблицы, прилагаются.

## 2.1. Регламент поиска

## 2.2. Патентная документация, отобранная для последующего анализа

## 2.3. Изобретения, отобранные для анализа

**Патент № 2 261 139**

**Вихревой скруббер**

*Реферат:*

Предлагаемое изобретение относится к тепломассообменной аппаратуре химической, пищевой, металлургической и других отраслей промышленности и предназначено для мокрой очистки газов от твердых, жидких и газообразных примесей, а так же охлаждения и конденсации паров, проведения химических реакций в системе газ–жидкость–твердое. Вихревой скруббер содержит корпус, состоящий из цилиндроконического конфузора, горловины и диффузора, установленное в корпусе соосно с ним сопло, соединенное с патрубком ввода пылегазового потока, и имеющий подводящие патрубки Г-образной формы, выполненные с возможностью поворота вокруг своей оси, и газоотделительную емкость, снабженную патрубками отвода очищенного газа и жидкости с уловленными частицами, причем подводящие патрубки подключены к системе подачи жидкого поглотителя, а сопло имеет возможность осевого перемещения относительно корпуса. В патрубок ввода пылегазового потока встроен датчик концентрации пыли, соединенный с контроллером, подключенным к исполнительному механизму регулирующего клапана, установленного между системой подачи жидкого поглотителя и подводящими патрубками. Патрубок отвода жидкости с уловленными частицами выполнен тангенциально к газоотделительной емкости. Очищенный газ выводится из аппарата через патрубок. Сопло герметизировано в корпусе при помощи уплотнения.

Технический результат – повысить степень очистки газа, обеспечивает возможность проведения быстропротекающих реакций в системах жидкость– твердое и газ–жидкость–твердое, позволяет сократить длину аппарата при заданной производительности; возможность очистки сильно запыленных потоков.

**Патент № 2 040 951**

**Труба Вентури**

*Реферат:*

Использование: очистка запыленных газов, содержащих взвешенные частицы в энергетике, металлургии и других отраслях промышленности. Сущность изобретения: труба Вентури содержит цилиндрическую камеру закручивания с крышкой, тангенциальным входным патрубком и вставкой в виде соосно размещенного обратного конуса, установленного с возможностью вертикального перемещения, конфузор, горловину, диффузор и систему орошения, при этом обратный конус снабжен лопатками, укрепленными на его наружной части, и подвешен на роликах, опирающихся на заглушенные с торцов наклоненные полки, прикрепленные к крышке камеры закручивания, причем каждый ролик снабжен витой цилиндрической пружиной, один конец которой прикреплен к оси ролика, а другой к заниженному заглушенному торцу полки.

Технический результат – повышение эффективности очистки газа за счет автоматической регулировки положения конуса.

**Патент № 2 040 952**

**Устройство для очистки газов в виде трубы Вентури**

*Реферат:*

Использование: мокрая очистка технологических и дымовых газов, аспирационного воздуха систем промышленной вентиляции. Изобретение относится к укороченным трубам Вентури, используемым, например, при улавливании крупно- и тонкодисперсных частиц пыли. Сущность изобретения: устройство для очистки газов в виде трубы Вентури содержит подводящий газоход, конфузор, горловину, диффузор с углом конусности 12 45, орошающее приспособление, упругие пластины лепестки, закрепленные одной стороной на внутренней поверхности диффузора под острым углом к оси трубы, при этом полость под пластинами лепестками сообщена с наружной частью диффузора через отверстия, выполненные в его стенке, причем наружная часть диффузора снабжена кожухом, нижняя часть которого загнута в сторону центральной оси трубы с образованием кольцевого заборного отверстия между нижним торцом диффузора и загнутой частью кожуха.



Технический результат – повышение эффективности очистки газов.

**Патент № 2 040 953**

**Скруббер Вентури**

*Реферат:*

Использование: тепломассообменные аппараты в химической, горнодобывающей, пищевой и других отраслях промышленности, предназначенные для мокрой очистки газов от твердых, жидких и газообразных примесей, а также охлаждения и конденсации паров, проведения химических реакций в системе газ–жидкость–твердое. Сущность изобретения: скруббер Вентури включает конфузор с конической вставкой в виде многовитковой спирали из гофрированного листового материала с расположением гофров поперек направлению движения потока, горловину, диффузор и форсунку орошения, при этом спираль образована спаренным листовым материалом, причем листы соединены между собой вершинами гофров, а канал, образованный между витками, выполнен из конфузорного и диффузорного участков, верхняя кромка спаренных листов снабжена заборным отверстием для жидкости, а вершины гофров, образующих горловины каналов, снабжены эжекционными отверстиями.

Технический результат – повышение качества очистки газа, за счет интенсификации движения газа через вставку конфузора с последовательным расширением и сжатием, что облегчает отрыв пленочной жидкости, стекающей вниз по поверхности листов, и ее распыление в потоке газа.

**Патент № 2 010 590**

**Скруббер**

*Формула изобретения:*

Скруббер, содержащий корпус, частично заполненный жидкостью, вертикальную трубу Вентури, подающий тангенциальный патрубок, эжекторную оросительную вставку, установленную в конфузоре трубы Вентури, каплеуловитель в виде обратного усеченного конуса, расположенный соосно на диффузоре трубы Вентури и снабженный в верхней части отводящим патрубком, завихритель, бак абсорбента с крышкой, соединенный с оросительной вставкой, и выполненный с переливной трубой, отличающийся тем, что бак абсорбента установлен над конфузором трубы Вентури, оросительная вставка выполнена в виде нисходящей спиральной ленты, изогнутой по поверхности конуса, прикрепленной по основанию конуса к нижней части наружной стенки бака абсорбента, и снабжена штоком, жестко прикрепленным к витку ленты в вершине конуса и соединенным на резьбе с крышкой бака абсорбента, усеченный конус каплеуловителя размещен в корпусе, меньшим основанием на уровне и с зазором к нижней части трубы Вентури, с образованием кармана и выполнен с углом раскрытия 7-8, при этом завихритель размещен в кольцевом зазоре между трубой Вентури и внутренней стенкой каплеуловителя, отводящий патрубок каплеуловителя подведен тангенциально, а переливная труба бака абсорбента сообщена с полостью кармана.



Технический результат – изменение расхода абсорбента осуществляется одновременно с изменением объема очищаемого газа, при этом подача абсорбента происходит за счет разряжения, создаваемого эжекцией абсорбента из дополнительного бака, а процесс каплеулавливания интенсифицирован благодаря расширению конусной части каплеуловителя в верхней части, что позволяет достичь поставленную цель – повышение очистки путем улучшения эксплуатационных характеристик.

**Вывод**

Патентный поиск был проведен по теме: «Скруббер для очистки газов» по России с 1986 по 2008 гг. В результате поиска было найдено 9 изобретений. Все найденные технические решения направлены на повышение эффективности и качества очистки газов.

Проанализировав вышеуказанные изобретения, было решено использовать «Скруббер Вентури» (патент № 2 040 953).

Преимуществом предложенного изобретения является повышение качества очистки газа, за счет интенсификации движения газа через вставку конфузора с последовательным расширением и сжатием, что облегчает отрыв пленочной жидкости, стекающей вниз по поверхности листов, и ее распыление в потоке газа.

# ГЛАВА 4. Автоматизация

Решающим фактором, обеспечивающим высокие технико-экономические показатели процесса обжига молибденитового концентрата в печи КС, является соблюдение оптимальных условий его прохождения.

Как показывает практика, управление технологическим процессом в печи КС без применения средств автоматизации затруднено и приводит к частым его нарушениям, к неполному использованию энергетических возможностей печи по производительности и качеству конечных продуктов обжига. Полное использование всех возможностей процесса обжига, ведение его в наивыгоднейших режимах, обеспечивающих наибольший эффект как по производительности, так и по качеству готовой продукции и экономичности, возможной лишь при комплексной автоматизации.

Обеспечение надежного объективного контроля над ходом процесса обжига является основным и необходимым условием для создания системы автоматического управления этим процессом, обеспечивающей высокие качественные показатели. Система автоматического контроля должна охватывать параметры, по которым можно объективно оценить ход процесса обжига и своевременно принять верное решение по устранению возникающих нарушений режима. В первую очередь необходимо контролировать параметры, влияние которых на процесс наиболее значимо.

Рассмотрение параметров процесса обжига молибденитового концентрата в печи КС и их оценка позволяет сделать выводы относительно необходимости их автоматического контроля.

В задачу изучения печи КС как объекта автоматического регулирования входит нахождение основных технологических параметров, определяющих ход процесса, возможность и необходимость их автоматического контроля.

## 4.1. Описание технологического процесса с установкой очистки газа как объект регулирования

Обжиг молибденитового концентрата производят с целью перевода сульфида молибдена в оксид молибдена - легкорастворимое в аммиачной воде соединение. При температуре выше 500°С молибденит интенсивно окисляется кислородом воздуха с образованием трехокиси молибдена по суммарной экзотермической реакции:

MoS2 + 3,5О2 = МoО3 + 2SО2 + Q*ккал*

Реакция протекает с выделением тепла, что обеспечивает возможность проведения процесса за счет теплоты реакции. При окислении частицы Мо покрываются пленкой триоксида молибдена, через которую кислород свободно проникает при температуре 550-600°С, при такой температуре пленка пористая и не препятствует протеканию процесса окисления.

*Кинетика и химизм окисления молибденита*

При температурах выше 500°С минерал молибденит интенсивно взаимодействует с кислородом с образованием триоксида молибдена по суммарной реакции

MoS2 + 3.5О2 МоО3 + 2SО2; Н°298 = -956,0 *кДж/моль*.



Скорость и закономерности окисления MoS2 при различных температурах зависят от структуры оболочек твердых продуктов реакции. При 550-600°С оболочка триоксида молибдена пористая и не оказывает существенного диффузионного сопротивления. Окисление протекает во времени с постоянной скоростью (при 600°С линейная скорость окисления, *К* = 0,0085 *мм/мин*). Процесс проходит в кинетической области, энергия активации реакции окисления Е = 180 *кДж/моль*. При 500°С оксидная оболочка более плотная; по мере ее утолщения происходит переход от кинетического режима к промежуточному, а затем к чисто диффузионному. При 400°С оксидная оболочка плотная и механически отделяет поверхность минерала от газовой фазы.

Первоначальным актом взаимодействия кислорода с дисульфидом молибдена является химическая адсорбция молекул кислорода на активных участках поверхности минерала. Высокая концентрация активных центров характерна для полупроводников, к которым относится молибденит (энергия, необходимая для нарушения валентной связи и перехода электрона в зону проводимости, у MoS2 равна 0,7 *эВ*). Примеси и дефекты в кристаллической решетке увеличивают число активных центров.

Изучая кинетику окисления в кипящем слое частиц чистого молибденита и гранул молибденитового концентрата крупностью 0,5-2,6 *мм*, имевших пористость 55%, навеску вводили в кипящий слой инертного материала – кварцевого песка, что обеспечивало изотермические условия снятия кинетических кривых по количеству выделившегося сернистого газа. Кинетические кривые для гранул различной крупности при одинаковых температурах совершенно идентичны. Из этого следует, что окисление идет одновременно во всем объеме гранулы, т.е. одновременно окисляются все частицы молибденита, находящиеся в пористой грануле. Поэтому кинетические кривые негранулированного и гранулированного концентратов совпадают.

