

Утилизация газов разложения на установках АВТ

На многих отечественных нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) существует практика утилизации кислых газов разложения вакуумных колонн в радиационных камерах действующих печей установок АВТ. Рассмотрим весь спектр негативных последствий принятия такого технического решения и возможные варианты решения этой задачи.

Газы разложения характеризуются высоким содержанием сероводорода H_2S (10–45 % в зависимости от физико-химического состава сырья и температурного режима работы печи), низким избыточным давлением ($p = 0,015\text{--}0,030$ МПа) и температурой $T = 25\text{--}50$ °С.

Для снижения содержания H_2S в газах разложения на НПЗ проводится, например, адсорбция сероводорода фракциями дизельного топлива в конденсаторе смешения с применением и без применения присадок поверхностно-активных веществ (ПАВ). Обогащенные сероводородом дизельные фракции в дальнейшем откачивают либо на блоки ЭЛОУ (для снижения вязкости сырой нефти), либо в сырье установок гидроочистки, что наиболее оптимально, поскольку в схемах вакуумсоздающего оборудования многих установок конденсатор смешения отсутствует.

Схема утилизации кислых газов, как правило, следующая: *сепаратор — трубопровод из простой или легированной стали — огнепреградитель — отдельный ввод в радиантную камеру печи или ввод через мазутный ствол комбинированной горелки*. Степень конверсии H_2S при такой схеме не превышает 60–70 %, в процессе горения сероводород превращается в SO_2 (SO_3). В процессе окисления H_2S небольшое количество SO_2 (обычно от 1 до 5 %) окисляется до образования SO_3 .

Степень преобразования зависит от таких факторов, как температурный профиль по объему дымовых газов, количество диоксида серы в дымовых газах, влияние алюминия в составе огнеупора, и других.

Образовавшийся SO_3 при температуре от 230 до 340 °С вступает в реакцию с водой, содержащейся в дымовых газах, с образованием серной кислоты, которая вызывает ряд серьезных проблем: серная кислота способствует смещению температуры точки росы до температуры вплоть до 200 °С; конденсация серной кислоты может привести к быстрой поверхностной коррозии металлоконструкций печи, труб змеевиков камеры конвекции и рекуператоров тепла отходящих дымовых газов [1].

Низкая степень конверсии сероводорода обусловлена тем, что после образования смеси топлива с газами разложения и воздухом необходимо выполнение следующих условий: смесь должна подвергаться воздействию достаточно высокой температуры в течение некоторого периода времени в относительно турбулентной среде [2]. При этом реакции окисления должны достичь стадии завершения, что не может быть реализовано в существующих камерах радиации технологических печей, имеющих определенные объем, геометрию и тепловой режим, не обеспечивающий полную конверсию.

Еще одним нежелательным фактором утилизации кислых газов в топках существующих печей установок АВТ является то, что в качестве топлива печей используется жидкое топливо (мазут М-80, М-100), содержащее в своем составе минеральные вещества, что характерно для остаточных нефтепродуктов. Минеральные вещества представлены такими компонентами, как ванадий, который в процессе

горения окисляется главным образом до пентаоксида ванадия (V_2O_5).

Нежелательные эффекты воздействия оксидов ванадия в процессе работы печи:

1. Сильное металлургическое воздействие при повышении температуры.

2. Формирование на поверхности огнеупорных материалов эвтектического (более легкоплавкого) слоя, который при определенной температуре может привести к разрушению огнеупорного материала.

3. Поскольку V_2O_5 является превосходным катализатором превращения SO_2 в SO_3 , то значительно повышается парциальное давление SO_3 в дымовых газах и усиливается его коррозионное воздействие с возрастанием интенсивности коррозионного износа труб змеевика печи и рекуператора и дальнейшим повышением температуры точки росы [1].

