

## МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Булышко М.А., студент**

***Научный руководитель Хрипович А.А.***

***Белорусский национальный технический университет, Беларусь***

*Данная научная работа посвящена проблеме поступления выбросов литейного цеха ОАО «УКХ «ММЗ» в атмосферный воздух. В статье описаны основные технологические процессы литейного цеха и источники выделения загрязняющих веществ. В работе предложены методы по сокращению выбросов.*

*Ключевые слова: рукавные фильтры, электрофильтры, адсорбция, конденсация, каталитическое окисление.*

Минский моторный завод специализируется на производстве дизельных двигателей и силовых агрегатов. Для осуществления производственной деятельности на предприятии расположены различные промышленные площадки, одной из которых является цех алюминиевого литья. В данном цеху осуществляется алюминиевое литье, литье чугуна и бронзы. Мощность производства цеха составляет 2 т литья в день.

Цех алюминиевого литья является одним из источников поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Одной из главных проблем является высокая степень загазованности внутри цеха и за его пределами. Основными стадиями, на которых происходит наибольшее выделение загрязняющих веществ, являются плавка металла и изготовление форм и стержней из песчано-смоляных смесей.

Приготовление алюминиевых сплавов осуществляется в плавильном отделении. Процесс плавки металлов начинается с подготовки шихты и загрузкой ее в плавильную печь. После расплавления шихты и доведения сплава до необходимого химического состава в него засыпают покровно-рафинирующий флюс с модифицирующим эффектом. Для улучшения свойств сплава используют его обработку продувкой аргоном. В процессе приготовления сплава образуется шлак, который убирают шлакоочистителем.

Литейные отходы и бракованные отливки поступают на шихтовый двор, где измельчаются в камнедробилке для последующего повторного использования. При работе камнедробилки в атмосферный воздух поступают твердые частицы. Средняя концентрация загрязняющего вещества при нормальных условиях, отходящего от источника выделения загрязняющих веществ составляет 281,4 мг/м<sup>3</sup>. Для очистки установлена группа из четырех циклонов ЦН-15-600 первой ступени очистки, однако фактическая

эффективность работы (85%) газоочистной установки не соответствует проектной (99%). Количество загрязняющих веществ, поступающих от источника выделения загрязняющих веществ до очистки, составляет 0,701 г/с, после очистки – 0,105 г/с.

Для плавки металла используются индукционные печи, в процессе работы которых выделяется газ содержащий следующие компоненты: оксид азота (IV); общий органический углерод; диоксид серы; предельные углеводороды алифатического ряда C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>; оксид углерода; твердые частицы; ртуть и ее соединения; кадмий и его соединения; цинк и его соединения; свинец и его неорганические соединения; медь и ее соединения; полихлорированные бифенилы. В цеху не предусмотрены газоочистные установки, очищающие воздух от загрязнителей, поступающих от труб индукционных печей.

Изготовление песчаных форм начинается с приготовления формовочной смеси путем смешивания песка со связующими добавками. Далее смесь поступает в формовочную машину, где формируется в опоках и передается на сушку и отверждение. При этом в атмосферный воздух выделяются летучие органические соединения, такие как формальдегид, фенол и бензол; оксиды азота; оксиды серы; пары металлов (свинца, хрома, никеля и др.); пыль.

В связи с тем, что эффективность некоторых газоочистных установок в цеху не соответствует проектной, и для некоторых источников выбросов загрязняющих веществ также не предусмотрены такие установки, необходимо применять методы по их очистке выбросов. Эти методы могут быть отличны в зависимости от типа загрязняющих веществ.

Для повышения эффективности очистки воздуха от твердых частиц помимо циклонов можно использовать рукавные фильтры. Они относятся к устройствам очистки сухого типа и могут работать при концентрации пыли до 150 г/м<sup>3</sup> и температуре рабочей среды до +280°C.

Рукавные фильтры хорошо задерживают частицы размером более 0,1 мкм, их эффективность достигает 99,9%. Их принцип работы заключается в том, что запыленный воздух попадает на поверхность рукава и под действием давления проходит через фильтрующий материал. Затем очищенный воздух выбрасывается в атмосферу, а твердые частицы пыли остаются на наружной поверхности фильтра. В зависимости от характера загрязнения и требований к очищенному воздуху фильтр может выполняться из различных синтетических материалов с определенной пористостью.

Накопление пыли на поверхности рукава снижает степень очистки и увеличивает сопротивление воздуха, проходящего через оборудованную трубку. Для восстановления работоспособности фильтра применяется механизм встряхивания и замена фильтров через определенный период работы оборудования. Метод хорошо подходит для очистки газов с высокой концентрацией пыли, а также устойчив к абразивным частицам при правильном

подборе материала. Недостатком метода является чувствительность к влажности по причине того, что конденсат забивает поры фильтрующего материала.