В интервале 550-620°С кажущаяся энергия активации окисления молибденита в кипящем слое равна 180 *кДж/моль*. Скорость окисления не зависит от концентрации кислорода в газовом потоке, т.е. реакция имеет нулевой порядок по кислороду. Из этих данных следует, что процесс окисления в кипящем слое протекает в кинетической области.

## 4.2. Технологические особенности обжига молибденитового концентрата в печи КС

Печь КС – непрерывно действующий реактор почти идеального перемешивания. В таких реакторах обновление материала в слое замедляется пропорционально степени обновления. Теоретически полное обновление материала в слое невозможно. В промышленных печах КС период обновления материала исчисляется часами, тогда как сгорание зёрен концентрата быстротечно. Благодаря такому массообмену средний состав материала в КС близок к составу готового огарка.

Обжиг ведётся в печах КС в одну стадию. Реакции, протекающие при обжиге, необратимы во всём интервале температур (от комнатной до максимальной в условиях промышленного обжига).

Для поддержания нормального режима обжига в печи КС необходимы следующие условия:

а) постоянство минералогического и дисперсного состава шихты и скорости загрузки её в слой;

б) равномерное распределение дутья по площади подины;

в) постоянство заданного давления в воздушной коробке под подиной;

г) постоянство тягового режима в пылегазовом тракте для отвода технологических газов.

Материал в кипящем слое текуч, интенсивно перемешивается, что обеспечивает однородность слоя по составу и температуре.

Аппаратурно-технологическая схема обжига в КСпредставлена на *Рис*.5.1.

Для получения сухой шихты концентраты смешивают для однородности материала. Далее шихту подсушивают до остаточной влажности 6-8%. Если концентраты достаточно сухие, то подсушки не требуется. Подсушенную шихту измельчают и отсеивают крупные комки.

Шихта через бункер подачи **IV** загружается в загрузочную камеру (форкамеру) **V** с помощью ленточного питателя **III**, откуда она поступает в печь. На подине форкамеры расположены специальные сопла для подачи воздуха, необходимые для предотвращения залегания загруженной шихты. Слой шихты в печи КС, пронизываемый восходящим потоком воздуха, находится в псевдоожиженном состоянии и напоминает кипящую жидкость. Слишком мелкие фракции огарка выносятся из КС с дутьём (этому способствуют образующиеся газовые пузыри и всплески на поверхности слоя), а слишком крупные фракции оседают на подину. Грубодисперсная часть огарка выгружается из печи через сливной порог и направляется на выщелачивание.

Очень ответственным элементом печи является воздухо-распределительная подина – это подина печи с вставленными в отверстия соплами для распределения дутья равномерно по площади. Дутьё воздуха в печь подают по воздуховодам в воздушную камеру **VI**, расположенную под воздухораспределительной подиной. А далее воздух через сопла под определённым давлением поступает в КС.

Для стационарного теплового режима обжига необходим тепловой баланс в КС, который обеспечивается отводом тепла из слоя:

* с обжиговыми газами;
* с огарком;
* с пылью;
* через стенки печи;

Остальное тепло надо отводить специальными средствами, чтобы избежать перегрева в слое. Обычно это осуществляют трубчатыми кессонами **VIII** испарительного охлаждения.

При обжиге молибденитовых концентратов в печах КС степень пылеуноса составляет 25-40%. Запыленность газов высокая (100-200 *г/м* и выше). Вследствие большого избытка воздуха, используемого для регулирования температуры, концентрация SО2 в газах печей КС: 2-2,5%). Кроме того, газы содержат серный ангидрид SО3.

Наша система состоит из циклона **X**, сухого электрофильтра **XI** и скруббера Вентури **XII**. В циклонах улавливается 80-85% пыли, остальное количество – в электрофильтре и скруббере.

В связи с усилением внимания к защите окружающей среды, созданы установки для очистки обжиговых газов от сернистого газа.

Газы, направляемые на производство серной кислоты, содержат 3% SО2. Для нашего случая применяют очистку обжиговых газов орошением их известковым молоком в скрубберах. Известковое молоко мы получаем подачей в смеситель **XIII** Са и Н2О, откуда оно поступает в отстойник **XIV**. Улавливание SО2 основано на образовании малорастворимого сульфита CaSО3, который сбрасывают в хвостохранилище, где он окисляется постепенно кислородом до CaSО4:

SО2 + СаСОз + Н2О Ca(HSО3)2 + СО2



Для получения товарного двуводного гипса орошающую пульпу готовят из чистого известняка мелкого помола (сетка 04 по ГОСТ 3584-53). В процессе сорбции для достижения степени очистки 90-95% необходимо поддерживать рН в пределах 5,6-5,8 и высокую степень орошения.

Содержание SО2 в газах после скрубберов составляет 0,05-0,1%. Отходящие газы, пройдя всю систему аппаратов газоочистки, став наименее вредными для ОС, поступают в трубу через дымосос **XV** и, следовательно, в окружающую среду.

*Вывод*: Для обеспечения протекания данного процесса в оптимальных условиях необходимо стабилизировать температуру в КС, разрежение под сводом печи и уровень известкового молока в отстойнике. Так же необходимо контролировать расход шихты; расход воздуха на форкамеру; расход воздуха на подину; расход воды на кессоны; температуру воды на выходе из кессонов; температуру перед циклоном, сухим электрофильтром, скруббером Вентури, дымососом; разрежение перед дымососом.

Характеристика перечисленных контролируемых и регулируемых параметров приведена в *Табл*. 5.1.



*Рис*. 5.1. Аппаратурно-технологическая схема обжига в КС

I - Двигатель; II - Редуктор; III - Ленточный питатель; IV - Бункер подачи шихты; V - Форкамера; VI - Воздушная камера; VII - Печь кипящего слоя; VIII - Кессоны; IX - Сливной порог; X - Циклон; XI - Электрофильтр сухой; XII - скруббер Вентури; XIII – Смеситель; XIV - Отстойник; XV - Дымосос.

*Характеристика параметров процесса*

*Таблица* 5.1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***п/п*** | ***Наименование параметра*** | ***Условные обозначения*** | ***Единицы измерения*** | ***Диапазон измерения*** | |  |
| ***min*** | ***max*** |
| 1 | Температура в кипящем слое | *Tкс* | *°С* | 550 | 580 |
| 2 | Температура отходящих газов перед циклоном | *Тп.ц* | *°С* | 510 | 530 |
| 3 | Температура отходящих газов перед электрофильтром | *Тп.э.* | *°С* | 430 | 460 |
| 4 | Температура отходящих газов перед  Скруббером Вентури | *Тп.с.в.* | *°С* | 320 | 400 |
| 5 | Температура отходящих газов перед дымососом | *Тп.д* | *°С* | 150 | 200 |
| 6 | Разряжение под сводом печи | *Рп.св.п* | *Па* | 20 | 30 |
| 7 | Разряжение перед дымососом | *Рп.д.* | *Па* | 40 | 80 |
|  | | | | | |  |
|

## 4.3. Выбор и обоснование технических средств автоматизации

Для контроля расхода шихты используем Весоизмеритель ВКТ-5. Вкачестве вторичного прибора выбираем блок обработки информации БОИ-ЗВ.

В качестве датчика расхода воздуха, поступающего в форкамеру и на подину печи, и воды, поступающей в кессоны используем диафрагма ДБС в комплекте с дифманометром Метран 100ДД,предназначенная для измерения расхода жидкости, паров и газов методом переменного перепада давления.

Для контроля температуры в кипящем слое, температуры воды на выходе из кессонов, перед циклоном, сухим электрофильтром, форсуночным скруббером, мокрым электрофильтром и дымососом выбираем термопару ТХА Метран 201.

Для контроля расхода воздуха на подину печи и в форкамеру; расхода воды на кессоны; контроля давления-разрежения под сводом печи и перед дымососом используем преобразователь Метран 100с различными модификациями.

Для контроля уровня известкового молока в отстойнике используем акустический уровнемер ЭХО-3,предназначенный для бестактного автоматического измерения уровня жидких сред. Принцип действия уровнемера основан на локации уровня звуковыми импульсами, проходящими через газовую среду, и на явлении отражения этого импульса от границы раздела газ – контролируемая среда. Мера уровня – время распределения звуковых колебаний от источника излучения до контролируемой границы раздела сред и обратно до приемника.

В качестве вторичного прибора для измерения технологических параметров регистрации и преобразования в нужные сигналы выбираем прибор регистрирующий ДИСК-250соответствующей модификации в зависимости от типа используемого датчика или входного сигнала.

Для выбора режима дистанционного регулирования при ручном режиме выбираем станцию управления БРУ-21.

В качестве пусковой аппаратуры используются пускатели бесконтактные ПБР-2М.

Для дистанционного указания положения выходного вала электрического исполнительного механизма используем дистанционный указатель положения ДУП-М.

## 4.4. Разработка и описание функциональной схемы автоматизации

*Контроль расхода шихты*осуществляется с помощью ленточного питателя, предназначенного для измерения текущих значений расходов и суммарного количества сыпучих материалов. Выходные сигналы датчика скорости (позиция *1а*) с преобразователем (позиция *1б*) и тензометрического датчика силы Т2 (позиция *2а*) поступает на вход блока БОИ-ЗВ (позиция *1в*), где по заданному алгоритму осуществляется их преобразование, математическая обработка и вывод на алфавитно-цифровое табло БОИ-ЗВ значений среднего и суммарного расхода шихты с нарастающим итогом. Токовый сигнал с БОИ-ЗВ пропорциональный среднему значению расхода поступает на показывающий и регистрирующий прибор ДИСК-250 ТН (позиция *1г*).

*Контроль расхода воздуха на форкамеру*

Выходной сигнал с диафрагмы ДБС (позиция *3а*) поступает на преобразователь дифманометр Метран 100 ДД (позиция *3б*), а затем поступает на вторичный показывающий и регистрирующий прибор ДИСК-250 модификации 1011 (позиция *3в*).

*Контроль расхода воздуха на подину печи*

Данные о количестве расходуемого воздуха в виде унифицированного токового сигнала 4-20 мА с диафрагмы ДБС (позиция *4а*) через расходомер Метран 100 ДД (позиция *4б*), поступает на вторичный прибор ДИСК-250 модификации 1011 (позиция *4в*), который регистрирует и показывает текущее значение измеряемой величины.

*Контроль и регулирование температуры в кипящем слое печи*

ЭДС с термопары ТХА Метран 201 (позиция *5а*) поступает на вторичный прибор ДИСК 250С-модификации 1021 (позиция *5б*), служащий для отображения и регистрации температуры и преобразования сигнала в унифицированный аналоговый токовый сигнал 4-20 мА передаёт его на регулятор ТРМ -101 (позиция *5в*). Регулятор сравнивает текущее и заданное значение измеряемой величины и в случае превышения или уменьшения предела температуры, через блок ручного управления БРУ-21 (позиция *5г*) воздействует магнитный пускатель ПБР-2М (позиция *5д*), предназначенный для включения двигателя исполнительного механизма (позиция *5е*). Выходной вал исполнительного механизма связан с поворотной заслонкой (позиция *5ж*). Степень открытия заслонки для воздуха контролируется с помощью дистанционного указателя положения ДУП-М (позиция *5з*).

