

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО РЕКУПЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ СОСТАВА ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПЕРЕВАЛКИ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

В настоящем материале произведено сравнение 2-х технологий рекуперации углеводородов из состава газовых выбросов:



1 «Угольная» - классический вариант технологии углеродно-вакуумной адсорбции (весь процесс очистки осуществляется в одну ступень)

2 «Комбинированная» - технологическое решение, сочетающее в себе применение нескольких принципов рекуперации углеводородов, осуществляющих свое воздействие на паро-газовую смесь (далее ПГС) последовательно. В данном случае рассматривается комбинация, состоящая из следующих ступеней:

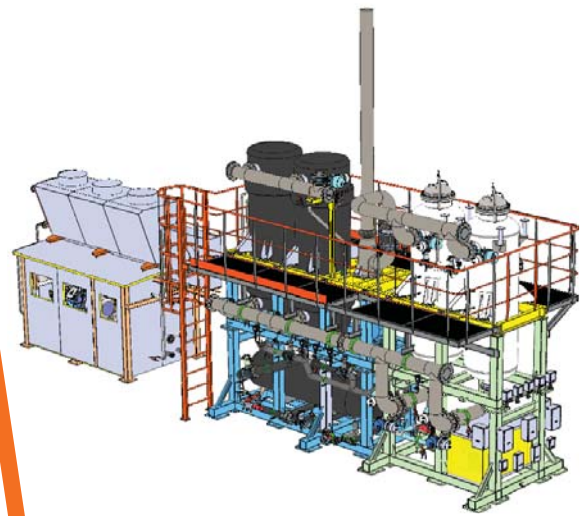
- Ступень основной очистки конденсационно-абсорбционного типа (низкотемпературная конденсация с абсорбцией первичным рекуператором)
- Ступень доочистки с использованием углеродно-вакуумной адсорбции.

Современная техника для рекуперации углеводородов предлагает использование 6-ти основных технологических принципов и различных их комбинаций. Именно ограниченность монорешений привела к тому, что компании, стремящиеся к получению стабильного результата от производимого оборудования перешли к различным комбинациям соответствующих технологий, обеспечивая тем самым стабильное качество.





«Угольная» установка



«Комбинированная» установка

Энергопотребление



Основными потребителями электроэнергии являются вакуумные и жидкостные насосы. Вакуумные насосы обеспечивают процесс десорбции углеводородов из активированного угля. Жидкостные насосы обеспечивают подвод и отвод абсорбента.

Основным потребителем электроэнергии является холодильное оборудование для которого характерны высокие значения установочной мощности при том, что фактическое энергопотребление отличается в 2-4 раза в меньшую сторону.

Общий баланс по потребляемой электроэнергии примерно равен. При этом существует некоторая разница в структуре потребления энергии: «угольная» установка потребляет примерно равное значение энергии на протяжении всего года, в то время как «комбинированная» имеет характерный рост энергопотребления в летний период времени и снижение фактически до «0» в зимний период времени.

Габаритные размеры



Анализ реализованных проектов демонстрирует схожесть массо-габаритных характеристик.



«Угольная» установка

«Комбинированная» установка

Сложность



Наличие вакуумных систем требует определенных навыков у персонала.

Наличие вакуумных систем требует определенных навыков у персонала.

Наличие холодильного оборудования требует привлечения соответствующих специалистов или сервисной службы поставщика.

Потребность в подведении дополнительных ресурсов



Каждая из указанных технологий для повышения уровня безопасности рекомендует использование питания инертным газом (азотом) который используется для предупреждения возгорания адсорберов и для осуществления ряда технологических операций при работе вакуумных насосов.

Управляемая арматура могут быть с электрическим или пневматическим приводом.

Расходный материал – активированный уголь



Количество активированного угля в 5-10 раз больше чем в комбинированной.

Уголь находится под воздействием комплекса отрицательных факторов, таких как:

- высокие концентрации углеводородов
- механические загрязнения в составе ПГС
- аэрозольные и аморфные в-ва в составе ПГС
- атмосферная влага
- продукты сгорания и неполного сгорания судовых двигателей (при наливке в танкеры),

что существенным образом сказывается на сроке службы сорбента.

