

Б. З. Соляр, Л. Ш. Глазов, Е. А. Климцева, И. М. Либерзон,
Ч. А. Халилов, В. Г. Соловкин, В. П. Яскин, В. П. Ермаков

ООО «Автотехпроект», ЗАО «РНПК»,
ОАО «ТНК-ВР», ОАО «ВНИИНП»

Модернизация оборудования реакторного блока на установке каталитического крекинга Рязанской нефтеперерабатывающей компании

Описана модернизация реакторного блока установки каталитического крекинга с внедрением комплекса передовых разработок, позволившая существенно повысить эффективность и надежность работы установки, создать необходимые условия для ее перевода на трех- и четырехлетние межремонтные пробеги.

Реакторный блок установки каталитического крекинга (КК) ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания» был сооружен в 2002 г. по лицензии одной из зарубежных компаний при реконструкции действующей установки 1А/1М. Его характерной особенностью является равновысотное расположение реактора и регенератора.

Схема реакторного блока в соответствии с исходным проектом включала следующие основные узлы:

- наружный прямоточный реактор, оборудованный радиальными сырьевыми и шламовыми форсунками;
- спаренные циклоны грубого разделения на конце прямоточного реактора с отрицательным давлением (давление внутри циклонов ниже, чем в сепарационной камере реактора), оборудованные пылевозвратным стояком с затворным клапаном;
- одноступенчатые высокоэффективные циклоны, непосредственно соединенные с выводными патрубками циклонов грубого разделения и образующие с последними замкнутую систему циклонов;

- отпарную секцию реактора, оборудованную каскадными коническими тарелками и кольцевыми парораспределителями;

- напорный стояк отработавшего катализатора, оборудованный системой аэрации и шиберной задвижкой;

- транспортную линию отработавшего катализатора, состоящую из горизонтального и вертикального участков, оборудованную на конце (внутри регенератора) распределительным устройством;

- воздухораспределительное устройство регенератора, состоящее из трехсекционного трубчатого воздухораспределителя и двух кольцевых воздухораспределителей;

- двухступенчатые циклоны регенератора;

- напорную камеру, соединенную с регенератором наклонным перетоком, и напорный стояк регенерированного катализатора, оборудованный системой аэрации и шиберной задвижкой.

При эксплуатации установки и ревизии оборудования реакторного блока в период капитального ремонта были выявлены следующие недостатки:

- низкий и нестабильный перепад давления на шиберной задвижке отработавшего катализатора, что ограничивало скорость циркуляции катализатора и дестабилизировало технологический режим установки;

- неоднократное «зависание» катализатора в пылевозвратном стояке циклонов грубого разделения на стадии наладки циркуляции катализатора при пуске установки с последующим его уносом в основную ректификационную колонну;

- неоднородная регенерация катализатора;

- эрозионный износ накопника сырьевых и шламовых форсунок;

- эрозионный износ нефутерованной коллекторной трубы и ниппелей основного кольцевого парораспределителя отпарной секции реактора;

- эрозионный износ тройника в месте сочленения напорного стояка и транспортной линии отработавшего катализатора с образованием обширных отверстий в его корпусе;

- эрозионный износ ниппелей трубчатого воздухораспределителя.

Для устранения отмеченных недостатков был разработан проект модернизации оборудования реакторного блока, предусматривающий выполнение следующих технических мероприятий:

- установку новых высокоэффективных сырьевых форсунок и эрозионно стойких наконечников шламовых форсунок;
- переоборудование циклонов грубого разделения;
- установку кольцевых парораспределителей отпарной секции реактора и трубчатого воздухораспределителя регенератора усовершенствованной конструкции;
- замену тройника транспортной линии отработавшего катализатора.

Вышеперечисленный комплекс работ был реализован во время капитального ремонта установки в 2007 г.

В новых сырьевых форсунках осуществляется трехстадийное диспергирование сырья последовательно в паровом дробителе (диспергаторе), модифицированном сопле Вентури и щелевом наконечнике*.

В паровом дробителе проводится предварительное диспергирование сырья под воздействием высокоскоростных струй водяного пара, направляемых на твердую поверхность перпендикулярно потоку сырья. Модифицированное сопло Вентури предупреждает коалесценцию капель сырья, образовавшихся в паровом дробителе. Окончательное распыление сырья в поток катализатора осуществляется через щелевой наконечник форсунки, который формирует плоскую веерообразную струю, способствующую более равномерному распределению сырья по поперечному сечению прамоточного реактора.

