



КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

Перспективы российской промышленности

Технологические процессы промышленных предприятий – крупные источники выделения в атмосферу большого количества вредных веществ. Среди них – оксид углерода, окислы азота, летучие органические соединения (ЛОС). Использование каталитических технологий – один из наиболее эффективных методов борьбы с выбросами. В России это направление только начинает развиваться.

ЗАО «Безопасные Технологии» («БТ») совместно с Институтом катализа им. Борескова СО РАН реализует комплексный проект при финансовой поддержке Минобрнауки

России по созданию высокоэффективных каталитических установок для защиты окружающей среды.

Создание производства отечественных установок на базе платиновых катализаторов собственной разработки решит проблему импортозамещения и локализации производства, обеспечит российские предприятия доступной технологией очистки выбросов от ЛОС, а также расширит экспортный потенциал РФ.

О реализуемом проекте рассказали эксперты ЗАО «БТ» – начальник отдела экологии ЕПИНИНА О.М. и начальник отдела технических инноваций СМИРНОВ А.Е.



Епина О.М., начальник отдела экологии ЗАО «БТ»



Смирнов А.Е., начальник отдела технических инноваций ЗАО «БТ»

В чем состоит инновационность проекта «Высокоэффективные каталитические установки для защиты окружающей среды», который выполняется в рамках Постановления Правительства РФ от 09.04.2010 № 218?

Смирнов А.Е.: Серийное производство оборудования для очистки отходящих газов от органики в России отсутствует. Наши предприятия привыкли использовать факельные и сбросные свечные системы для технологических сдувок – устаревший в плане экологической безопасности и энергоэффективности способ.

Разрабатываемые нами установки SafeCAT (SC) при внедрении в производственные процессы предприятий с большими потоками выбросов повысят их экологическую безопасность в целом.



*Установка каталитической очистки SC
(с блоком роторной концентрации)*

На сегодняшний день помимо создания платинового катализатора проведены разработки и тестирование других комплектующих, делающие установки SC уникальными: роторного концентратора для низкоконцентрированных выбросов ЛОС, пластинчатого теплообменника. Также организована производственная база НИОКТР, оснащенная стендами, на которых проводятся испытания макетов комплектующих и оборудования для производства катализаторных картриджей. Получен патент на полезную модель и поданы три заявки на новые патенты.

Что относится к ЛОС и где они образуются? Каким предприятиям будет полезна установка?

Смирнов А.Е., Епина О.М.: ЛОС (летучие органические соединения) – общее название для многих классов веществ, объединенных, по сути, одним признаком – они обладают повышенной летучестью. Соответственно, в ходе технологического процесса ЛОС переходят в газообразное состояние, испаряются и затем удаляются либо специальной, либо общеобменной вентиляцией.

ЛОС генерируются на предприятиях лакокрасочной, деревообрабатывающей, фармацевтической промышленности. Но, безусловно, целевым рынком является химическая и нефтехимическая промышленность, производство каучуков, полимеров, пластиков.

При использовании установки отходящие газы из различных технологических реакторов с достаточно высокими концентрациями углеводородов отводятся на обработку каталитическим методом. Кроме непо-

средственных процессов производства органических соединений, выбросы формальдегида образуются, например, при производстве смол, где они идеально обезвреживаются каталитическим методом.

Отчасти каталитический метод можно использовать на предприятиях переработки пластика, где есть горячие материалы, из которых выделяются ЛОС, но такие предприятия обычно являются не очень крупными. Здесь могут возникать трудности со сбором выбросов для подачи их на каталитическую обработку.

Другой пример из химической промышленности – производство малеинового ангидрида, это идеальный случай применения каталитической технологии, т.к. содержание горючей органики в отходящих газах таково, что рост температуры в реакторе составляет примерно 300 °С. Это безопасно для катализатора и идеально с точки зрения экономики организации процесса и утилизации образующегося тепла.

Существует целый ряд технологий газоочистки. В чем заключается преимущество вашего метода?

Смирнов А.Е.: Действительно, существует ряд различных технологий газоочистки, основанных на физических, физико-химических и химических методах. Каждый из них имеет преимущества при использовании на газовых потоках с различным составом. Каталитический способ совершенно не влияет на твердые примеси, но может удалять из газового потока разнообразную органику, которая содержится в достаточно низких количествах, что делает экономически нецелесообразным применение термического метода окисления.