В зависимости от размера и характеристик установки стоимость сорбента (активированного угля) может составлять от 10 до 25% от стоимости всей установки, а срок его службы 1-3 года (касается объектов где оборудование реально эксплуатируют, а не используют как «Памятник»).

Количество сорбента (активированного угля) в 5-10 раз меньше «угольной».

На уголь подается ПГС, прошедшая предварительную очистку на 1-й ступени, что сводит к минимуму воздействию комплекса отрицательных факторов. Реальный срок службы сорбента в несколько раз выше, а стоимость осуществления разовой закупки в 5-10 раз меньше.



«Угольная» установка

«Комбинированная» установка

Расходный материал – фреон (хладагент)



Отсутствует

Холодильный контур современной холодильной машины выполняется герметичным с использованием герметичного оборудования и герметичных компрессоров (в герметичных компрессорах электродвигатель находится в одном корпусе с самим компрессором и охлаждается рабочим в-вом, фреоном, благодаря данной компоновке полностью отсутствуют потери хладагента через уплотнения вала, которые отсутствуют как класс). Нормы потери хладагента при осуществлении сервисных процедур составляют 0,5...0,1 % в год в зависимости от модели установки. В качестве хладагента используется современный фреон R507, разрешенный к применению во всем мире и не оказывающий влияния ни на озоновый слой ни на глобальное потепление, в-во является взрывобезопасным, нетоксичным, инертным по отношению к основным видам металлов и уплотняющих материалов.

Расходные материалы – уплотнения, смазки, теплоносители



В зависимости от типа и производительности установки в составе каждой из них присутствуют заменяемые уплотнения и смазочные материалы, теплоносители.

Замена активированного угля



Технологически-сложная операция, связанная с прекращением работы всего комплекса оборудования и в зависимости от размера установки занимает от 5 дней до 2-х месяцев. Налив нефтепродуктов не осуществляется все время замены сорбента.

При осуществлении процедуры замены необходимо иметь возможность разместить в зоне УРП сорбент в 2-м объеме (старый и новый), принять меры по защите акватории от попадания сорбента в воду.

Конструкция установки такова, что она может продолжить осуществлять рекуперацию на 1-й ступени рекуперации то время, которое необходимо на замену сорбента. При этом эффективность рекуперации снизится на 10-20%. Время замены сорбента существенно меньше из-за меньшего объема самого сорбента в 5-10 раз.



«Угольная» установка

«Комбинированная» установка

Происхождение активированного угля



Основными производителями активированного угля для установок рекуперации углеводородов является ряд компаний из Европы, Азии. Для рекуперационных углей характерны характеристики, отражающие не только сорбционную способность сорбента, но и возможность его отдавать сорбированные вещества при осуществлении вакуумирования и частичной продувки сорбента в процессе десорбции. Некоторое время назад на Российском рынке начали появляться отечественные сорбенты, однако все их производители описывают свойства сорбента в соответствии с ГОСТ 57658-2017 (УГОЛЬ АКТИВИРОВАННЫЙ ДЛЯ РЕКУПЕРАЦИИ ЛЕТУЧИХ ПАРОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ), а данный нормативный документ вообще не рассматривает вопрос десорбции углеводородов в ранее обозначенных условиях, особенно тяжелых их составляющих и аморфных в-в (Эта характеристика важнее способности сорбировать вещества!!! Иначе уголь становится одноразовым!). В настоящий момент отсутствуют подтвержденные характеристики отечественных сорбентов, а следовательно могут рассматриваться только сорбенты иностранного производства из дружественных стран или условия, при которых нагрузка на сорбент в части отрицательных факторов будет минимальной.

Безопасность



Процесс адсорбции на активированном угле характеризуется выделением теплоты, соответствующей переходу вещества из газообразного состояния в жидкое. При этом сам уголь является качественным теплоизолятором по причине низкой насыпной плотности и внутренней структуре гранул. Единственным способом отвода теплоты процесса являются неконденсируемые газы в составе ПГС – чем больше неконденсируемых газов, тем большее количество теплоты может быть отведено от активированного угля.