*Контроль расхода воды на кессоны*

Информация о количестве расходуемой воды с диафрагмы ДБС (позиция *7а*) через расходомер Метран 100 ДД (позиция *7б*) поступает на вторичный прибор ДИСК 250-модификации 1011 (позиция *7в*), который регистрирует и показывает текущее значение измеряемой величины.

*Контроль температуры воды на выходе из кессонов ЭДС с термопары* ТХА Метран 201 (позиция *8а*) поступает на вторичный прибор обегающее устройство ДИСК 250С (позиция *8б*), служащий для отображения и регистрации температуры.

*Контроль и регулирования разрежения под сводом печи*

Сигнал с датчика давления – разрежения Метран-100 ДИВ 1331, (с верхним пределом измерения 3,15 кПа) (позиция *9а*) пропорциональный давлению, поступает на вторичный прибор ДИСК 250 ДД (позиция *9б*) после чего сигнал передаётся на регулятор типа ТРМ-101 (позиция *9в*). В случае превышения допустимого предела, регулятор через блок ручного управления БРУ-21 (позиция *9г*) воздействует на магнитный бесконтактный реверсивный пускатель ПБР-2М (позиция *9д*), предназначенный для включения двигателя исполнительного механизма (позиция *9е*). Выходной вал исполнительного механизма связан с поворотной заслонкой (позиция *9ж*). Степень открытия заслонки для воздуха контролируется с помощью дистанционного указателя положения ДУП-М (позиция *9з*).

*Контроль температуры перед циклоном, сухим электрофильтром и скруббером Вентури, перед дымососом*

ЭДСс термопары ТХА Метран 201 (позиция *11а-14а*) поступает на вторичный прибор c обегающим устройством ДИСК 250С (позиция *11б*), служащий для отображения и регистрации температуры.

*Контроль разрежения перед дымососом*

Сигналы от датчиков давления - разрежения Метран - 100ДВ, (с верхним пределом измерения 3,15 кПа) (позиция *16а*) поступают на вторичный прибор Диск 250ДД (позиция *11б*), который предназначен для сбора, обработки и регистрации информации, поступающей от датчиков и отображении текущих значениях.

*Контроль и регулирование уровня известкового молока в отстойнике*

Сигнал с датчика уровня (позиция *16а*), через акустический преобразователь ЭХО-3 (позиция *16б*), поступает на вторичный прибор ДИСК 250 ДД (позиция *16в*), после чего сигнал передаётся на регулятор типа ТРМ-101 (позиция *16г*). В случае превышения допустимого предела, регулятор через блок ручного управления БРУ-21 (позиция *16д*) воздействует на магнитный бесконтактный реверсивный пускатель ПБР-2М (позиция *16е*), предназначенный для включения двигателя исполнительного механизма (позиция *16ж*). Выходной вал исполнительного механизма связан с поворотной заслонкой (позиция *16з*). Степень открытия заслонки для воздуха контролируется с помощью дистанционного указателя положения ДУП-М (позиция *16и*).

## 4.5. Расчёт оптимальных параметров настройки регулятора по каналу расход концентрата – температура в кипящем слое

### 4.5.1. Расчёт передаточной функции объекта управления

Для расчёта передаточной функции объекта по каналу: расход концентрата (% открытия регулирующего органа μ) – температура в кипящем слое (Θ, 0С) воспользуемся экспериментально полученной кривой, которая приведена на *Рис*. 5.2.



*Рис*.5.2. Кривая разгона объекта

Анализ полученной кривой разгона показывает, что по исследуемому каналу объект управления может быть представлен двумя последовательно соединёнными звеньями (рис.5.3.) – звеном транспортного запаздывания с передаточной функцией и инерционным звеном (*n* – го порядка) с передаточной функцией .







*Рис*.5.3. Схема объекта управления

Значение времени транспортного запаздывания τ находим непосредственно по графику кривой разгона. Оно равно 2 мин.

Следовательно

W1(*p*) = *exp*(-2*p*),

Для определения  воспользуемся методом Симою. Для этого кривую разгона без запаздываний разобьём на участки, каждый из которых мало отличается от прямой. Принимаем шаг разбиения по времени 2 мин. Полученные точки приведены в таблице 5.2.

*Табл*.5.2. Исходные данные для расчёта передаточной функции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, *мин* | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| Θ, оС | 550 | 550,7 | 553 | 556,4 | 560,2 | 563 | 565,7 | 567 | 567,85 | 567,99 | 568 |

Для расчёта используем пакет MathCAD 11.

Вводим следующие исходные данные:

F4 < 0

Поэтому принимается передаточная функция



### 4.5.2. Расчет передаточной функции

**Введите следующие исходные данные:**

1. Экспериментальную кривую разгона

2. Шаг по времени



3. Приращение входного сигнала



**Ввод исходных данных**

Получен следующий результат:

### 4.5.3. Расчет передаточной функции

**Вывод результата**

Передаточная функция объекта имеет вид:

W(p) =



Дифференциальное уравнение объекта имеет вид:

+++y(t)=+



где



Результат решения

*Рис* 5.4. Передаточная функция объекта

В качестве регулятора применяем пропорционально-интегральный регулятор, который характеризуется хорошими динамическими показателями и исключает статическую ошибку.



### 4.5.4. Расчет настроек ПИ-регулятора

**Ввод исходных данных**

Расчет проводится для обеспечения степени затухания переходного процесса.

Передаточная функция объекта



Передаточная функция ПИ-регулятора

Расчет оптимальных параметров настройки осуществляется с помощью программы на базе пакета MathCAD.

Характеристическое уравнение замкнутой системы



Корневой показатель колебательности для = 0.75



Расширенная ВЧХ



Расширенная МЧХ



Задаем диапазон частот



Задаем начальное приближение



Решаем систему двух уравнений с двумя неизвестными



Поиск максимума



Расчет границы равной степени затухания переходного процесса ψ = 0,75



*ВЧХ системы*



*МЧХ системы*



*Задаем диапазон частот*



*Задаем начальное приближение*



*Решаем систему двух уравнений с двумя неизвестными*



***Результат решения***



*Рис*.5.5. График решения



**Значения оптимальных параметров настройки регулятора**



Задаем диапазон частот



*Рис*. 5.6. ВЧХ системы

**Расчет переходного процесса в системе**



И тогда передаточная функция регулятора Wp(p) = 0,64 (1 + 1 / 3,611p).

Расчет переходного процесса в системе при оптимальных параметрах настройки проводится для оценки качества регулирования.

Передаточная функция замкнутой системы

Для получения h(t) используется вещественная частотная характеристика U(ω)



*Рис*. 5.7. График переходного процесса в системе



Интегральный критерий качества



Из полученного результата следует, что в результате расчета получен переходной процесс с заданной в степенью затухания ψ = 0,75. Следовательно, проведенный расчет удовлетворяет заданным исходным условиям функционирования системы.

Найденные в результате расчета оптимальные параметры настройки регулятора следующие:

Коэффициент усиления – kp = 0,64 [% / 0С],

Время изодрома - Tи = 120 мин.

# ГЛАВА 6. Технико-экономические показатели проекта

## 6.1. Общие положения

Целью экономического расчета является экономическая эффективность проекта системы пылеулавливания процесса обжига молибденитового концентрата завода «Победит».

## 6.2. Состав и содержание экономической части дипломного проекта

Экономическая часть дипломного проекта включает следующие разделы [19; 20; 21; 22]:

* Введение и технико-экономическое обоснование проекта природоохранного мероприятия.
* Расчет производственной программы.
* Расчеты по определению стоимости проектируемого объекта.
* Расчет численности, годового фонда и среднемесячной зарплаты работников.
* Определение затрат на осуществление природоохранного мероприятия;
* Расчет эколого-экономического ущерба;
* Выводы и технико-экономические показатели проекта.

## 6.3. Технико-экономическое обоснование проектируемого процесса

При обжиге молибденитовых концентратов в печах КС степень пылеуноса составляет 25-40%. Запыленность газов высокая (100-200 *г/м3* и выше). Вследствие большого избытка воздуха, используемого для регулирования температуры, концентрация SO2 в газах печей КС 2-3%. Кроме того, газы содержат серный ангидрид SO3.

Для более эффективной очистки отходящих газов, можно применить следующую технологическую схему очистки газов, состоящую из:

1 – циклона ЦН-15;

2 – сухого электрофильтра типа ЭГА 1-10-6-4-2;

3 – скруббера Вентури.

В связи с усилением внимания к защите окружающей среды, созданы установки для очистки обжиговых газов от сернистого газа.

Для нашего случая на установках меньшего масштаба применяют очистку обжиговых газов орошением их известковым молоком в скрубберах. Известковое молоко мы получаем подачей в смеситель Са и Н2О, откуда оно поступает в отстойник. Улавливание SO2 основано на образовании малорастворимого сульфита CaSO3, который сбрасывают в хвосто-хранилище, где он окисляется постепенно кислородом до CaSO4:

SO2 + CaCO3 + H2O → Ca(HSO3)2 + CO2

В адсорбер подается воздух и бисульфит кальция. В результате взаимодействия с кислородом воздуха он превращается в гипс:

Са(HSO3)2 + O2 + H2O → CaSO4 ∙ 2H2O + H2SO4

Образующаяся серная кислота взаимодействует с известняком:

CaCO3 + H2SO4 + H2O → CaSO4 ∙ 2H2O + CO2

В процессе сорбции для достижения степени очистки 90-95% необходимо поддерживать рН в пределах 5,6-5,8 и высокую степень орошения.

Содержание SO2 в газах после скрубберов составляет 0,05-0,1%. Отходящие газы, пройдя всю систему аппаратов газоочистки, став наименее вредными для ОС, поступают в атмосферный воздух.

На основе данных выбранного варианта делаем подробный расчет затрат на очистку газов (сточных вод).

Критерием сравнительной экономической эффективности является  
минимум приведенных затрат, включающих капитальные вложения в строительство природоохранных объектов (*К*), эксплуатационные расходы по их содержанию и обслуживанию (*С*) и остаточный ущерб после проведения природоохранных мероприятий (при невозможности его полной ликвидации)

|  |  |
| --- | --- |
| *Зп = К⋅Ен + С + У2  → min,* |  |

где

|  |  |
| --- | --- |
| *Зп* | – приведенные годовые затраты на природоохранные мероприятия, (*тыс. р./год*); |
| *Ен* | – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; |
| *У* | – остаточный ущерб после выполнения природоохранных мероприятий, (*тыс. р./год*). |

## 6.4. Расчет производственной программы цеха очистки

В данном разделе приводятся основные показатели технологического процесса очистки газов. В основу должны быть положены данные технологической главы дипломного проекта. Приводятся характеристики выбранного оборудования и процесса очистки.

Завершается этот раздел составлением производственной программы отделения (табл. 6.1).