Роторный концентратор



Установка утилизации выбросов ЛОС для АО «СИБУР-Химпром»

Преимущество каталитического метода заключается в том, что он практически не требует подвода тепла, постоянного потребления топлива или другого носителя энергии для поддержания процесса. Существует оптимальный диапазон содержания органических веществ в потоке (2–20 г/м³), в рамках которого протекающий процесс не требует подвода энергии. В данном случае тепла, образующегося в ходе реакции, достаточно для подогрева исходных газов, запуска и поддержания процесса в автотермическом режиме.

Еще одним преимуществом является то, что на утилизацию методом каталитического окисления можно подавать практически любую органику – начиная от простейших алканов и заканчивая достаточно сложными циклическими соединениями, поскольку разработанный катализатор SC – универсальный катализатор окисления, который не является селективным. Ему, в общем-то, все равно, какова структура органического соединения. Результатом реакции все равно являются вода, углекислый газ и другие высшие оксиды, которые гораздо более безопасны, чем исходные соединения, и могут быть выброшены в атмосферу без вреда для окружающей среды.

К числу преимуществ каталитического метода можно отнести низкие температуры протекания процесса. Если сравнивать этот способ с термическим сжиганием, где характерная температура процесса достаточно высока (900...1200 °С), то в случае каталитического обезвреживания начальная температура колеблется всего лишь от 120 до 300 °С и поднимается в ходе каталитического окисления на определенную величину, которая зависит от концентрации органики во входящих газах.

Стандартно этот нагрев составляет 300...400 °С, соответственно, максимальная температура процесса не поднимается выше 650...700 °С. Это несет с собой такие положительные моменты, как отсутствие или сильное сокращение образования оксидов азота по сравнению с прямым сжиганием. К тому же низкая температура и обеспечение установкой самой себя топливным ресурсом из состава исходных газов позволяют значительно экономить топливо либо другой источник тепла для подогрева и поддержания эксплуатационного режима, т.е. мы имеем дело с самоподдерживающимся процессом.

При каталитическом окислении меньше вероятность взрывов при каких-либо аварийных ситуациях, потому что газы в ряде случаев не являются горючими сами по себе и, пропуская их через катализатор, мы добиваемся окисления, но при этом не создаем по тракту установки взрывоопасных смесей.

Каталитические методы дешевле за счет экономии на капитальных и эксплуатационных затратах. При использовании более высоких температур требуется футеровка установки огнеупорными материалами, а при низких температурах процесса футеровка (достаточно затратная статья расходов) не требуется и можно использовать более дешевый металл.

Каков состав основных выбросов, обезвреживаемых на установке SC?

Смирнов А.Е., Епина О.М.: Все зависит от исходного состава входящих газов, но в любом случае в дополнение к исходному составу на выходе будут присутствовать азот и остаточный кислород – остатки того воздуха, который мы добавим для окисления вредных веществ. Если исходный поток сам по себе содержит достаточное

количество кислорода, то по сравнению с входящим потоком он будет содержать меньшее количество кислорода, большее количество углекислого газа и воды, такое же количество азота и других инертных газов, которые вошли в реактор.

Эффективность окисления любых веществ не достигает 100 %, она обычно составляет 99,5 %, поэтому какая-то небольшая концентрация исходного вещества либо его производных будет содержаться и на выходе. Это определяется составом загрязнителей, подаваемых на окисление.

Надо понимать, что при каталитическом окислении сам катализатор не расходуется, просто органика входит в реактор, окисляется до CO_2 и H_2O и какая-то очень небольшая часть исходной органики выбрасывается в трубу.

Существуют ли технологии очистки промышленных выбросов с низкой концентрацией вредных веществ?

Смирнов А.Е.: Технологии каталитического окисления требуют поддержания определенной концентрации органических веществ во входящем потоке, чтобы обеспечить поддержание теплового режима в процессе. Например, концентрация органических веществ в вентиляционных выбросах цеха мала, но годовые валовые выбросы значительны. В таком случае концентрация органических веществ в потоке на очистку повышается искусственно.

Первый способ – добавить некое горючее вещество, например природный газ, в общий поток. Это позволит обеспечить нужный тепловой режим в реакторе. Минусом является высокий расход топлива.

Второй способ – использование аппаратных концентраторов. В рамках НИОКТР мы также разработали роторный концентратор, который позволит обрабатывать газовые потоки с концентрацией загрязняющих веществ всего от 0,02 г/м³. Данный концентратор – это непрерывно действующий адсорбер, в котором выделено несколько секций: секция поглощения вредных веществ, секция регенерации и секция охлаждения сорбента.

