

ПРОГРАММА ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕООРУЖЕНИЯ УСТАНОВОК РЕКУПЕРАЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ АДСОРБЦИОННОГО ТИПА «УГОЛЬНЫХ», ИСПОЛЬЗУЮЩИХ АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТА

“Где рекуперат?” или “Сколько рекуперата за год мы получили?” — это тот вопрос, над которым стоит задуматься каждому владельцу установки рекуперации!

Рекуперация — это возврат и работа любой установки рекуперации должна приводить к наличию рекуперата.

Если нет рекуперата, то установка не работает, даже если на ней горит много красивых лампочек.

ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ

Решение по применению адсорбентов для очистки выбросов различных газов от содержащихся в них примесей углеводородов имеет достаточно богатую историю и применяется во многих отраслях промышленности.

При этом **угольный адсорбент — достаточно капризный материал**, требующий правильного обращения и соответствующей подготовки газа к обработке с использованием процесса адсорбции. В настоящее время в России уже **накоплен негативный опыт по применению установок улавливания лёгких фракций** (далее — УУЛФ) адсорбционного «Угольного» типа.

Рассмотрим восемь основных причин неудовлетворительной работы УУЛФ адсорбционного типа:

1 ПОТОК ПАРОГАЗОВЫЙ СМЕСИ (ПГС) НЕ МОЖЕТ В ПОЛНОМ ОБЪЁМЕ ПРОЙТИ ЧЕРЕЗ АДСОРБЕРЫ УСТАНОВКИ.

Это связано с тем, что характеристики штатно поставляемого с УУЛФ центробежного вентилятора, установленного между адсорберами и трубой рассеивания, не позволяют преодолеть гидравлическое сопротивление трубопровода от места выделения ПГС до УУЛФ и гидравлическое сопротивление самой УУЛФ, особенно после определённого периода работы УРП.

Редким исключением является комплектная поставка установки тактового налива и УУЛФ, когда в составе установки тактового налива предусмотрены специальные вентиляторы для подачи ПГС на УУЛФ.

При этом важнейшую отрицательную роль в этом вопросе оказывают многие проектные организации, **не проводящие комплекс расчетов, направленных на изучение характеристик газового тракта от источника паров до УУЛФ и далее до зоны выброса очищенного газа.**

В результате этого сформировалась точка зрения о том, что пары углеводородов обладают «**чудесной способностью**» преодолевать любые сопротивления на пути своего движения, такие как сотни метров трубопроводов,



огнезащитную арматуру, ОГРОМНЫЕ емкостные аппараты с активированным углем и иные препятствия.

Это, конечно, далеко не так, но позволяет в проекте избежать применения в системах отвода и обработки паров комплекса технических средств, позволяющих работать установке УУЛФ должным образом и, соответственно, уменьшает конечную стоимость установки **в ущерб ее надежности и экологичности.**

2 НАЛИЧИЕ В ПГС АЭРОЗОЛЬНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ И РАЗЛИЧНОГО АГРЕГАТНОГО СОСТАВА – ТВЁРДЫЕ, ЖИДКИЕ, АМОРФНЫЕ

Природа, качественный и количественный состав этих загрязнений зависит от множества факторов:

- вид хранимого или переваливаемого продукта,
- вид технологической операции, при которой выделяется ПГС - большое или малое дыхание стационарных резервуаров, налив в танкера или автомобильные и железнодорожные цистерны,

- материал и протяжённость трубопровода подачи ПГС на УРП и УУЛФ,

- наличие в ПГС сернистых соединений, водяных паров, продуктов коррозии и пиррофорных соединений, поскольку трубопроводы ПГС изготавливаются из углеродистой или низколегированной стали.

Эти загрязнения присутствуют в ПГС всегда! Весь срок эксплуатации оборудования!

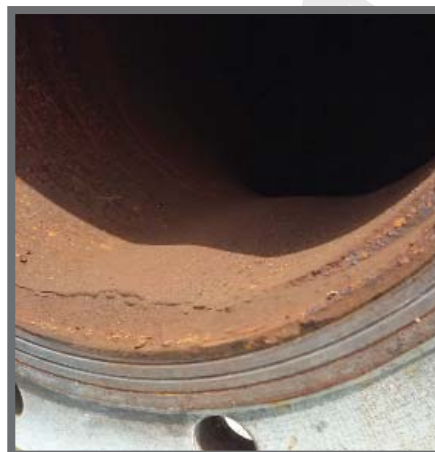
Аэрозольные загрязнения поступают в адсорберы и забивают микро- и макропоры активированного угля, снижая тем самым адсорбционную ёмкость (способность).