Форсунки обеспечивают тонкое и однородное распыление сырья с образованием капель

*Пат. 2078115 (РФ).

размером менее 100 мкм, причем их эффективная работа сохраняется в широком диапазоне варьирования производительности установки (60–120% от номинальной).

При разработке нового наконечника шламовых форсунок акцент сделан на предупреждение его эрозионного изнашивания. Эта проблема решается путем правильного выбора конфигурации отверстия наконечника и скорости истечения парожидкостной струи из него. В то же время в конструкции шламовых форсунок учитывается необходимость мелкодисперсного распыления шлама для исключения коксовых отложений на корпусе и внутреннем оборудовании реактора.

Наблюдаемое до модернизации реакторного блока «зависание» катализатора в пылевозвратном стояке циклонов грубого разделения при пуске установки было обусловлено конструктивными особенностями этих циклонов, отличающихся более низким внутренним давлением, чем давление в сепарационной зоне реактора. В связи с этим цель переоборудования циклонов заключалась в создании в них более высокого давления, чем в сепарационной камере реактора.

Переоборудование циклонов грубого разделения предусматривало демонтаж затворного клапана на конце пылевозвратного стояка, удлинение пылевозвратного стояка с погружением его в псевдооживленный слой отпарной секции, изменение конструкции и расположения узла ввода водяного пара из отпарной секции в замкнутую систему циклонов реактора (см. рисунок).

Кроме того, для повышения эффективности отпарки катализатора непосредственно под пылевозвратными стояками циклонов грубого разделения смонтированы кольцевые парораспределители предварительной отпарки.

Как показало обследование работы установки, проведенное до ее модернизации, причина низкого и нестабильного перепада давления на шиберной задвижке отработавшего катализатора заключалась в повышенном увлечении водяного пара в напорный стояк с образованием в нем пузырей большого размера.

Для предупреждения этого явления в отпарной секции реактора вместо основного парораспределителя установлены два новых кольцевых парораспределителя

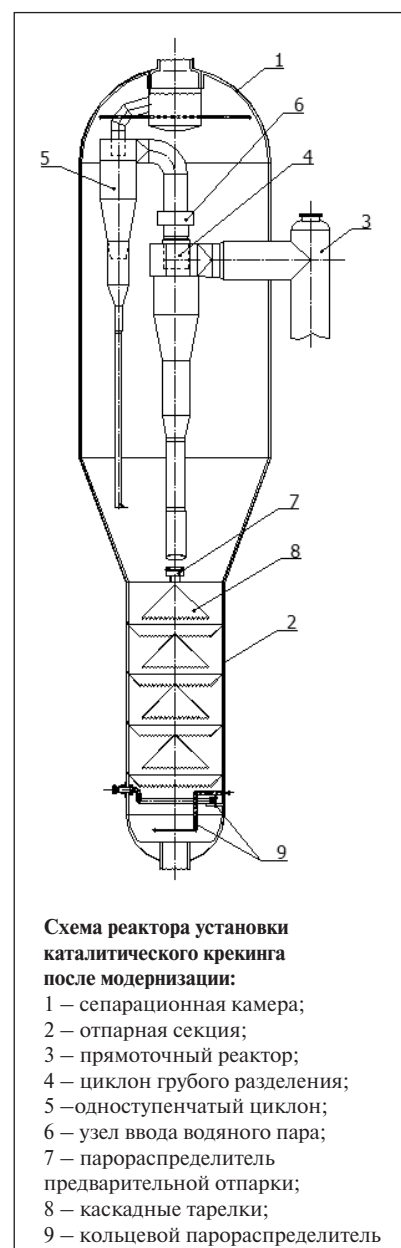


Схема реактора установки каталитического крекинга после модернизации:

- 1 – сепарационная камера;
- 2 – отпарная секция;
- 3 – прамоточный реактор;
- 4 – циклон грубого разделения;
- 5 – одноступенчатый циклон;
- 6 – узел ввода водяного пара;
- 7 – парораспределитель предварительной отпарки;
- 8 – каскадные тарелки;
- 9 – кольцевой парораспределитель

(см. рисунок). Расположение этих парораспределителей и распределение водяного пара по ним выбраны таким образом, чтобы, с одной стороны, обеспечить однородное псевдооживление в зоне ввода катализатора в напорный стояк, а с другой стороны, существенно сократить увлечение водяного пара катализатором, поступающим в напорный стояк. Новые парораспределители покрыты снаружи эрозионно стойкой футеровкой и снабжены ниппелями усовершенствованной конструкции.

