

УДК 66.096/.097

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННОГО КАТАЛИЗАТОРА В КАЧЕСТВЕ НАСАДКИ ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЯ

Кравченко К.Н., студент группы ХНбз-111, V курс
научный руководитель: Суrowая В.Э. к.х.н., ст. преподаватель
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Современная технико-технологическая база промышленности не позволяет осуществить на промышленных предприятиях глубокую очистку воздуха в виду исключительной дороговизны этих мероприятий. Разработка новых технологических процессов, на основе которых может быть создано безотходное производство, обеспечит не только высокие технико-экономические показатели, но и комплексное использование природных ресурсов. Вследствие усиления антропогенной нагрузки на среду и увеличение объема производств остро стоит проблема нехватки ресурсов. Реальный путь экологизации технологии - это постепенный переход сначала к малоотходным, а затем - к безотходным замкнутым циклам. Одним из неперенных условий создания безотходного промышленного комплекса является такое сочетание технологий, которое позволит максимально использовать все составляющие компоненты поступающего сырья и потреблять внутри предприятия отходы одного вида продукции для изготовления другого вплоть до полной ликвидации отходов [1].

Гашение пламени в замкнутом объеме (трубе) сопровождается выбросом газового потока, загрязненного огнегасящим веществом, за пределы технологической схемы, обычно в атмосферу. Во многих случаях взрывобезопасность может быть обеспечена с помощью различных типов огнепреградителей. Огнепреградители устанавливаются в трубопроводах, по которым транспортируются смеси горючих газов или паров горючих жидкостей с воздухом, на емкостях с легковоспламеняющимися жидкостями и многих других установках, где существует опасность взрыва. В качестве материалов для огнепреградителей обычно используют насадки из шариков, гофрированные ленты, проволочные сетки, сухие и орошаемые кольца Рашига, металлокерамические фильтры, а также водяные огнепреградительные затворы [2].

Используемые в промышленной практике огнепреградители локализируют горение, но не гасят его. Подобные конструкции огнепреградителей не решают проблему непрерывности потока. Для гашения пламени прерывают поток горючей смеси, направив его в атмосферу, или останавливают газоподающее оборудование, что приводит к дополнительным

материальным и энергетическим затратам при повторном пуске производства. Подача в технологическую систему флегматизаторов горения загрязняет целевой продукт, усложняет систему очистки газов [2].

Отработанные катализаторы - являются отходами. Снижение активности катализаторов, эксплуатировавшихся в нормальных технологических условиях, связано, в основном с блокировкой наружной поверхности наносными примесями, исходными веществами и продуктами реакций, отравлением каталитическими ядами, рекристаллизацией активных металлов и реже спеканием. В этой связи отработанные катализаторы представляют большой интерес как вторичное металлсодержащие сырье. В мировой практике существуют три основных направления утилизации отработанных катализаторов пирометаллургическое, гидromеталлургическое и смешанное. Применение катализатора может флегматизировать горючую газовую смесь без внесения в систему каких-либо веществ извне. Применение отработанного катализатора мало изучено и не применяется на практике, поэтому является актуальной задачей [2].

При взаимодействии слоя катализатора с пламенем в условиях огнепреграждения слой катализатора сохраняет гасящие свойства. При контакте с пламенем во многих случаях очищение поверхности и повышение активности катализатора, что позволяет рассматривать их как потенциальный материал для насадки огнепреграждающих устройств. Отсюда следует вывод, перед использованием отработанного катализатора в качестве огнегасящего слоя необходимо обрабатывать его в условиях окислительной реакции горючей газовой смеси. Смесь должна иметь соотношение воздуха к топливу не менее чем 1:1 относительно реакции полного окисления топлива. Обработку необходимо проводить путем зажигания горючей газовой смеси, которая пропускается через слой отработанного катализатора, с последующим распространением высокотемпературной зоны окисления горючего компонента по слою отработанного катализатора навстречу потоку газов. Установлено [2], что в зависимости от способа гашения пламени могут быть применены частицы катализатора широкого диапазона величин диаметров от 16 мм до наноразмеров.