Содержание аэрозольных загрязнений может быть так велико, что могут быть забиты поддерживающие сетки или пространство между гранулами активированного угля во фронтальном слое, что существенно повышает гидравлическое сопротивление адсорбера и снижает объёмный расход ПГС через УУЛФ.

На фотографиях далее представлены характерные загрязнения, которые хорошо знакомы специалистам отрасли, и на пути этих загрязнений нет ничего, кроме адсорберов с активированным углем.



Грязный трубопровод

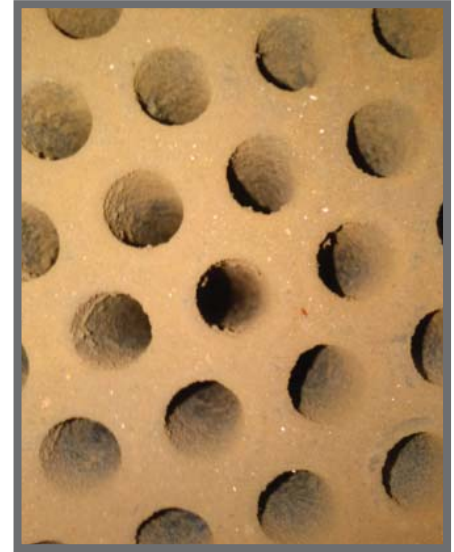


Трубопровод паров



Трубопровод слива рекуперата





Состояние огнепреградителей на входе в УРП

Налипания на теплообменник

В таких условиях активированный уголь достаточно быстро перестает выполнять свои прямые обязанности и становится огнеопасным тормозом на пути ПГС.

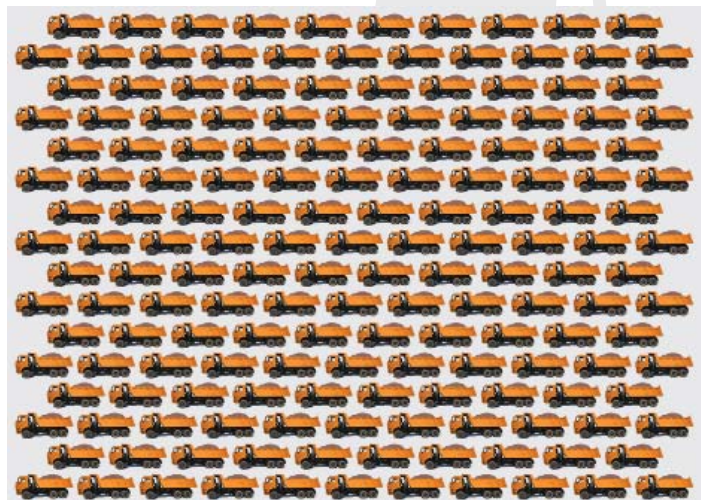
В практике нашей компании был проект, в техническом задании на установку рекуперации которого было задекларировано наличие в составе ПГС аморфных и пирофорных соединений в количестве 10 г/м^3 при перевалке нефти. Если данное значение умножить на производительность установки и заложенное в проекте время работы установки в год, то получается следующая картина:

$$(10 \text{ г/м}^3 * 30000 \text{ м}^3/\text{час} * 7000 \text{ часов/год}) / 1\,000\,000 = 2\,100 \text{ тонн}$$

2100 тонн загрязнений за 1 год, которые никогда не смогут пройти через адсорберы!



2100 тонн загрязнений за 1 год
(более **160** самосвалов КамАЗ!)



Теперь достаточно сравнить объем угля с объемом этого мусора и попытаться честно ответить на вопрос: «Сколько времени активированный уголь прослужит в таких условиях?»



3 НАЛИЧИЕ АТМОСФЕРНОЙ ВЛАГИ

Любой состав ПГС, подаваемый на УУЛФ, содержит пары воды даже тогда, когда резервуар находится под «азотной подушкой». Влага прекрасно сорбируется углем совместно с углеводородами, но при этом в разы хуже десорбируется вакуумом. Таким образом, при работе адсорбера происходит постепенное насыщение активированного угля влагой и, как следствие - снижение его сорбирующей способности по углеводородам.