*Таблица* 6.1

**Производственная программа отделения очистки**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Показатели** | **Условные обозначения и методика**  **расчета** | **Количество** |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | Расход газа В, м3/год | *В* | 30660 |
| 2 | Содержание компонентов по заводу, т/год:  1. Пыль  2. SO2  3. Мо  4. Cu  5. SiO2 | *Сн* | 7,0264  4461  0,4852  0,008  0,05 |
| 3 | Содержание компонентов по проекту, т/год:  1. Пыль  2. SO2  3. Мо  4. Cu  5. SiO2 | *Ск* | 0,624  892,2  0,324  0,0025  0,025 |
| 4 | Степень очистки, по компонентам:  1. Пыль  2. SO2  3. Мо  4. Cu  5. SiO2 | *ε = (Сн - Ск)/ Сн* | 0,91  0,8  0,33  0,69  0,5 |
| 5 | Число единиц основного технологического оборудования:  - в работе  - в резерве | *N*  *n* | 1  - |
| 6 | Число календарных дней работы, *сут*. | *Т* | 365 |
| 7 | Простой в ППР, *сут*. | *t* | 20 |
| 8 | Эффективный фонд рабочего времени, *сут*. | *Тэф = T - t* | 345 |
| 9 | Суточная производительность единицы оборудования, *м3/сут*. | *Р=М/NТэф* | 106,64 |
| 10 | Производственная мощность, *м3/год* | *М = Р ⋅ N ⋅ Тэф* | 36792 |
| 11 | Коэффициент экстенсивной нагрузки | *Кэкст = Тэф/Т* | 0,95 |
| 12 | Коэффициент интенсивной нагрузки | *Кинт = В/М* | 0,83 |
| 13 | Коэффициент интегральной нагрузки | *Кинтегр = Кэкст⋅ Кинт* | 0,79 |

## 6.5. Капитальные вложения и амортизационные отчисления

Для определения стоимости проектируемого природоохранного объекта (капвложений) необходимо рассчитать стоимость устанавливаемого оборудования и затраты на реконструкцию (табл. 6*.2′*)

Капитальные вложения на здания и сооружения не предусматриваются т. к. предполагается для установки оборудования ПГУ использовать существующие производственные площади.

Сумма амортизационных отчислений определяется по формуле:



|  |  |
| --- | --- |
| где | *Аi –* годовая сумма амортизации по каждому виду зданий, сооружений и оборудования, *т. р*.; |
|  | *Наi* – норма амортизации в процентах от стоимости зданий, сооружений, оборудования; |
|  | *Кi -*  капиталовложения на строительство зданий, сооружений, на приобретение оборудования, *т. р*. |

### 6.5.1. Расчет сметной стоимости оборудования

Кроме стоимости оборудования в сметную стоимость входят затраты на монтаж оборудования, которые берутся укрупнено в размере 20 % от стоимости оборудования, а транспортно-заготовительные расходы в размере 10 % от стоимости оборудования.

В связи с тем, что при расчете стоимости учтено не все оборудование, предусматривается графа «Прочее неучтенное оборудование», которая определяется в размере 10-20% от стоимости оборудования.

Расчет стоимости оборудования, по существующему положению приведен в табл. 6.2 .

*Таблица 6.2*

**Капитальные затраты и амортизационные отчисления**

**на оборудование по существующему положению**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Наимено­ва­ние обо­рудования** | **Марка, тип** | **Количество ед. оборуд.** | **Цена ед.**  **обор, *тыс.р*.** | **Стоимость оборуд., *тыс.р*.** | **Трансп..-загот. Расходы ,*тыс. р*.** | **Затраты на монтаж оборуд., *тыс.р*.** | **Общая сметная стоим., *тыс. р*.** | **На, %** | **Сумма амортизац. отчислений, *т. р*.** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | Основное оборудование |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. Циклон |  | 1 | 23,0 | 23,0 | 2,3 | 4,6 | 29,9 | 13,2 | 3,95 |
| 2. Сухой электро-фильтр |  | 1 | 443,0 | 443,0 | 44,3 | 88,6 | 575,9 | 10 | 57,59 |
| 3.Скруббер |  | 1 | 132,0 | 132,0 | 13,2 | 26,4 | 171,6 | 20 | 34,32 |
| 4. Мокрый электро-фильтр |  | 1 | 400,0 | 400,0 | 40,0 | 80 | 520 | 10 | 52 |
|  | 5. Дымосос |  | 1 | 45,0 | 45,0 | 4,5 | 9 | 58,5 | 10 | 5,85 |
|  | Итого |  |  |  |  |  |  | 1355,9 | 12,64 | 153,71 |
| 2 | Прочее неучтенное оборудование |  |  |  |  |  |  | 223,72 | 12,64 | 28,27 |
|  | Всего |  |  |  |  |  |  | 1579,62 |  | 181,98 |

*Таблица 6.2′*

**Капитальные затраты и амортизационные отчисления**

**на оборудование по проекту**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Наимено­ва­ние обо­рудования** | **Марка, тип** | **Количество ед. оборуд.** | **Цена ед.**  **обор, *тыс.р*.** | **Стоимость оборуд., *тыс.р*.** | **Трансп..-загот. расходы, *тыс.р*.** | **Затраты на монтаж оборуд., *тыс.р*.** | **Общая сметная стоим., *тыс. р*.** | **На, %** | **Сумма амортизац. отчислений*, т. р.*** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | Основное оборудование |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. Циклон |  | 1 | 23,0 | 23,0 | 2,3 | 4,6 | 29,9 | 13,2 | 3,95 |
| 2. Сухой электро-фильтр |  | 1 | 443,0 | 443,0 | 44,3 | 88,6 | 575,9 | 10 | 57,59 |
| 3.Скруббер Вентури |  | 1 | 1500,0 | 1500,0 | 150,0 | 300 | 1950,0 | 20 | 390 |
|  | 5. Дымосос |  | 1 | 45,0 | 45,0 | 4,5 | 9 | 58,5 | 10 | 5,85 |
|  | Итого |  |  |  |  |  |  | 2614,3 | 13,3 | 457,39 |
| 2 | Прочее неучтенное оборудование |  |  |  |  |  |  | 431,36 | 13,3 | 57,37 |
|  | Всего |  |  |  |  |  |  | 3045,66 |  | 514,76 |

## 6.6. Организация труда и расчет численности работников цеха

Режим работы отделения ПГУ – непрерывный, условия труда - нормальные.

Длительность рабочего дня принимается по трудовому законодательству и зависит от условий труда.

*Таблица 6.3*

**Длительность рабочего дня**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Условия труда | Продолжит. раб. дня по закону, *час* | Принятая продолжительность смены, *час* | Продолжит. рабоч. недели, *час*. | Годовой номинальный фонд раб. времени, *Дн*, *час*. |
| Нормальные | 7 | 8 | 40 | 2017 |

Количество праздничных дней определяется:

– для прерывных производств по календарю, соответственно количеству общевыходных и праздничных дней. При пятидневной рабочей неделе число выходных удваивается;

– для непрерывных производств количество выходных дней определяется на основании расчета графика сменности (п 6.6.1.).

Количество планируемых невыходов на работу, оплачиваемых согласно действующему законодательству, определяется исходя из следующего:

а) отпуск – 24 рабочих дня. При тяжелых условиях работы, сопряженных с повышенной вредностью, количество выходных дней увеличивается до 36, 48 и т. д.;

б) неявки по болезни принимаются по данным практики с учетом внедряемых мероприятий по улучшению условий труда;

в) неявки в связи с выполнением общественных и государственных обязанностей принимаются в размере 1–3 дней в зависимости от профессии, уровня квалификации или по данным практики;

г) неявки по прочим причинам принимаются в размере 1–3 дней.

### 6.6.1. Расчет графика сменности при работе в непрерывном режиме:

Параметры для расчета графика сменности определяются в соответствии с условиями и режимом работы.

1. Число смен: *Nсм =* 24 : *tсм*,

где *tсм* – длительность рабочего дня, час.

*Nсм =* 24 : *7=3смены*

2. Количество бригад: ,



где *Т* – календарный фонд рабочего времени, дни;(=365 дней)

*Дн* – номинальный фонд рабочего времени по закону за год, час(2017):

Количество бригад по расчету *Nб*р и 1 бригада на подмену. Итого бригад *Nб*р + 1.

,

3. Длительность графика сменности, дни: *Дц* = *Дсм* · *Nбр,=3х4=12*

где *Дсм*  – число выходов в односменную смену.

4. Число выходов на работу в течение цикла, дни: *Двц* = *Дсм* · *Nсм*= 3х3=9

5. Число циклов в году:  = 365/12=30

6. Число выходов на работу в течение года

– дней*: Двг = Двц · Nц,=9*х*30=270*

– часов: *Двг = Двц · Nц · tсм. =9*х*30*х*8=2160*

7. Сравнивается число выходов на работу в течение года с номинальным фондом рабочего времени по закону:

если (*Двг – Дн) >* 0 – переработка,

если (*Двг – Дн) <* 0 – недоработка.

(*Двг – Дн)=2160 – 2017=143 часа или 18 дней >* 0, т.е переработка

8. Число дней отдыха:

*Дотд* = *Т* – *Двг* + переработка (- недоработка).

*Дотд* = 365-270+18=113 дней отдых.

Дни недоработки можно включить в отработку по распоряжению администрации при проведении ремонтных или хозяйственно-уборочных работ, не вычитая из дней отдыха.

Дни переработки могут быть оплачены по распоряжению администрации и не прибавляться к днями отдыха.

***3-х бригадный график сменности***

График сменности строится на период времени, равный длительности цикла (для 3-х бригад - 12 дней).

Обозначим бригады буквами А, Б, В, Г

*Таблица 6.4*

**График сменности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Смены | Дни месяца | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 (7-15) | А | А | А | Б | Б | Б | В | В | В | Г | Г | Г |
| 2 (15-23) | В | Г | Г | Г | А | А | А | Б | Б | Б | В | В |
| 3 (23-7) | Б | Б | В | В | В | Г | Г | Г | А | А | А | Б |
| **Отдых** | Г | В | Б | А | Г | В | Б | А | Г | В | Б | А |

*Таблица 6.5*

**Баланс рабочего времени (в среднем на одного рабочего)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Состав рабочего времени** | **Всего по цеху** | |
| **непрерывное** | **Прерывное** |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | Длительность рабочего дня по закону, час. | 7 | 7 |
| 2 | Длительность смены, час. | 8 | 8 |
| 3 | Календарный фонд рабочего времени, *Т*, дни | 365 | 365 |
| 4 | Количество нерабочих дней, *Дотд*, всего | 113 | 116 |
|  | в т. ч. праздничные | - | 12 |
|  | выходные | - | 104 |
| 5 | Номинальный фонд рабочего времени, *Тн*, дни *Тн = Тк - Дотд* | 252 | 249 |
| 6 | Планируемые невыходы на работу, *Тневых*, дни | 44 | 32 |
|  | в т. ч. отпуск | 36 | 24 |
|  | по болезни | 5 | 5 |
|  | прочие неявки | 3 | 3 |
| 7 | Эффективный фонд рабочего времени, *Тэф,* дни *Тэф = Тн - Тневых* | 208 | 217 |
| 8 | Коэффициент списочного состава, *Ксп* | *Ксп = Т/Тэф=* 1,75 | *Ксп =Тн/Тэф=1,15* |

### 6.6.2. Расчет численности основных и вспомогательных рабочих

В проекте рассчитывается явочная и списочная численность рабочих

Явочная численность рабочих может быть рассчитана по формуле:



|  |  |
| --- | --- |
| где | *Нчисл.* – норматив численности; |
|  | *N –* число однотипных агрегатов; |
|  | *n* – число рабочих смен; |

В дипломном проекте явочная численность принята по данным преддипломной практики.