Мы пропускаем исходный загрязненный поток с высоким расходом и низкой концентрацией загрязняющих веществ через одну из секций концентратора, а дальше регенерируем сорбент за счет его подогрева потоком с существенно более низким расходом. При этом температура процесса подбирается так, чтобы все поглощенные вещества выделялись обратно в этот подогретый поток.

За счет разницы расходов, но при этом одинакового массового расхода загрязняющего вещества мы обеспечиваем повышение концентрации в регенерируемом потоке от 3...5- до 100-кратного и более, в зависимости от соотношения расходов и конструкции концентратора. В дальнейшем поток может уже обрабатываться стандартным каталитическим методом с поддержанием



Уникальный платиновый катализатор на стекловолокнистой основе производства ПГ «Безопасные Технологии»

температуры процесса за счет тепла, выделяющегося в реакторе.

В чем состоят преимущества каталитического окисления перед сорбцией?

Смирнов А.Е.: В случае с сорбцией всегда образуется опасный отход – отработанный загрязненный сорбент, который необходимо обезвреживать или вывозить на полигон в больших объемах. При катализе отходом является безопасный отработанный катализатор, не содержащий никаких загрязняющих веществ. Это просто катализатор, потерявший активность, и при этом объем образующегося отхода сравнительно небольшой.

К тому же сорбент при достаточно высоких концентрациях загрязняющих веществ требует частой смены или регенерации, а катализатор работает в течение всего срока службы без каких-либо дополнительных затрат на поддержание работоспособности.

Логично перейти к катализатору вашего производства. В чем преимущество именно вашего платинового катализатора?

Смирнов А.Е.: Если мы говорим об обычных платиновых катализаторах, то доля цены катализатора в цене готовой установки может составлять от 30 до 70 % из-за высокого содержания платины. В катализаторах производства ПГ «БТ» содержание платины существенно снижено, за счет чего снижается стоимость установки и дальнейшие операционные расходы. При этом эффективность сохраняется на уровне классических образцов катализаторов, а в некоторых случаях превышает эффективность аналогов.

Каким образом удалось этого достигнуть?

Смирнов А.Е.: Классические катализаторы представляют собой носитель, на который нанесена



Система газоочистки ПГ «БТ» в составе установки по производству КФК и малометанольного 55 % формалина

платина: в металлическом или оксидном виде она находится на поверхности носителя и образует активные центры. Активные центры состоят из платины и имеют определенные размеры, при которых сохраняется их активность и образуется требуемая удельная поверхность.

У SC носителем является стекловолнока из стекла специального состава, на которое нанесена платина, выполняющая роль катализатора. Отличие SC состоит в том, что платина наносится не на поверхность стекловолнока, а распределяется в поверхностном слое с помощью методов ионного обмена. Это позволило сократить размер отдельных кластеров платины и при этом сохранить большую удельную поверхность. Так мы получили катализатор со сравнимой активностью, но с меньшим содержанием драгоценного металла.

Каковы экологические последствия эксплуатации каталитических установок? Что получится на выходе?

Епинаина О.М.: Единственные отходы – это отходы отработанного катализатора V класса опасности (относятся к практически неопасным), которые образуются в среднем раз в пять лет.

Нужно ли получать отдельное заключение ГЭЭ для эксплуатации SC в составе производственного объекта?

Епинаина О.М.: Такое заключение не требуется. Обезвреживание выбросов нельзя путать с обезвре-

живанием отходов. Отходы по российскому законодательству бывают либо твердыми, либо жидкими. Газообразными они быть не могут.

Газообразные эмиссии вредных веществ в окружающую среду относятся к промышленным выбросам, и они нормируются не по Федеральному закону «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ, а по Федеральному закону «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 №96-ФЗ. Поэтому согласно статье 11 Федерального закона «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 N 174-ФЗ нет оснований для отнесения документации на SC к объектам экологической экспертизы, основания могут быть только лишь по вторичным признакам: по месту размещения объекта и др. Непосредственно с технологией либо установкой SC это не связано. При размещении SC в составе целого производства экологическая экспертиза может проводиться в отношении такого производства, т.к. с 2019 года проектная документация на новые объекты I категории по негативному воздействию на окружающую среду подлежит экологической экспертизе.

Если вы строите производство I категории и в рамках строительства данного производства вы предусматриваете среди прочего оборудования каталитический реактор для очистки выбросов, да, вы представите такой объект на экологическую экспертизу. Но, повторюсь, это не связано с установкой катализа, а связано только лишь с основным производством.