На определенном этапе адсорбент просто перестает поглощать углеводороды. При наливе жидкого продукта даже с очень низким влагосодержанием в 3 г/м³ одного танкера объемом 100 000 м³, через установку пройдет и сорбируется не менее 300 литров воды! В случае, если танки танкера заполнены балластными газами судовой установки инертных газов, количество влаги будет примерно в 10 раз больше!

4 НАЛИЧИЕ МОРСКОЙ АТМОСФЕРНОЙ ВЛАГИ

В данном случае ситуация осложняется забиванием адсорбента солями, которые содержатся в морском воздухе, тем самым понижая сорбирующую способность угля значительно быстрее, чем обычная атмосферная влага.

5 СЕРНИСТОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АДСОРБЕНТА

Сернистое загрязнение связано с наличием серных соединений в том или ином количестве в любом нефтепродукте. Сероводород, меркаптаны, сульфиды и дисульфиды присутствуют в ПГС

активно задерживаются активированным углём и практически не десорбируются вакуумом.

Срок службы активированного угля в данных условиях становится равным сроку насыщения сернистыми соединениями без возможности его восстановления. Кроме того, данные соединения оказывают высокую коррозионную активность по отношению к углеродистым и низколегированным сталям. По этой причине на входе в УУЛФ могут быть установлены фильтры реагентной серочистки или фильтр с импрегнированным углём, которые требуют значительно более частой замены.

Если вернуться к примеру, рассмотренному в п. 2, то в соответствии с тем же Техническим заданием, содержание сернистых соединений в составе ПГС составляет 0,1 г/м³ (среднее значение). Используя ту же самую формулу, мы получаем:

$$(0,1 \text{ г/м}^3 * 30\,000 \text{ м}^3/\text{час} * 7\,000 \text{ часов/год}) / 1\,000\,000 = 21 \text{ тонна}$$

21 тонна сернистых загрязнений за 1 год!

6 УУЛФ АДСОРБЦИОННОГО ТИПА ХОРОШО РАБОТАЕТ С НИЗКИМИ КОНЦЕНТРАЦИЯМИ УГЛЕВОДОРОДОВ

При повышении концентрации выше значений 50...120 г/м³ происходит смещение теплового баланса - количество тепла, выделяемое при адсорбции, значительно превышает количество тепла, которое может быть отведено прошедшей очистку ПГС. В конечном итоге это приводит к следующим неприятным последствиям:



- спеканию гранул активированного вследствие перегрева – разрушению структуры угля и полной утрате его сорбирующих свойств,

- **Возгоранию и взрыву!** Существенный перегрев адсорбента может возникнуть как во всем объеме адсорбера, так и локально в какой-то его части вследствие образования локальных сопротивлений движению газа, с одной стороны, и низкой теплопроводности активированного угля, с другой. Избыточная теплота в состоянии разогреть газ до температур 200°C и выше, что в сочетании с наличием кислорода в ПГС приводит к воспламенению с последующим взрывом!

Осуществлять мероприятия по достоверному контролю температуры активированного угля в адсорбере так же проблематично, т.к. ранее было обозначено, что уголь обладает определенным сопротивлением теплопроводности и если в зоне установки датчика температуры значение будет 50°C, то через 10-20 см можно получить значение **100-200°C** и более, а датчик на это никак не отреагирует.

Как правило, предлагается установка нескольких датчиков температуры, однако сколько таких датчиков необходимо установить на адсорбер вместимостью в 10 м³ для достоверного контроля температуры активированного угля? И это еще небольшой объем! На территории РФ есть объекты, где объем загрузки активированного угля измеряется сотнями кубических метров!

Важно! Очень редко подвергается оценке стоимость работ по замене спекшегося активированного угля из крупных емкостных аппаратов, требующая его механического разрушения с последующим извлечением.

7 НЕ ВСЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПГС ОДИНАКОВО ДЕСОРБИРУЮТСЯ ИЗ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ

Тяжелые предельные углеводороды - парафины - забивают поры угля и не могут быть извлечены с использованием только процесса вакуумной десорбции. Для десорбции этих углеводородов становится необходимым использование высокотемпературных теплоносителей или продувочных газов, которые в свою очередь формируют дополнительный объем ПГС требующий очистки.