Списочная численность рабочих определяется по формуле

,



где *Кс п-*коэффициент списочного состава, определяемый из баланса рабочего времени (табл. 6.5.).

Расчеты явочной и списочной численности основных и вспомогательных рабочих отделения приведены в табл. 6.6.

*Таблица 6.6*

**Расчет численности рабочих цеха**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование профессии** | **Разряд** | **Явочная численность рабочих, чел** | | **Ксп** | **Списочная численность рабочих, чел** |
| **в смену** | **за**  **сутки** |
| 1 | Основные рабочие:  1.Оператор ПГУ | V | 1 | 3 | 1,75 | 5,25 |
| 2.Оператор ПГУ | IV | 4 | 12 | 1,75 | 21 |
| ИТОГО: | |  |  | 15 |  | 26,25 |
| 2 | Вспомогательные рабочие, всего: |  |  |  |  |  |
| 1. Слесарь | V | 2 | 6 | 1,75 | 10,5 |
| 2. Электромонтер | V | 3 | 3 | 1,75 | 3,45 |
| ИТОГО: | |  |  | 9 |  | 13,95 |
| Всего: | |  |  | 24 |  | 40,2 |

## 6.7. Расчет годового фонда заработной платы работников цеха

Годовой фонд заработной платы определяется на основе запроектированного объема производства, трудоемкости изготовления единицы продукции, режима работы, состава и уровня квалификации работников и действующих тарифных условий.

### 6.7.1. Расчет годового фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

В связи с тем, что природоохранные мероприятия не имеют общих характеристик объема работ и величины сдельной расценки, для всех рабочих устанавливается повременная оплата труда.

В этом случае для рабочих-повременщиков заработная плата по тарифу определяется умножением тарифных ставок (*СTi*), списочного числа рабочих (*Чi*) на количество отработанных дней (*Двых.i*):



Плановый фонд заработной платы рабочих состоит из основной и дополнительной заработной платы.

В состав основной заработной платы включаются заработная плата по тарифу и доплаты: премиальные из фонда заработной платы, за работу в ночное время, праздничные дни, за совмещение профессий и др.

Доплаты за работу в ночное время *(ЗНВ)* осуществляются в размере 40 % от заработной платы по тарифу за время ночной работы с 22.00 до 6.00:

,



где *УНВ –* удельный вес ночной работы в общем фонде рабочего времени.



|  |  |
| --- | --- |
| где | *tНВ* – время ночной работы в часах; |
|  | *tсм* – длительность рабочей смены в часах; |
|  | *n* – количество смен. |

Премии из фонда зарплаты рабочих, ИТР и служащим начисляются на доплаты и надбавки к тарифным ставкам или должностным окладам, выплачиваемым в соответствии с действующим законодательством за совмещение профессий, расширение зоны обслуживания, за высокое профессиональное мастерство, за работу в ночное время и т. д.



|  |  |
| --- | --- |
| где | *Зпрем* – сумма премий, выплачиваемая рабочим из фонда зарплаты, р.; |
|  | *Кпрем* – коэффициент, учитывающий размер премии в долях единицы, *Кпрем*. = 0,2 – 0,8 |

Доплаты за работу в праздничные дни (*Зп.д.*) планируются в непрерывном производстве и определяются по расчету:

р.



Таким образом, основная зарплата включает в себя:

.

Дополнительная заработная плата (*Здоп*.) включает оплату всех дней профсоюзного и других видов отпусков, предусмотренных трудовым законодательствам.

,



|  |  |
| --- | --- |
| где | *Зосн.* – основная заработная плата, р.; |
|  | *Кдоп.* – коэффициент дополнительной зарплаты; |
|  | *ДН* – общее количество невыходов на 1 рабочего в год, согласно балансу рабочего времени; |
|  | *ТН* – номинальный фонд рабочего времени, дни. |

*Таблица 6.7*

**Расчет годового фонда заработной платы основных и**

**вспомогательных рабочих**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Профессии** | **Разряд** | **Количество раб. дней на**  **одного рабочего** | **Списочная численность**  **рабочих, *чел*.** | **Тарифная ставка**  **в смену, р.** | **Основная заработная плата,**  ***т. р*.** | | | | | | |
| **Зарплата по**  **тарифу** | **Доплата за работу в ночное время** | **Премии с фонда з/платы** | **З/плата за работу в праздники** | **Итого основная зарплата** | **Дополнительная**  **зарплата, *т. р*.** | **Годовой фонд з/п *т.р*** | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Основные рабочие: | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Оператор ПГУ | V | 208 | 5,25 | 197,16 | 215,29 | 28,42 | 238,03 | 6,46 | 488,2 | 73,23 | 561,43 |
| 2 | Оператор ПГУ | IV | 208 | 21 | 183.38 | 801 | 105.7 | 725.38 | 24.03 | 1656.1 | 248,42 | 1904.56 |
| Вспомогательные рабочие: | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Деж.слесарь | V | 208 | 10,5 | 197,16 | 430,59 | 56,84 | 194,97 | 12,92 | 695,3 | 104,29 | 799,61 |
| 2 | Электромон-тер | V | 217 | 3,45 | 197,16 | 147,60 | - | 59,04 | - | 206,6 | 22,73 | 229,37 |

### 6.7.2. Расчет фонда заработной платы ИТР, служащих и МОП

Основой для расчета фонда заработной платы ИТР, служащих и МОП служит штатное расписание с указанием месячных окладов.

Расчет фонда заработной платы ИТР, служащих и МОП приведен в табл. 6.8.

*Таблица 6.8*

**Численность и фонд заработной платы ИТР, служащих и МОП на год**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование должностей** | **Кол-во работников** | **Оклад в месяц, р.** | **Годовой фонд заработной платы, *т. р.*** | | |
| **Оклад на всех работн.** | **Доплата за раб. в ночное время** | **Итого** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| ***1. ИТР*** | | | | | | |
| 1 | Начальник ПГУ | 1 | 11,45 | 137,4 |  | 137,4 |
| 2 | Инженер | 1 | 11,01 | 132,12 |  | 132,12 |
| 3 | Старший мастер | 3 | 10,57 | 380,52 | 125,57 | 506,05 |
| ***2. Служащие*** | | | | | | |
| 1 | Нормировщик | 1 | 8,11 | 97,32 |  | 97,32 |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| ***3. МОП*** | | | | | | |
| 1 | Уборщица | 1 | 2,0 | 24 |  | 24 |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| **Всего** | | | | | | |

### 6.7.3. Расчет общего фонда и среднемесячной заработной платы работников цеха (отделения)

Исходными данными для расчета общего фонда и среднемесячной заработной платы являются данные табл. 6.9.

Размер выплат по итогам года определяется по данным практики (обычно 1/8 от расчетного ФЗП).

*Таблица 6.9*

**Расчет общего фонда заработной платы (ФЗП)**

**и среднемесячной зарплаты**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование категорий работников** | **Расчетный ФЗП,**  **тыс. р.** | **Выплаты по итогам года,**  **тыс.,**  **р.** | **Общий ФЗП, тыс. р.** | **Среднесписочная численность работников, чел.** | **Среднемесячная зар-плата, тыс. р.** | **Отчисления на соц. нужды (26% от общего ФЗП)** |
| 1 | Рабочие |  |  |  |  |  |  |
|  | а) основные | 2465,99 | 308,25 | 2774,24 | 26,25 | 8,81 | 721,3 |
|  | б)вспомога-тельные | 1028,98 | 128,62 | 1157,6 | 13,95 | 6,92 | 300,98 |
|  | Итого | 3494,97 |  | 3931,84 |  |  | 1022,28 |
|  | |  |  |  |  |  |  |
| 2 | ИТР | 775,57 | 96,95 | 872,52 | 5 | 14,54 | 226,86 |
| 3 | Служащие | 97,2 | 12,15 | 109,35 | 1 | 9,11 | 28,43 |
| 4 | МОП | 24 | 3 | 27 | 1 | 2,25 | 7,02 |
| Итого | | 896,77 |  | 1008,87 |  |  | 262,31 |
| Всего | | 4391,74 |  | 4940,71 |  |  | 1284,58 |

## 6.8. Расчет расходов на природоохранные мероприятия

В данном разделе рассчитываются:

* основные расходы;
* накладные расходы;
* калькуляция расходов.

### 6.8.1. Основные расходы

В состав основных расходов входят затраты на:

* материалы и реагенты;
* топливо, энергию, пар, сжатый воздух и др.;
* основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих;
* отчисления на социальные нужды;
* расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО).

Затраты на материалы, реагенты и энергетические затраты определяются согласно норм расхода, действующих цен и годовой производственной программой по цеху в натуральных единицах.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих определены в разделе 6.

Отчисления на социальные нужды принимаются в % к заработной плате.

В табл. 6.10 изложена методика расчета РСЭО.

*Таблица 6.10*

**Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Статьи затрат** | **Сумма по существующему положению** | **Сумма по проекту** | **Примечание** | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | |
| 1 | Амортизация оборудования | 181,98 | 514,76 | Табл. 3 | |
| 2 | Содержание оборудования | 315,92 | 609,13 | 20 % от стоимости | |
| 2.1. | Зарплата вспомогательных рабочих | 1157,6 | 1157,6 | Табл. 11 | |
| 2.2. | Отчисления на соц. нужды | 300,98 | 300,98 | 26,2 % | |
| 3 | Ремонт оборудования | 157,96 | 304,57 | 10 % от стоимости оборудования | |
| 4 | Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений | 20,54 | 39,59 | 1,3 % от стоимости оборудования | |
| 5 | Прочие расходы | 148,01 | 202,09 | 7 % от суммы по строкам 1-3 | |
| Итого | | 2262,45 | 3128,22 |  |

### 6.8.2. Накладные расходы

При расчете себестоимости в состав накладных расходов включают:

* цеховые расходы;
* общезаводские расходы;
* внепроизводственные расходы.

В табл. 6.11 изложена методика расчета цеховых расходов.