При использовании в качестве топлива технологических печей нефтезаводского газа и жидкого топлива (мазута) в присутствии SO_3 значительно возрастает эмиссия твердых частиц. Частицы размером менее 10 мкм выбрасываются вместе с обычным дымом, частицы больших размеров оседают на поверхности труб камеры конвекции и рекуператоров, снижая эффективность теплообмена и в конечном итоге КПД печного блока.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы: — утилизация H_2S в технологических печах не может быть признана удовлетворительной, степень конверсии не превышает 60–70 %; — с возрастанием температуры точки росы дымовых газов возникает угроза аварии с разгерметизацией трубного змеевика вследствие наружной коррозии конвекционного змеевика, радиантного змеевика в зоне двойников (ретурбендов), змеевиков рекуператора;

— при комбинированном сжигании нефтезаводского газа и жидкого топлива в присутствии SO_3 снижается КПД печных агрегатов, ухудшаются экологические показатели.

Таким образом, регенерация газов разложения в существующих печах технологических установок АВТ неприемлема как с технологической и экологической точки зрения, так и с точки зрения промышленной безопасности.

ООО «Алистер-Акси», специализирующимся на проектировании и изготовлении печей и топков различного назначения (см. стр. 15), разработаны новые схемы утилизации газов разложения вакуумных колонн. При этом были приняты следующие требования:

- Технология утилизации — типовая (с положительным опытом практической эксплуатации), простая в эксплуатации и малобюджетная.
- Степень утилизации сероводорода — не менее 99 %, продукты процесса утилизации — неагрессивные или нейтральные.
- Отсутствие негативного влияния на основной технологический процесс.
- Возможность выработки дополнительных энергоресурсов и товарной продукции.
- Экологические характеристики — не хуже существующих.

Адсорбция сероводорода аминами

Данное техническое решение позволяет удалить до 99 % H_2S и использовать в дальнейшем очищенный газ в качестве топлива печей на существующих горелках. При значительном снижении выбросов в атмосферу серосодержащих соединений предлагаемая технологическая схема позволяет получить дополнительно товарный продукт — элементарную серу или серную кислоту. В схеме (рис. 1) предусматривается дополнительное технологическое оборудование: насадочный адсорбер Е-102; два центробежных

насоса Н-102/1.2; трубопровод подачи и возврата аминов с установок гидроочистки дизельного топлива; система управления КИПиА; ПАЗ. Насыщенный серосодержащими соединениями амин откачивается в установки гидроочистки дизельных топлив на блок регенерации аминов. Минимальный перепад давления в насадочном адсорбере с одновременным сокращением расхода газов разложения после адсорбции не приводит к нарушению технологического режима вакуумных колонн. При значительном снижении выбросов в атмосферу серосодержащих соединений схема позволяет получать дополнительно товарный продукт — элементарную серу или серную кислоту.

Вывод. Разработана высокоэффективная, экологически чистая технология, которая способствует эффективной работе технологического оборудования печей, обеспечивает безопасный уровень эксплуатации производства.

Недостатки: сложность аппаратного оформления; монтаж насадочного адсорбера с плакирующим слоем из стали 08Х18Н10Т и двух насосов; откачка насыщенного раствора МЭА; необходимость утилизации сконденсированной фракции углеводородов C_5-C_6 ; прокладка

межцеховых коммуникаций для подачи и возврата аминов на установки гидроочистки дизельного топлива; необходимость оценки возможности регенерации аминов на существующих блоках регенерации, определения запаса по производительности.

Сжигание газов разложения в топке

Печи для сжигания газов разложения вакуумных колонн газа предназначены для работы при естественной тяге. Достаточно высокие вытяжные трубы создают необходимую величину тяги для обеспечения потока воздуха через горелку. Горелки рассчитаны на перепад давления технологического газа от 0,64 до 2,5 см вод. ст. и выше. Иногда также применяются котлы для повторного использования теплоты. В таких случаях используют горелки на принудительной тяге.

Сжигание газов разложения в топке (рис. 2) является достаточно эффективным способом нейтрализации агрессивного сероводорода до менее агрессивного соединения — диоксида серы. Степень превращения при данном способе утилизации сероводорода достигает 99 % при соблюдении следующих технологических параметров: время в зоне реакции (камере горения) —