Отработанные катализаторы своему размеру могут соответствовать требованиям, предъявляемым к размерам частиц, слоя катализатора в огнепреградителе или превышать их. В таких случаях необходим процесс дробления отработанного катализатора с последующей классификацией на фракции. Классифицированные частицы так же, как и частицы, не подвергавшиеся дроблению, необходимо перед применением их в качестве насадки огнепреградителя подвергнуть термообработке для придания термостабильных свойств. Непригодные для применения в качестве насадки огнепреградителя по фракционному составу частицы дробленного отработанного катализатора вследствие малого размера подвергнуты помолу. Метод гашения пламени частицами катализатора наноразмеров, в ряде случаев, когда скорость каталитического окисления горючих паров

превышает скорость их поступления до жидкости при испарении, гашение пламени частицами катализатора наноразмеров более эффективно чем применение порошков [2].

Конструктивно огнепреградитель представлял собой корпус, внутри которого на газораспределительной решетке располагался катализатор. В корпус огнепреградителя встроен теплообменник. В верхней части огнепреградителя - сепарационная зона для предотвращения уноса катализатора. Псевдоожигение достигается подачей газового потока в определенном интервале скоростей потока газов. Область распространения пламени может определяться разными средствами: с помощью съёмки процесса скоростной кинокамерой, использованием в качестве датчиков пламени термопары и электрического зонда, что позволит получить достоверные экспериментальные данные [3].

Установлено [3], что в псевдоожигенном слое инертного материала область распространения пламени сужается и, при уменьшении порозности слоя, приближается к составу, близкому к стехиометрическому. При определенных условиях существует критическая порозность, выше которой по смеси любого состава пламя не распространяется.

В процессе исследования распространения пламени в псевдоожигенный слой установлено, что глубина проникновения пламени в псевдоожигенный слой несколько порядков больше, чем в стационарную насадку. Самым значительным фактором для распространения пламени является порозность слоя. Оптимальным, с точки зрения разогрева слоя, является интервал порозности слоя 0,60 - 0,85. При меньшей порозности ожигение не приводит к разогреву слоя до рабочей температуры катализатора и, следовательно, к гашению пламени. То же наблюдается в отсутствии ожигения слоя [3].

Для псевдоожигенного слоя катализатора зависимость глубины проникновения пламени в слой от его температуры имеет более сложный вид, чем для инертного слоя. При изменении температуры псевдоожигенного слоя от 293 К до 573 К зависимость линейна и аналогична зависимости для инертного материала. При дальнейшем повышении температуры слоя глубина проникновения пламени меньше, чем для инертного материала, и зависимость имеет нелинейный характер. Улучшение гасящих свойств насадки связано с протеканием на катализаторе реакции окисления. По мере увеличения степени конверсии горючего на катализаторе уменьшается слой. Таким образом, при температуре слоя большей, чем температура зажигания катализатора, повышение гасящих свойств каталитически активной насадки происходит главным образом из-за изменения состава смеси. Исходная топливная смесь разбавляется продуктами реакции. Снижается концентрация горючего и окислителя в газовой фазе [3].

Разработанный способ заключается в использовании в качестве насадки псевдоожигенного слоя каталитически активных частиц. Реализация такого метода возможна в случае выполнения двух условий: перевода реакции

окисления из гомогенной в гетерогенно-каталитическую систему (т.е. гашение пламени) и подавление реакции на поверхности катализатора. Для этого объем катализатора должен быть в количестве не меньшем, чем необходимо для 50% степени превращения горючего. Для прекращения реакции окисления на поверхности катализатора в теплообменник, расположенный в объеме слоя, подают воду в количестве, обеспечивающем снижение температуры [2,3].

Применение катализатора позволяет получить эффективное гашение пламени в трубопроводах при транспортировании горючих газовых смесей, в том числе и содержащих пыль, без прерывания потока газов, выбросов вредных веществ в атмосферу и остановок оборудования [3,4].

На рисунке 1 в качестве примера приведена модель огнепреградителя с псевдооживленным слоем отработанного катализатора.