*Таблица 6.11*

**Смета цеховых расходов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование статей расходов** | **Годовая сумма,**  **т. р.** | **Примечание** |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | Содержание цехового персонала (зарплата ИТР, служащих, МОП и вспомогательных рабочих) | 1008,87 | Таблица 11, графа 3 (без основных раб.) |
| 2 | Отчисления на социальные нужды | 262,31 | Таблица 11, графа 8 (без основных раб.) |
| 3 | Содержание и эксплуатация зданий и сооружений: | - |  |
|  | а) амортизация зданий и сооружений | - | Таблица 2 |
|  | б) содержание зданий и сооружений | - | 5 % от стоимости зданий и сооружений |
|  | в) ремонт зданий и сооружений | - | 10 % от стоимости зданий и сооружений |
| 4 | Расходы на изобретательство и рационализацию | 43,92 | 1 % от расчетного ФЗП всех работников |
| 5 | Охрана труда и техника безопасности | 439,17 | 10 % от расчетного ФЗП всех работников |
| 6 | Износ малоценного и быстроизнашиваемого инвентаря | 87,71 | 5 % от стоимости цехового передела |
| 7 | Прочие неучтенные расходы | 92,1 | 5-10 % от суммы затрат |
| Всего цеховые расходы 1934,08 | | | |

### 6.8.3. Калькуляция себестоимости очистки газов

*Таблица 6.12*

**Эксплуатационные затраты на ПОМ по существующему положению**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Годовой объем | *В* | , | 30660 *тыс. м3* |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | | **Статьи затрат** | **Ед-ца**  **измерения** | | **Цена за единицу, р.** | | **Затраты на годовой объем** | | **Затраты на 1000 *м*3** | | |
| **Кол-во** | **Сумма,**  **т. р.** | **Количество.** | **Сумма,**  **т. р.** | |
| **1** | | **2** | **3** | | **4** | | **5** | **6** | **7** | **8** | |
| **Основные расходы** | | | | | | | | | | | |
| 1 | Материалы и реагенты:  1. вода (скруббер)  2. вода на (мокр.электрофильтр) | | *м3*  *м3* | | 0,4  0,41 | 1747,6  766,5 | | 0,699  0,314 | 0,057  0,025 | | 0,000023  0,0000103 |
| 2 | Энергия на технологические цели | | *кВт* | | 0,9 | 358,722 | | 322,85 | 9,1 | | 0,0082 |
| 3 | | Заработная плата основных рабочих | *т. р.* |  | |  | | 2774,24 |  | | 0,0646 |
| 4 | | Отчисления на соц. нужды | *т. р.* |  | |  | | 721,3 |  | | 0,0168 |
| 5 | | Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования | *т. р.* |  | |  | | 2262,45 |  | | 0,0527 |
| 6 | | Цеховые расходы | *т. р.* |  | |  | | 1934,08 |  | | 0,0451 |
| 7 | | Эксплуатационные затраты, *С* | *т. р.* |  | |  | | 8015,93 |  | | 0,187 |

*Таблица 6.12′*

**Эксплуатационные затраты на ПОМ по проекту**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Годовой объем | *В* | , | 30660 *тыс. м3* |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | | **Статьи затрат** | **Ед-ца**  **измерения** | | **Цена за единицу, р.** | | **Затраты на годовой объем** | | **Затраты на 1000 *м*3** | | |
| **Кол-во** | **Сумма,**  **т. р.** | **Количество.** | **Сумма,**  **т. р.** | |
| **1** | | **2** | **3** | | **4** | | **5** | **6** | **7** | **8** | |
| **Основные расходы** | | | | | | | | | | | |
| 1 | Материалы и реагенты:  1. вода (скруббер Вентури)  2. СаО (скруббер Вентури) | | *м3*  *кг* | | 0,4  0,098 | 1747,6  260610 | | 0,699  25,54 | 0,057  8,5 | | 0,000023  0,000833 |
| 2 | Энергия на технологические цели | | *кВт* | | 0,9 | 216.810 | | 195.13 | 5.5 | | 0,00495 |
| 3 | | Заработная плата основных рабочих | *т. р.* |  | |  | | 2774,24 |  | | 0,0646 |
| 4 | | Отчисления на соц. нужды | *т. р.* |  | |  | | 721,3 |  | | 0,0168 |
| 5 | | Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования | *т. р.* |  | |  | | 2262,45 |  | | 0,0527 |
| 6 | | Цеховые расходы | *т. р.* |  | |  | | 1934,08 |  | | 0,0451 |
| 7 | | Эксплуатационные затраты, *С* | *т. р.* |  | |  | | 7913,4 |  | | 0,336 |

*Таблица 6.13*

**Себестоимость очистки газов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование статей расходов** | **Сумма,**  **т. р. по сущестующему положению** | **Сумма,**  **т. р. по проекту** | **Примеча-ние** |
| 1 | Капитальные затраты (*К*): | 1843,41 | 3554,29 |  |
| 1.1 | на очистные сооружения (здания и оборудование) | 1579,62 | 3045,66 |  |
| 1.2 | на последующее применение очищенной фазы | 263,79 | 508,63 | 16,7% от кап.затрат на очистные сооружения |
| 2 | Эксплуатационные затраты (*С*) | 8015,93 | 7913,4 |  |
| 3 | Приведенные затраты (*З*):  *Зп = С + Ен ⋅ К* | 8237,14 | 8339,9 | *Ен*= 0,12 |
| 4 | Себестоимость очистки 1 м3, *Ц = Зп/В* | 0,2685 | 0,272 |  |

## 6.9. Расчет эколого-экономического ущерба

Оценка величины эколого-экономического ущерба от загрязнения окружающей среды проводится по следующей формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

где *Ууд* - показатель удельного ущерба атмосферному воздуху или водным ресурсам, наносимого единицей приведенной массы загрязняющих веществ в рассматриваемом регионе; *Кэ* - коэффициент экологической ситуации (для РСО-А Кэ = 1,17); *Мn* – приведенная масса загрязняющих веществ, *т*.

Приведенная масса загрязняющих веществ рассчитывается по следующей формуле:

,

где *mi* – масса *i*-го загрязняющего вещества, т; *kэi* – коэффициент эколого-экономической опасности для *i*-го загрязняющего вещества.

Расчет приведенной массы загрязняющих веществ до и после внедрения природоохранных мероприятий (ПОМ) приводится в табл. 6.14.

*Таблица 6.14*

**Приведенная масса загрязняющих веществ**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование загрязняющего вещества** | **Кол-во загрязняющ.**  **в-в до внедрения ПОМ, *m1* *т/год*** | **Кол-во загрязняющ.**  **в-в после внедрения ПОМ, *m2* *т/год*** | ***kэi*** | **Приведен. масса веществ до внедрен. ПОМ, *М1*, усл.*т/год*** | **Приведен. масса веществ после внедрен. ПОМ, *М1,* усл.*т/год*** |
| 1 | Пыль | 7,0264 | 0,624 | 2,7 | 18,97 | 1,685 |
| 2 | SO2 | 4461 | 892,2 | 20 | 89220 | 17844 |
| 3 | Мо | 0,4852 | 0,324 | 6,7 | 3,25 | 2,2 |
| 4 | Cu | 0,008 | 0,0025 | 500 | 4 | 1,25 |
| 5 | SiO2 | 0,05 | 0,025 | 28,5 | 1,425 | 0,713 |
| Итого | | | | | 89247,6 | 17849,85 |

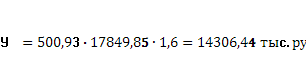
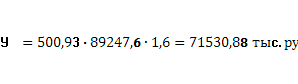
Предотвращенный ущерб рассчитывается по следующей формуле:

*Упр = У1 – У2,*

где:

*У1* - эколого-экономический ущерб до внедрения ПОМ;

*У2* - остаточный эколого-экономический ущерб.



## 6.10. Экономическая эффективность природоохранных мероприятий

Рассчитаем приведенные годовые затраты на природоохранные мероприятия (*тыс.руб./год*):

– по заводу:

*тыс.руб./год*;



– по проекту:

*тыс.руб./год*;



Так как вариант по проекту меньше то, проектный вариант более экономичен и остальные показатели рассчитываются по этому варианту.

Общая экономическая эффективность определяется с целью:

– установления народнохозяйственных результатов затрат на предупредительные и защитные мероприятия;

– характеристики фактической и планируемой эффективности затрат на действующих предприятиях;

– принятия решения об очередности проведения природоохранных мероприятий различных направлений.

Показателем абсолютной экономической эффективности природо-охранных затрат является отношение годового объема полного эконо-мического эффекта к приведенным затратам, обусловившим его получение:



где R– полный экономический эффект от ПОМ, *тыс.р./год*, при решении одноцелевой задача полный экономический эффект равен величине годового предотвращенного ущерба:

*К* – капитальные вложения в строительство основных фондов природоохранного назначения, *тыс. р.*;

*Ен* – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений;

*С* – годовые эксплуатационные расходы на содержание и обслуживание основных фондов, *тыс. р./год*.



Так как Э>1, то природоохранные мероприятия являются эффективными.

Расчет общей экономической эффективности капитальных вложений в ПОМ выполняется отнесением полного экономического эффекта (*R*) за вычетом эксплуатационных расходов на содержание и обслуживание природоохранных основных фондов (*С*) к капитальным вложениям (*К*), обеспечивающим получение этого результата:



Срок окупаемости капитальных вложений в ПОМ определяется величиной обратной коэффициенту общей экономической эффективности:

 лет

Инвестирование в условиях рынка сопряжено со значительным риском и этот риск тем больше, чем длиннее срок окупаемости капитальных вложений. Такой метод расчета срока окупаемости прост и удобен, поскольку позволяет получить наглядное представление о риске инвесторов. Однако он не учитывает изменение цен во времени.

## 6.11. Технико-экономические показатели

Технико-экономические показатели приводятся в табл. 6.15.

*Таблица 6.15*

**Технико-экономические показатели**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Показатели** | **Ед. измер.** | **По существующему положению** | **По**  **проекту** |
| 1 | Годовой объем очищаемого газа | *тыс.м3* | 30660 | 30660 |
| 2 | Содержание экологически опасных компонентов в выбросах:  1. Пыль  2. SO2  3. Мо  4. Cu  5. SiO2 | *т/год* | 7,0264  4461  0,4852  0,008  0,05 | 0,624  892,2  0,324  0,0025  0,025 |
| 3 | Капитальные вложения в организацию ПОМ | *тыс. р.* | 1843,41 | 3554,29 |
| 3.1 | В оборудование | *тыс. р.* | 1579,62 | 3045,66 |
| 4 | Численность работников | *чел.* | 17 | 17 |
| 4.1 | в т. ч. рабочих | *чел.* | 5 | 5 |
| 5 | Среднемесячная зарплата рабочих | *тыс. р.* | 8,81 | 8,81 |
| 6 | Себестоимость очистки 1000 м3 газа | *тыс. р.* | 0,193 | 0,212 |
| 7 | Эколого-экономический ущерб:  - в стоимостных показателях  - в натуральных показателях | *тыс. р.*  *усл. т.* | 71530,88  89247,6 | 14306,44  17849,85 |
|  | Приведенные годовые затраты на природоохранные мероприятия *Зп* | *тыс. р.* | 79718,02 | 22646,34 |
| 8 | Абсолютная эффективность экономическая эффективность |  | – | 2,527 |
| 9 | Срок окупаемости | *лет* | – | 7,2 |

# ГЛАВА 7. Безопасность жизнедеятельности

## 7.1. Генеральный план

При выборе места расположения предприятия учитывался ряд фактов:

- близость к источнику основного сырья - Тырныаузскому вольфрам молибденовому комбинату;

- возможность использования части освоенной территории свинцово-цинкового завода «Электроцинк» и наличие готовых коммуникаций;

- наличие подъездных путей — автомобильная и железная дороги;

- наличие квалифицированной рабочей силы, в республике действует два учебных заведения (СКГТУ, ГМТ), которые ежегодно выпускают специалистов металлургической промышленности. Площадка завода «Победит» расположена в северо-восточной части города Владикавказа. С северо-восточной стороны площадка завода ограничена железнодорожными путями. На юго-западе к заводу примыкает шоссе.