Ревизия оборудования установки в период капитального ремонта выявила сильный эрозионный износ примерно трети ниппелей трубчатого воздухораспределителя регенератора. При эксплуатации установки отмечалась неоднородная регенерация катализатора, выражаемая в присутствии заметного количества частиц темного цвета с повышенным содержанием кокса в регенерированном катализаторе.

Указанные недостатки были обусловлены пониженным газодинамическим сопротивлением трубчатого воздухораспределителя и несовершенной конструкцией его ниппелей.

Вновь установленный трубчатый воздухораспределитель, как и прежний, состоит из трех распределительных секций. Его отличают от прежнего более высокое (оптимальное) газодинамическое сопротивление и более совершенная конструкция ниппелей.

Ниппель представляет собой цилиндрический патрубок с каналом переменного сечения. Короткий входной участок канала (диафрагма) обеспечивает требуемое для равномерного распределения воздуха по сечению псевдооживленного слоя газодинамическое сопротивление воздухораспределителя. Расширенный удлиненный выходной участок канала обеспечивает полное расширение воздушной струи и снижение скорости ее истечения, что предотвращает подсос катализатора на периферию струи, способствующий эрозионному изнашиванию канала ниппеля, а также сводит к минимуму истирание катализатора. Наружная поверхность воздухораспределителя покрывается эрозионно стойкой футеровкой толщиной 25 мм, наносимой на S-образные армирующие анкеры.

Для повышения эксплуатационной надежности тройника транспортной линии отработавшего катализатора разработано новое оригинальное его устройство, отличающееся усовершенствованным узлом смешения катализатора и транспортирующего воздуха, а также более прочным креплением вертикальной и горизонтальной обечаек корпуса.

Конструкция узла смешения катализатора и транспортирующего воздуха обеспечивает плавное соединение двух потоков, что способствует уменьшению эрозионного износа корпуса тройника.

До и после модернизации оборудования реакторного блока на установке перерабатывали гидроочищенный вакуумный газойль со следующими характеристиками: плотность при 20°C — 885 кг/м³, пределы выкипания — 300–520°C, коксуемость (по Конрадсону) — 0,02% мас., содержание серы — 800 мг/кг.

В результате внедрения комплекса технических мероприятий исключено «зависание» катализатора в пылевозвратном стояке циклонов грубого разделения при пуске установки, обеспечен стабильный перепад давления на шиберной задвижке отработавшего катализатора и повышена его величина с 0,02–0,025 до 0,04–0,045 МПа, получена более однородная регенерация катализатора.

Кратность циркуляции катализатора увеличена на 15% отн., что позволило повысить конверсию сырья на 1,7% мас., выход бензина — на 0,8% мас., октановое число бензина по моторному и исследовательскому методам — соответственно на 1 и 1,2 пункта.

Содержание механических примесей в остатке, отводимом снизу ректификационной колонны, сохранилось на уровне менее 0,1% мас.

Модернизация оборудования реакторного блока установки создала необходимые условия для перевода ее на трех- и четырехлетние межремонтные пробеги.

Вниманию специалистов

Т. Н. Митусова, Е. В. Полина, М. В. Калинина

СОВРЕМЕННЫЕ ДИЗЕЛЬНЫЕ ТОПЛИВА И ПРИСАДКИ К НИМ

В книге рассмотрены современные и перспективные требования к качеству дизельных топлив. Особое внимание уделено смазывающей способности дизельных топлив, методам ее оценки и способам улучшения.

Представлены экспериментальные данные влияния физико-химических показателей качества дизельных топлив на эффективность противоизносных присадок. Рассмотрены вопросы совместимости этих присадок с маслами и присадками различного функционального назначения.

Книга представляет интерес для работников нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

М.: Издательство «Техника», 2002. — 64 с.