Для очистки воздух от твердых частиц также используют сухие электрофильтры. Их эффективность очистки составляет 95-99,9% для частиц от 0,1 до 100 мкм и увеличивается с размером задерживаемой частицы. Работа фильтров возможна при температуре воздуха 200-250°C (низкотемпературные) и 400-450°C (высокотемпературные). Очистка газов от твердых частиц происходит под действием электрических сил. При попадании в электрическое поле высокого напряжения твердые частицы или микрокапли жидкости приобретают электрический заряд и движутся к заземленному осадительному электроду, на котором происходит разряжение заряда и налипание пыли. При накоплении пыли осадительный электрод очищается с помощью вибрации или удара, и уловленная пыль собирается в бункере-накопителе [1].

Система предзарядки и доулавливания повышает эффективность работы электрического поля и снижает вторичный унос пыли при регенерации осадительных электродов. В электрофильтрах нет быстроизнашивающихся элементов, соответственно их использование долговечно. Метод подходит для работы с большими объемами газов и при высокой температуре, однако для эффективной работы требуется регулярная очистка электродов.

Для очистки воздуха от тяжелых металлов действенным способом является адсорбция и конденсация в сочетании с фильтрацией. Принцип адсорбционного метода заключается в попадании загрязненного воздуха и равномерного его распределения по всей площади фильтра за счет специальных канальцев. Адсорбент поглощает все загрязнители и накапливает их внутри себя, а чистый воздух поступает наружу. Адсорбционный метод очистки газов энергоэффективен, исключает образование сточных вод и позволяет относительно малым количеством сорбента обрабатывать большие объемы газа.

В качестве адсорбентов используют оксиды алюминия и марганца, силикагель, природные материалы – цеолиты, активированный уголь. Для улучшения физико-химического взаимодействия адсорбента с газовой смесью и повышения степени очистки газа поверхность активированного угля могут модифицировать различными соединениями: карбонатами меди и калия, нитратом хрома, фторидами калия и натрия [2].

К достоинствам метода относятся длительность защитного действия и большая удельная поверхность. Недостатком метода является низкая избирательность адсорбентов, их быстрое загрязнение и трудность регенерации.

Конденсация с фильтрацией применяется для улавливания паров тяжелых металлов, которые образуются при высокотемпературных процессах.

Процесс осуществляется в два этапа: газовый поток охлаждается до температуры, при которой пары металлов переходят в твердую или жидкую фазу, далее конденсированные частицы улавливаются на фильтрах. В процессе фильтрования загрязнитель отделяется от воздушного потока и скапливается на поверхности фильтрующих элементов. Этот метод подходит для использования при высоких температурах отходящих газов, его можно комбинировать с другими методами. Степень эффективности может варьироваться в пределах 80-95% в зависимости от металла и температуры отходящих газов.

Метод эффективен для высоких концентраций загрязнителей в выбросах и не требует использования химических реагентов, соответственно нет образования вторичных отходов. Метод можно интегрировать с другими для лучшего качества очистки, например с электрофильтрами или адсорбцией. Конденсированные металлы можно извлекать и использовать повторно. Метод требует высоких энергозатрат на глубокое охлаждение, а также необходимы затраты на хладагенты, его эффективность падает при низких концентрациях загрязнителей (менее 1 мг/м<sup>3</sup>).

Для очистки газов от SO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> и углеводородов в последнее время стал активно применяться метод каталитического окисления. Сущность метода состоит в окислении органических веществ на поверхности катализатора до воды и оксида углерода. В качестве катализатора используются оксиды металлов переменной валентности – меди, хрома, кобальта, марганца, никеля, железа. [2]

Использование катализатора позволяет вести процесс при пониженной температуре 200–345 °С и полностью исключает образование вторичных продуктов реакции, представляющих опасность для окружающей среды. Метод позволяет достигать высокой степени очистки (90-95% для ЛОС, 80-95% для NO<sub>x</sub>), при этом требует низких энергозатрат. Метод позволяет осуществлять одновременную очистку разных загрязнителей и является эффективным для очистки газа от полихлорированных бифенилов. К недостаткам относятся необходимость предварительной очистки газов от пыли и ограниченность срока службы катализаторов.

### **Литература:**

1. Страус В. Промышленная очистка газов / пер. с англ. Ю.Я. Косого – М.: Химия, 1981. – 434 с.
2. Экология промышленного производства: учебное пособие / О.А. Белый, Б. М. Немененок.: – Минск: БНТУ, 2016. – 117 с.