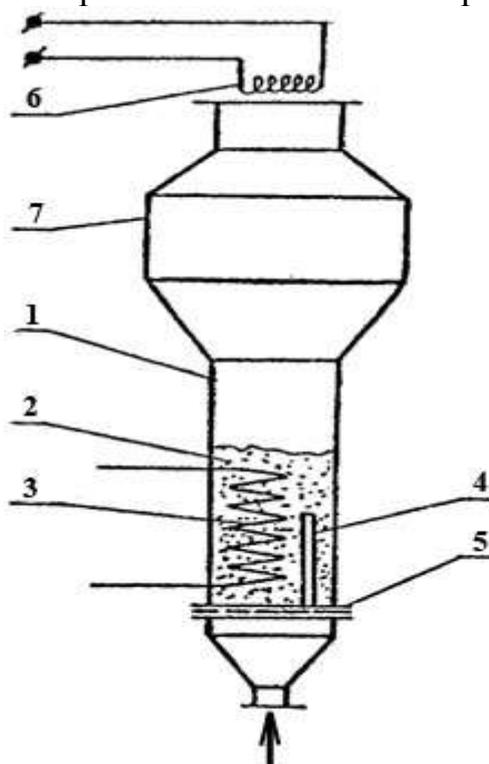


Рис.1 - Модель огнепреградителя с псевдооживленным слоем отработанного катализатора.

Огнепреградитель содержит корпус 1, насадку 2, в качестве которой используют частицы отработанного катализатора в виде стационарного или псевдооживленного слоя, теплообменник 3, установленный в слое насадки, теплопроводящие элементы, в качестве которых используют медные стержни 4, газораспределительную решетку 5, нихромовую спираль 6 диаметром 2,5 мм и длиной 25 мм, закрепленную на высоте 800 мм от газораспределительной решетки, сепарационную зону 7, предназначенную для предотвращения выноса частиц насадки из огнепреградителя. Диаметр огнепреградителя в месте нахождения слоя катализатора 100 мм, высота 700 мм. Горючую смесь направляют в огнепреградитель через

газораспределительную решетку 5, поджигают, пропуская ток через нихромовую проволоку 6. Слой катализатора начинает разогреваться. При достижении в слое катализатора (насадка 2) высокой температуры (около 600 °С) пламя в огнепреградителе гаснет. Для прекращения дальнейшего повышения температуры в слое катализатора при достижении в нем температуры, равной 700 °С - рабочей температуры для катализатора, включают подачу теплоносителя (воды), в теплообменник 3. При снижении температуры до 300 °С и 350 °С подачу воды в теплообменник 3, прекращают. Температура слоя продолжает снижаться и уравниваться с температурой входящего в огнепреградитель горючего [3,4].

Существующие огнепреградители марок ОП предназначены для временного предотвращения проникновения пламени внутрь резервуаров с нефтью и нефтепродуктами при воспламенении выходящих из него взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, лишь частично справляется с поставленной задачей. Пропуская до половины вредных веществ в атмосферу, по сравнению с характеристикой огнепреградителя с псевдооживленным слоем отработанного катализатора. Твердые частицы, пыли уносятся с газовым потоком почти в полном объеме (за исключением случаев оседания на стенках трубопроводов газоходов) [5].

Рекомендуется в действующих технологических схемах и производствах внедрить модель огнепреградителя с псевдооживленным слоем отработанных катализаторов, для снижения токсических и взрывопожароопасных выбросов, загрязняющих атмосферу и воздух рабочей зоны. По технико-экономическим показателям это выгодная модернизация производства, которая приведет к снижению затрат на оплату штрафов по загрязнению атмосферы, утилизации отработанного материала. Увеличит повторное использование отработанных катализаторов, снижая затраты на их закупку.

Список литературы:

1. Закарян К.А., Клеевская В.Л. Экологизация производства // Вестник НТУ "ХПИ". – 2015. С. 26 – 28.

2. Тюльпинов Д.А. Переработка и повторное использование твердых отработанных катализаторов в качестве пламягасящего материала // Вестник НТУ "ХПИ". - 2009. С. 123-126.

3. Тюльпинов Д.А., Суворин А.В. Псевдооживленный слой катализатора как пламегасящий элемент // Вестник НТУ "ХПИ". – 2006. С. 82-86.

4. Самойленко В. А., Алексеева Н. П., Крошкина О. Г., Битюцкий В. А., Мемедляев З. Н., Тюльпинов А. Д., Гликин М. А. Способ взрывозащиты при эксплуатации систем транспортировки газов и пылегазовых смесей. [Электронный ресурс] описание изобретения к авторскому свидетельству А62С 3/04. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/171/1710078.html>.

5. ООО ТД "Резервуарного оборудования". Огнепреградители ОП. URL: http://www.азснефтебаза.pf/wd_docs/html_pdf/OP-Ognepregraditeli.pdf