Энергетические затраты на эти процедуры при этом могут превысить энергетические затраты на работу самой установки в целом. А если данные компоненты не десорбировать, то установка становится неработоспособной еще быстрее, чем от поглощения влаги.

Идеальные условия для работы УУЛФ адсорбционного типа - подача на уголь сухого, очищенного от аэрозолей, «тощего», с концентрацией углеводородов менее 50 г/м³ газа с отрицательной температурой.

На практике опыт внедрения УРП адсорбционного типа на территории РФ демонстрирует неполноту проработки технических решений для организации процесса адсорбционной очистки ПГС и, как следствие, неработоспособность оборудования или высокие эксплуатационные затраты, связанные с частой заменой и утилизацией активированного угля.

8 УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ

Вопрос утилизации отравленного угля не рассматривается в 99% случаев при принятии решения



о его использовании или рассматривается в последнюю очередь. Однако стоимость транспортировки и переработки нескольких десятков или сотен кубических метров отработанного активированного угля, насыщенного соединениями серы и углеводородами, пирофорными соединениями, может быть весьма существенной.

Иногда отвалы использованного угля грудями лежат на территориях предприятий или увозятся на ближайший полигон для последующего сжигания. Россия - большая страна, однако на сколько рационально так поступать, принимая решения об устранении одной экологической проблемы и трансформируя ее в другую?

А СКОЛЬКО СТОИТ ЗАМЕНИТЬ СОРБЕНТ?

Компания «Газспецтехника» обслуживает установки рекуперации собственного и стороннего производства. В качестве примера приводим расчеты реального объекта, для которого готовилось предложение по замене сорбента (активированного угля) на установке производительностью 2000 м³/час.

Краткая характеристика установки:

Производительность – 2000 м³/час.

Переваливаемый нефтепродукт – газовый конденсат стабильный (чистый, товарный продукт).

Срок службы сорбента по паспорту – 7 лет.

Фактический срок службы с сохранением эффективности – менее 1 года (через 8-10 месяцев наблюдается рост сопротивления адсорберов и загазованности рядом с источником паров; газовый контроль на выходе из уста-

новки не фиксирует ухудшения режима работы установки, т.к. газ не проходит через установку).

Рекомендуемый срок замены по фактическому сроку службы – 6 месяцев.

Комплекс мероприятий по замене сорбента:

Стоимость сорбента иностранного производства (оригинал) - 34 млн. руб.

Стоимость сорбента производства РФ с риском необходимости корректировки режима работы системы - 18 млн. руб.

Стоимость работ по замене сорбента - 4 млн. руб.

Стоимость правильной утилизации в ЦФО без учета транспортных расходов - 3 млн. руб.

Продолжительность работ - 2 недели!

Только расходы на замену сорбента составляют от 25 до 82 млн руб в год!!!



РЕШЕНИЕ

Решением всех выше изложенных проблем занимаются специалисты компании «Газспецтехника».

Длительное время «Газспецтехника» предлагала рынку установки рекуперации паров нефтепродуктов преимущественно конденсационного типа с активной абсорбцией первичным конденсатом, которые обеспечивали и продолжают обеспечивать степень очистки ПГС на уровне 90% и выше и при этом в их конструкции отсутствовали компоненты, которые необходимо регулярно менять.

Затраты на расходные компоненты в сумме эксплуатационных затрат были минимальны. Данные установки полностью удовлетворяют требованиям действующего экологического законодательства в части достижения требуемых показателей, влияющих на качества атмосферного воздуха на границе СЗЗ предприятия. Требования со стороны Заказчика в части увеличения эффективности установок выше 99% с обеспечением данной характеристики во всем диапазоне производительностей, привели к тому, что компания разработала и предлагает на рынке комбинированную установку.

В ней в одну технологическую цепь включены степень рекуперации паров нефтепродуктов и степень адсорбционной доочистки ПГС, с возвратом газов десорбции на вход рекуперативной ступени. Использование последовательной комбинации технологий позволило достичь требуемой степени очистки и при этом обеспечить работоспособность адсорбционного оборудования и получить рекуперат товарного качества.

Опираясь на опыт реализованных проектов рекуперации паров нефтепродуктов, и объем разработок по комбинированной установке, зная и понимая объем проблем классических УРП адсорбционного типа в ООО «Газспецтехника» было принято решение предложить на рынок решения по обеспечению работоспособности существующих УРП адсорбционного типа.