Электроэнергия на завод «Победит» поступает по воздушным линиям электропередачи напряжением 100 *кВ*, понижается на трансформаторной подстанции до 6 *кВ*, откуда по кабелям передается на цеховую подстанцию, где понижается до 380 *В*, идущей на агрегаты. Газоснабжение осуществляется по заводской сети в трубах диаметром 100 *мм* с давлением 0,6 *кгс/см*. Сжатый воздух на завод поступает по трубам диаметром 100 *мм* с давлением 5 *кгс/см*. Водоснабжение «Победита» для технических нужд осуществляется по трубам диаметром 150 *мм* и с давлением 1,18 *кгс/см*, а питьевая вода поступает на завод по трубам диаметром 150 *мм* и с давлением 1,15 *кгс/см2*. Завод связан со своими поставщиками автомобильными и железными дорогами. Железнодорожные пути, ведущие на завод, имеют стандартные размеры. Автомобильные дороги, ведущие на завод, уложены асфальтом, их ширина равна 7,5 *м*.

Санитарно-защитная зона для предприятий металлургической промышленности должна быть не менее 1000 *м*, т.к. предприятие относится по вредности к первому классу (СН 245-71). У завода имеется незначительная санитарная зона в виде зеленых насаждений, свойственных данной местности, ширина которых составляет – 200 *м*.

Минимальное расстояние между зданиями и сооружениями на заводе составляет 15 *м*.

Завод «Победит» располагается с подветренной стороны, в точном соответствии с «розой ветров» города Владикавказа, имеющей юго-западное направление ветра так, чтобы вредные выбросы не уносились ветром в жилую зону.

Ко всем зданиям и сооружениям, находящимся на заводе, есть свободный подъездной путь. В качестве транспорта на заводе используется автомобильный транспорт, электрокары и погрузчики.

Проектируемый цех расположен на расстоянии 500 *м* от границы площадки, примыкающей к селективной зоне города. Цех построен с подветренной стороны под углом 45 градусов в соответствии с розой ветров. К цеху проложена дорога шириной 7,5 *м*, а так же 2 пешеходных дорожки (2,5 *м*). Одна пешеходная дорожка проложена от центрального входа, другая - от здания заводоуправления. Склад готовой продукции расположен рядом с цехом с подветренной стороны. К нему проведен железнодорожный путь.

Энергоснабжение цеха производится с главной понизительной подстанции завода. Снабжение цеха сжатым воздухом осуществляется через теплоизолированный трубопровод. Снабжение цеха оборотной водой и технической водой производится трубопроводом. Для увеличения давления технической воды на отметке 3,60 *м* смонтирован узел подкачки технической воды, состоящий из двух насосов.

Снабжение цеха водородом осуществляется по водородопроводу, проложенному по эстакаде от водородной станции энергоцеха.

Снабжение цеха горячей водой для отопления здания производится по трубопроводу, проложенному по эстакаде от котельной паросилового цеха.

Условно чистые стоки цеха сбрасывают в систему оборотного водоснабжения завода с целью повторного использования воды.

Загрязненные стоки после предварительной очистки их в отстойниках сбрасывают в промливневую канализацию завода.

## 7.2. Анализ опасных и вредных производственных факторов

В состав цеха, предназначенного для производства сварных молибденовых штабиков и прутков, а также проволоки различных диаметров из вольфрама и молибдена, входят отделения: сварки, ковки, волочения W-ой и Мо-ой проволоки.

Специфическими особенностями производства металлического молибдена связано с применением порошкообразных веществ, склонных к пылеобразованию, с загрязнением воздуха и с использованием взрывоопасного водорода (используемого при спекании штабиков), и, следовательно, требует строгого выполнения правил техники безопасности. Основными источниками выделения вредных веществ являются ротационные ковочные машины, волочильные машины, сварочные аппараты, цепные станы, реакторы выпарные, отстойники. В связи с этим во всех производственных помещениях цеха имеется местная и общеобменная приточно-вытяжная вентиляция. Общеобменная вентиляция рассчитана на поглощение избыточного тепла. Источниками тепла при производстве молибденовых штабиков являются: печь камерная с вращающейся трубой; печь электрическая муфельная; тринадцатитрубная электропечь; сварочный аппарат ЦЭП 223 *А*.

Вредным для здоровья человека является пыление материалов при загрузке, выгрузке и просеве порошков.

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха предусмотрена очистка от пыли отсасываемого из цеха воздуха. Максимально возможная запыленность воздуха, отсасываемая местными отсосами – 900 *мг/м3*.

Основными вредными веществами при производстве молибдена являются: молибденовая пыль, этиловый спирт, технический водород (таблица 7.1).

*Таблица* 7.1

Анализ основных вредных веществ при производстве молибденовых штабиков

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименова-ние вещества | Огне- и взрыво-опасность | Токсичные свойства | Средства индивидуальной  защиты |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Водород  Техни-ческий | Огне- и  взрыво-опасен.  Пределы  взрываемос-ти:  нижний - 4%  объемных,  верхний - 75%  объемных.  Температура  воспламенения- 500-590 градусов. | Физиологически  инертный газ.  Лишь в очень  высоких  концентрациях  вызывает удушье,  вследствие  снижения  парциального  давления  кислорода в  воздухе. | Работа в защитных  очках и спец.  одежде. При  загрузке и выгрузке  печей не открывать обе дверцы  одновременно,  стоять в стороне от  загрузочного или  разгрузочного люка  печи. Следить за  работой вытяжной  вентиляции. При  загрузке или  выгрузке поджигать  выходящий из печи  избыток воздуха. |
| 2. Спирт  этиловый  техничес-кий | Огне- и  взрыво-опасен.  Верхний предел  взрываемос-ти - 19% объемных;  нижний - 3,6%  объемных. | Токсичен. При  частом  соприкосновении  со спиртом  образуется  сухость кожи.  ПДК паров спирта  в воздухе рабочих  помещений-  1000 *мг/м3*. | Соблюдать правила  противопожарной  безопасности.  Следить за работой  местной и общей  вентиляции.  Средством защиты  служит  фильтрующий  противогаз марки "*А*". |
| 3. Молиб-ден и его соединения | Огне- и взрыво-опасен | Токсичны. Относятся к классу Опасности - 3. Вызывает раз-дражение слизистых оболочек, сухость в носу, кашель, першение в горле. ПДК в виде пыли 4 *мг/м3* (для растворимых соединений) и 6 *мг/м3* (для нерастворимых соединений). | Работать в респираторе, пылезащитной спец. одежде. Следить за работой приточной и вытяжной вентиляции. |

Все движущиеся части оборудования в цехе (это касается, прежде всего, вращающихся печей и смесителей типа «пьяная бочка») ограждены защитными кожухами для защиты от механических травм.

В цехе используются следующие виды печей: печи восстановления, электропечи контактного нагрева КПН – 0,14 и КПЗ – 0,25. Количество отходящих газов для печи восстановления 1300 *нм3/ч*, для печей контактного нагрева КПН – 0,14-6000 *нм3/ч*, КПЗ – 0,25-6500 *нм3/ч*. Содержание лимитируемых примесей – 0,002 *г/нм3* вольфрамовой пыли; 0,435 *г/нм3* аммиака для печей восстановления; 0,003 *г/нм3* вольфрамовой пыли и 0,002 *г/нм3* вольфрамовой пыли для электропечей соответственно марок КПН – 0,14 и КПЗ – 0,25. Все печи расположены на верхнем этаже здания. Работа печей полностью автоматизирована. Основным источником тепловыделений является наружная поверхность печей (до 30°С). Тепловыделения являются причиной быстрого утомления, снижения работоспособности, ослабления сопротивляемости организма к вредным воздействиям. Поддержание оптимального микроклимата на данном участке производства является обязательным условием, и осуществляется посредством общеобменной вентиляции.

Возможны следующие аварийные ситуации в цехе: прекращение подачи водорода, электроэнергии, воды, внезапная остановка трубы вращающейся печи, отсутствие тяги в вытяжных зонтах.

Рабочие цеха обеспечиваются необходимыми индивидуальными защитными средствами: респираторами «лепестками», специальной одеждой, перчатками, противогазами.

Шумовое воздействие на организм человека оказывает работа смесителей и вибросит. Эти шумы относятся к низкочастотным (до 300 *Гц*) и не превышают предельно допустимый уровень (до 85 *дБ*).

## 7.3. Разработка мероприятий по БЖД

Безопасные условия труда обеспечиваются за счет автоматизации и механизации технологического процесса.

Для загрузки печей первого восстановления предусмотрена закачка материала в бункер пневмотранспортом, а оттуда идет загрузка самотеком во вращающиеся трубчатые печи. На печах второго восстановления механизирована продвижка лодочек с материалом.

Для устранения вредного воздействия пыли и газов на организм человека, предусматривается полная герметизация оборудования, устройство вытяжных зонтов, отсос образовавшейся пыли в местах просева порошка и уборка помещений.

Из индивидуальных средств защиты предусмотрено применение специальной одежды, респираторов марки ШБ - 1 «Лепесток» на одну смену, противогазов марки «А», рукавиц или перчаток. Для защиты зрения применяются очки и щиты.

Все проемы имеют защитное ограждение.

Вращающаяся печь работает под напряжением 380 *В*, печь имеет защитное заземление. К работе с электропечью допускается персонал, прошедший специальное обучение по эксплуатации печи.

Все рабочие проходят обязательный инструктаж по технике безопасности в цехе.

На рабочем месте каждой операции вывешивают инструкцию по технике безопасности.

Аппараты, выделяющие пыль и вредные вещества имеют местную вентиляцию.

От поражения электрическим током надо применять индивидуальные защитные средства: резиновые перчатки, диэлектрические коврики, защитные очки, предохранительные пояса, диэлектрические калоши, изолирующие штанги, инструменты с покрытыми изоляцией ручками.

Общими мерами защиты от электрического тока служит выносное заземление проводников и защитное зануление металлических не токоведущих частей электрооборудования.

Большую опасность представляет работа с водородом. Во избежание подсоса воздуха в печь и взрыва, запрещается одновременно открывать загрузочные и выгрузочные дверцы. Конструкция покрытий, в которых расположены производства, использующие водород, исключают возможность образования застойных зон и невентилируемых участков. При загрузке или выгрузке поджигают выходящий из печи избыток водорода.

Общим средством защиты от тепловыделений является общеобменная приточно-вытяжная вентиляция. Из индивидуальных средств защиты имеются спецодежда, обувь, брезентовые рукавицы. Для соблюдения питьевого режима по специальному водопроводу обеспечивается подача подсоленной газированной воды.

Стены и внутренние конструкции помещений, где размещено производство порошков, имеют гладкую поверхность и покрыты материалами, допускающими регулярное проведение влажной уборки. Полы в помещении - водонепроницаемы.

Помещение, где размещено технологическое оборудование и возможно выделение вредных и взрывоопасных, пожароопасных веществ, оборудовано общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией. В процессе производства обеспечивается непрерывная работа всех основных приточно-вытяжных и аспирационных вентиляционных установок. При неисправности системы вентиляции работа в цехе запрещается.

В цехе существует два вида сигнализации: световая и звуковая, которые оповещают рабочих цеха об опасности.

## 7.4. Производственная санитария

Здание цеха расположено с подветренной стороны по отношению к жилой зоне города.

Категория работ средней тяжести (СН 245-71).