Высокие концентрации углеводородов могут служить причиной перегрева и самовозгорания сорбента. Контроль температуры в адсорберах, на выходе из адсорбера или в нескольких точках – неинформативны, т.к. отражают «среднюю температуру по больнице» и не учитывают факт локального спекания угля в конкретной зоне и локальный рост температуры. Системы управления установками рекуперации должны обязательно комплектоваться системами, позволяющими отследить первые следы появления в составе ПГС характерных следов процессов тления сорбента, иметь возможность заполнения аппаратов инертными газами.

Содержание углеводородов к неконденсируемым газам в составе ПГС в 5-10 раз меньше, что сводит к минимуму риск возникновения возгорания вследствие перегрева. При этом наличие систем безопасности не отменяется.



«Угольная» установка

«Комбинированная» установка

Подведение и отведение абсорбента



Для обеспечения процесса десорбции необходимо обеспечить подведение и отведение абсорбента (нефтепродукта), обеспечить прокладку соответствующих трубопроводов относительно-большого диаметра (расходы на эти трубопроводы, как правило не учитываются в стоимости установки рекуперации, хотя комбинированная установка не требует прокладки данной пары трубопроводов). В некоторых случаях недопустимо попадание одних компонентов в состав абсорбента, т.к. они могут оказать влияние на товарные свойства используемого абсорбента.

Процесс десорбции осуществляется с использованием холодильного оборудования, потребность в абсорбенте отсутствует. Рекуперат, как правило, отводится трубопроводом наименьшего сечения из разрешенных на объекте.

Образование отходов и их утилизация



Отработанный уголь является отходом с классом опасности от 4-го до 2-го, в зависимости от того, пары какого вещества им сорбировались. Так, например, при сорбции паров нефти, нефти, ГКС, БГС, прочих составов не критичных к умеренному содержанию серы, отработанный уголь начинает стремиться к 2-му классу опасности, требующему дополнительных расходов на утилизацию.

Количество отходов в 5-10 раз больше.

Количество отходов в 5-10 раз меньше.

Учет рекуперата



Весь уловленный продукт (рекуперат) возвращается обратно в растворенном в абсорбенте виде. Большая часть существующих систем учета не в состоянии адекватно оценить количество возвращенного продукта, т.к. оно очень близко к погрешности приборов измерения. Стоимость систем учёта достаточно велика.

Весь уловленный продукт (рекуперат) возвращается обратно в чистом виде (рекуперат без абсорбента) с возможностью точного учета полученного продукта как с помощью расходомера, так и через учёт и суммирование объёма откачанного продукта из ёмкости промежуточного хранения, входящей в состав УРП.



Дополнительно! На территории РФ в настоящий момент реализовано множество установок рекуперации, работающих с использованием разных технологических принципов. Примерно 50% из них построены по «угольной» технологии компаниями, которые схватились за реализацию соответствующих проектов на фоне кажущейся надёжности «угольной» технологии от европейского производителя. Надо отмечать, что практически во всех случаях иностранные производители (или их российские представительства) предлагают только саму УРП и не участвуют в комплексном решении стоящей перед Заказчиком проблемы. В результате при такой позиции иностранных производителей УРП адсорбционного типа и при недостаточном опыте отечественных проектных организаций по проектированию комплексных решений с УРП, мы имеем случаи когда ПГС вообще не может быть подана в УРП или ПГС подаётся в УРП неподготовленной, что приводит к тому, что реальный срок службы активированного угля не превышает 1-2 года.

При этом для УРП использующих рекуперацию углеводородов абсорбцией на активированном угле имеется целевая ниша потенциальных потребителей, где данное решение является действительно эффективным. При кажущейся значительной величине в 50% от всего объема реализации УРП, стоит понимать, что 99% этих установок не работают вообще или работают так как надо в редких случаях (об этом подробнее в статье - «Программа реконструкции «Угольных» УРП» с которой можно ознакомиться на сайте www.gazst.ru).

В качестве простого теста на работоспособность любой УРП становится вопрос: **«Сколько рекуперата (т.е. возвращенного продукта) учтено в рамках любого предприятия?»**. Установка рекуперации должна давать рекуперат и его отсутствие свидетельствует о том, что что-то работает с отклонением от заданных показателей.

*Материал подготовлен
ведущими специалистами
ООО «Газспецтехника»:
С.А. Королевым
И.Н. Булавиным*

КОНТАКТЫ

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