Работы могут проводиться в рамках техперевооружения, путем установки в тракт эвакуации ПГС между источником выделения ПГС и УРП адсорбционного типа блока побуждения расхода и блока рекуперации паров (ступени предочистки ПГС конденсато-абсорбционного типа). Данное решение **кардинально решает все основные проблемы УРП адсорбционного типа:**

- Обеспечивается гарантированное движение ПГС от источника через установки очистки.
- При охлаждении и конденсации водяных и углеводородных паров аэрозольные загрязнения выступают как центры конденсации, а сами теплообменные аппараты служат высокоэффективными скрубберами для очистки ПГС от аэрозоля.
- В процессе конденсации из ПГС удаляется до 99% всех водяных паров с переводом их в жидкое состояние и последующем отделении от углеводородного конденсата.



■ Существенно, от 50 до 90% снижается концентрация углеводородов в ПГС поступающей в УРП адсорбционного типа вследствие их конденсации и низкотемпературной абсорбции на ступени предочистки, что в сочетании с отрицательными температурами ПГС после блока предочистки снижает опасность и вероятность перегрева активированного угля в УРП.

■ Степень предочистки в первую очередь выбирает тяжелые углеводородные компоненты из состава ПГС, которые отрицательно сказываются на процессе регенерации активированного угля.

■ Результаты физико-химических испытаний проб ПГС после установок рекуперации паров и полученного углеводородного конденсата показали, что при работе установок конденсато-абсорбционного типа без дополнительных технологических затрат за счёт низкотемпературной абсорбции получаемым углеводородным конденсатом, может быть удалено более 75% сернистых со-

единений, тем самым сократив воздействие данных соединений на активированный уголь в УРП адсорбционного типа более чем в 4 раза.

■ Теплообменные аппараты с увлажненной поверхностью активно очищают газ от механических примесей.

■ Расчетные модели показали, что срок службы активированного угля в УРП при использовании ступени предочистки увеличивается минимум в 6 раз, а вопрос замены угля становится более связан с его механической прочностью и истиранием в процессе эксплуатации.

Компания ООО «Газспецтехника» готова предложить «Блок побуждения расхода ПГС» и «Комплекс предварительной очистки ПГС» для монтажа в линию ПГС между источником выбросов и УРП адсорбционного типа.



БПР + Комплекс предварительной очистки





По своей сути предлагается установить устройства обеспечения расхода ПГС и кондиционирования ПГС перед УРП адсорбционного типа, которое обеспечит ее работоспособность.

Данное предложение имеет следующие особенности:

- Работа «Блока побуждения расхода ПГС» обеспечит требуемый уровень давления (разряжения) на источнике выделения ПГС и транспортировку ПГС через УРП адсорбционного типа во всём диапазоне изменения расхода ПГС.

- Работа «Комплекса предварительной очистки ПГС» не связана с работой основной УРП адсорбционного типа и не оказывает никакого отрицательного влияния на нее, т.е. может быть установлен без согласования с производителем УРП адсорбционного типа и без запуска процедуры реконструкции, в рамках техперевооружения или схожих процедур.

- «Комплекс предварительной очистки ПГС» обладает минимальным гидравлическим сопротивлением - менее 1000 Па, что меньше обычных фильтров, сепараторов и значительно меньше абсорбционных аппаратов.

- «Комплекс предварительной очистки ПГС» обладает независимой системой управления.

- Для подключения «Комплекса предварительной очистки ПГС» достаточно установить его в разрыв трубопровода между источником ПГС и УРП и подвести электроэнергию.

Важно! Анализируя эксплуатируемые УРП адсорбционного типа, установленные на территории РФ, мы столкнулись со случаями технических решений, которые противоречат классической конструкции и технологии работы УРП адсорбционного типа, что в большей степени усугубляет имеющиеся отрицательные факторы воздействия на активируемый уголь. По данной причине мы предлагаем проведение **независимого аудита существующих технических решений УРП адсорбционного типа** и тем самым обеспечить принятие наиболее правильных технических решений для обеспечения их работоспособности.

Материал подготовлен ведущими специалистами ООО «Газспецтехника»

Генеральным директором – С.А. Королевым

Руководителем технологического отдела – И.Н. Булавиным

КОНТАКТЫ

+7 495 988 09 46
info@gazst.ru
www.gazst.ru