Параметры метеоусловий в цехе следующие для средней тяжести

работ:

– Температура воздуха зимой – 17-19 градусов; летом – 20-23 градуса.

– Влажность воздуха зимой – 60-30 %; летом – 60-30 %.

– Скорость движения воздуха зимой не более 0,3 *м/с*; летом – 0,2-0,5 *м\с*.

Здание цеха шестиэтажное. На первом этаже размещены сварочные аппараты и пресса; на третьем этаже производят шихтовку и усреднение порошков; на шестом этаже установлены печи; остальные этажи — технические.

Общая площадь здания – 3650 *м2*, объем здания – 43800 *м3*; в том числе на одного рабочего приходится 60 *м2* и 730 *м3*.

Перемещение рабочих по этажам осуществляется по лестнице шириной 2 *м* или на пассажирском лифте. Доставку материала осуществляют на грузовом лифте. Вход в здание осуществляется через дверные проемы размером 2 на2 *м*.

В цехе есть искусственная и естественная вентиляция. На стенах на расстоянии 3 *м* друг от друга установлены специальные приточные короба для естественной вентиляции.

Искусственная вентиляция присутствует в виде вытяжных зонтов и кондиционеров, которые устанавливают нужный для рабочих микроклимат.

Завод «Победит» расположен в пятом климатическом световом поясе.

В цехе имеется искусственное и естественное освещение. Освещение - один из основных факторов, определяющих безопасное состояние среды, окружающей человека на рабочем месте. Неудовлетворительное освещение приводит к повышению утомляемости, ошибочным действиям, повышению травмоопасности работ. Отраслевые нормы освещенности разрабатываются на основе СНиП 23-05-95, где уровни освещенности даны в зависимости от точности работ без привязки к конкретным рабочим местам.

Естественное освещение осуществляется через оконные проемы размером 1,5 на 2 *м*, которые расположены по всей длине здания.

В цехе существует местное, общее искусственное и естественное освещение.

Искусственное освещение присутствует в виде светильников на каждой печи, а также ламп дневного света, расположенных на потолке здания (люминесцентные лампы типа ЛБ). При этом достигается наибольшая освещенность при восьмом разряде (подразряд «Б»), которая составляет 75 люкс. Освещенность проходов и участков, где непосредственно и постоянно не производятся работы, должна составлять не менее 25% от освещения на рабочих местах. Чистка светильников проводится не реже двух раз в месяц.

Кроме того, в цехе существует аварийное и эвакуационное освещение на случай возникновения аварийных ситуаций. Это освещение осуществляется лампами накаливания.

В цехе существуют санитарно - бытовые помещения: мужские и женские туалеты; комната личной гигиены женщин, раздевалки и душевые, которые применяют для смывания вредной пыли, оседающей на коже человека, столовая, респираторная и медпункт. В основном, эти помещения расположены на первом этаже.

Для утоления жажды и поддержания водно - солевого баланса в организме рабочих в помещении цеха расположены аппараты для производства и разлива подсоленной газированной воды, из расчета 4-5 литров на человека в смену.

В цехе расположены следующие оповещательные знаки, предупреждающие об опасности: высокое напряжение, ограждение проема и т.д.

На территории завода имеется большое количество зеленых насаждений. Есть посадки хвойных деревьев (ели) и лиственных деревьев (липа, клен, ясень), а также различные кустарники, газоны, цветники и сквер.

## 7.5. Пожарная и взрывопожарная безопасность

Цех относится к категории «Б» по пожарной безопасности.

В нем происходит работа со следующими огне и взрывоопасными веществами: техническим водородом, этиловым спиртом, вольфрамовой пылью.

Технический водород огне - и взрывоопасен. Пределы взрываемости: нижний - 4 объемных процента; верхний - 75 объемных процента. Температура воспламенения 500 — 590 градусов.

Этиловый спирт огне и взрывоопасен, верхний предел взрываемости - 19 объемных процента; нижний - 3,6 объемных процента.

Здание цеха построено из кирпича, перекрытия выполнены из железобетона.

Одна из самых опасных ситуаций - это возможность взрыва при попадании воздуха в печь. Поэтому при работе с водородом надо соблюдать правила, изложенные в утвержденных инструкциях по технике безопасности.

Для быстрого тушения пожара обеспечен свободный подъезд к цеху. В цехе установлены огнетушители марки ОУ - 2 и ОУ - 5 , а также имеются химические пенные огнетушители марки ОХП - 10.

Кроме того, рядом с лестничной площадкой расположены пожарные краны.

В цехе установлена внутренняя пожарная сигнализация, выполненная по телефонной системе, есть противопожарные лестницы.

На каждом этаже цеха висят планы эвакуации при пожаре. Для тушения пожара электроустановок кроме специальных огнетушителей применяют также и песок.

## 7.6. Мероприятия по охране окружающей среды

Главную опасность для окружающей природной среды представляет загрязнение воды и атмосферы.

Для защиты от загрязнений атмосферного воздуха предусмотрена очистка от пыли отсасываемого из цеха воздуха. Очистка производится в рукавных фильтрах типа ФМК, РФГ и ФРУ. Максимально возможная запыленность воздуха, отсасываемого местными отсосами, 900 *мг/м*. По санитарным нормам допустимая концентрация нетоксичной пыли в воздухе, выбрасываемой в атмосферу составляет 0,5 *мг/м3*.

Для очистки сточных вод установлен отстойник.

В ходе процесса образуются высевки бурых окислов и высевки металлического молибдена. Содержание молибдена в бурых окислах до 85%; в металлических отходах до 99%. Осадки из отстойников содержат 70 - 80% вольфрама и так же направляются в цех химического сырья на переработку.

Аммиачный конденсат содержит 35 *г/л* вольфрама и отправляется в цех химического сырья для получения паравольфрамата аммония. Туда же направляются кусковые отходы металлического вольфрама, которые содержат до 99% вольфрама.

Количество вредных веществ выбрасываемых в атмосферу составляет 15,42917 *т/год*.

Вода для технических нужд процесса циркулирует по замкнутой схеме.

Производство потребляет оборотной воды, при полной загрузке 1913 *м3/сут* и свежей воды 30 *м3/сут*. Возврат в оборотную систему составляет 1930 *м3/сут*. Вода на вакуум насосах закольцована, периодический вывод организован на аспирационную установку периочистки вольфрамовой кислоты на орошение скруббера. Орошающий раствор АУ-1 насыщен уловленным аммиаком передается на очистные сооружения гидрометаллургического цеха. Сточные воды, сливаемые в канализацию, с содержанием молибдена до 0,1 *мг/л* в производстве не используется.

Вокруг здания цеха посажены зеленые насаждения, которые способствуют улучшению атмосферы около цеха.

## 7.7. Расчет общеобменной вентиляции по удалению вредных выделений

Так как в цехе №3 завода «Победит», количество выделяемых вредностей велико, в этом случае потребное количество воздуха, доставляемого приточной вентиляцией и необходимого для разбавления вредных выделений до допустимых концентраций (*г/м3*), рассчитываю по формуле:

*W* = ; *м3/час*.

где:

*W* - объем приточного воздуха, *м3/час*.

*К* - количество вредных выделений в цехе, *кг/час*.

*Куд* - концентрация вредных выделений в воздухе, удаляемого из помещения, *г/м3*.

*Кпр*- концентрация вредностей в приточном воздухе, *г/м3*.

Выделение пыли *К* равно ПДК молибдена - 5 *мг/м3* = *Куд.*

*Кпр* = 1,2 *мг/м3* (по данным ОТК завода)

Определим количество вредных выделений в цехе:

*К* = , *кг/час*,

где: *К* - количество вредных выделений в цехе, *кг/час*.

*В* - концентрация вредных выделений, *мг/м3*(В = 12,З *мг/м3*).

*М* - коэффициент неравномерности распределения загрязнения по всему объему цеха, М = 1-2 (М=1,5).

*V* - объем помещения.

*V* = *м*3

Отсюда следует, что

*К* = *мг/ч*

Определим количество приточного воздуха в цехе для разбавления до ПДК пыли, полученной от работы оборудования:

*W* == 

Выбираем центробежный вентилятор среднего давления типа Ц4-70-10, с производительностью от 12,6 - 60 *тыс*. (*м3/час*).

Характеристика вентилятора Ц4-70-10.

Диаметр рабочего комплекса, *мм* – 100

Скорость вращения рабочего колеса, *об/мин* – 1050

Производительность *тыс.м3/час* - 12,6-60 .

Давление, *кг с/м2* - 190-95

Потребляемая мощность, *кВт* – 19

КПД - 0,8

Вес без эл.двигателя, *кг* - 480

Габаритные размеры, *мм*:

Ширина - 1810

Высота - 1745

Длина – 1380

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зеликман А. Н. «Металлургия тугоплавких редких металлов». – М., 1986 г.
2. Гурвиц А. А. «Пылеулавливание в металлургии. Справочник».
3. Казанцев Е. И. «Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и проектирования» - М., 1975 г.
4. Герасименко Т. Е., Мешков Е. И., Рутковский А. Л. Методические указания «Расчеты сухих пылеулавливающих аппаратов».
5. Герасименко Т. Е., Мешков Е. И., Рутковский А. Л. Методические указания «Расчеты аппаратов мокрой и электрической очистки газов».
6. Герасименко Т. Е., Мешков Е. И., Бережной А. П. Методические указания «Расчет газоходного тракта и дымовой трубы». 2007 г.
7. Гордон Г. М., Пейсахов И. Л. «Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии».
8. Коробкин В. И., Передельский Л. В. «Экология». 2003 г.
9. Лазарева Н. В., Гадаскина И. Д. «Вредные вещества в промышленности». Изд. «ХИМИЯ», 1977 г.
10. Мешков Е. И., Герасименко Т. Е. Методические указания «Расчет концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятия». 2007 г.
11. Мешков Е. И., Герасименко Т. Е. Методические указания «Экологические проблемы металлургического производства».
12. Глинкова Г. М. «Проектирование систем контроля и автоматического регулирования металлургических процессов».
13. Стригин И. А., Троицкий А. В., Ольский Ю. Я., Сушкин И. Н. «Основы металлургии» том VI – М., 1973 г.
14. Саакянц А. А., Рутковский А. Л., Болотаева И. И. Методические указания «Принципы и схемы автоматизации систем очистки и утилизации сбросов» 2007 г.
15. Белов С. В. «Основы безопасности жизнедеятельности».
16. Злобинский Б. М. «Безопасность труда на производстве. Производственная санитария». Справочное пособие. – М., 1969 г.
17. Кнорринг Г. М. «Справочник по проектированию освещения». – М., 1979 г.
18. Хулелидзе К. К. Методические указания по выполнению главы «БЖД» в дипломном проектировании. 1996 г.
19. СНиП II-4-79. «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования». М., 1980 г.
20. Савинов А. И., Метц А. Ф. «Курсовое и дипломное проектирование по организации и планированию». М.: Металлургия, 1979 г.
21. Общие машиностроительные типовые нормы, нормативы численности и нормативы времени обслуживания для вспомогательных работников цехов основного и вспомогательного производства. М.: НИИ труда, 1980 г.
22. Пособие по СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации «Охрана окружающей среды». М.: ГП Центринвестпроект, 2000 г.
23. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. М.: Гос. ком. РФ по охране окружающей среды, 1999 г.