

УДК 681.51

## АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧАСТКА ГИДРООЧИСТКИ В ПРОЦЕССЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

Кубеткин Н.В., Астапов В.Н.

ГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, Россия,

e-mail: [asta-2009@mail.ru](mailto:asta-2009@mail.ru)      [heftklamm@yandex.ru](mailto:heftklamm@yandex.ru)

---

### Аннотация

Переработка нефти – сложный процесс, для проведения которого требуется привлечение специализированного оборудования. Автоматизация технологических процессов и производств позволяет освободить человека от выполнения некоторой работы, и делает это в разы быстрее и качественней. Автоматизированные системы управления технологическими процессами являются важными факторами в поднятие производительности труда, а также в увеличение качества произведённой продукции и экономии энергии, сырья и времени. Всё это делает автоматизацию производственных процессов одной из основных направлений технического прогресса. В статье рассмотрен алгоритм работы участка гидроочистки технологического процесса каталитического риформинга и приведено его подробное описание. Процесс рассмотрен, как и с технологической стороны, так и с химической. В работе подробно изучены процессы и аппараты объекта управления, которые используются для построения автоматизированной системы управления. Проведён полный анализ данной технологической схемы гидроочистки в процессе каталитического риформинга.

---

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, каталитический риформинг, участок гидроочистки.

## AUTOMATION OF THE HYDROTREATING SECTION IN THE CATALYTIC REFORMING PROCESS

Kubetkin N.V., Astapov V.N.

State Educational Institution of Higher Vocational Education «Samara State Technical

University», Samara, Russia (443100, Samara Molodogvardeyskaya str, 244).

e-mail: [asta-2009@mail.ru](mailto:asta-2009@mail.ru)      [heftklamm@yandex.ru](mailto:heftklamm@yandex.ru)

---

### Annotation

Oil refining is a complex process that requires the involvement of specialized equipment. Automation of technological processes and production allows you to free a person from doing some work, and does it many times faster and better. Automated control systems for technological processes are important factors in raising labor productivity, as well as in increasing the quality of manufactured products and saving energy, raw materials and time. All this makes the automation of production processes one of the main directions of technical progress. The article discusses the algorithm for the operation of the hydrotreating section of the catalytic reforming process and provides its detailed description. The process is considered, both from the technological side and from the chemical one. The work examines in detail the processes and devices of the control object, which are used to build an automated control system. A complete analysis of this technological scheme of hydrotreating in the process of catalytic reforming has been carried out.

---

Keywords: automated control systems, catalytic reforming, hydrotreating section.

### Введение

Каталитический риформинг – ведущий процесс производства высокооктановых составляющих бензина для автомобилей и не только. На большинстве нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) присутствуют данные установки каталитического риформинга.

Развитие производства бензинов зависит напрямую от улучшения ведущих эксплуатационных свойств бензина: содержания ароматических углеводородов, денотативной стойкости топлива, давления насыщенных паров. Данный вопрос является основополагающим этой работы и имеет практическое внимание к задаче. [3]

Технология производства и переработки углеводородного сырья, а также сама составляющая всех получаемых продуктов постоянно изменяется за счёт того, что проводится разработка и освоение различных конфигураций процесса. Постоянно совершенствуется схемы производственных процессов, создаются катализаторы с улучшенными характеристиками, появляются всё больше качественных оборудования.

Нефтеперерабатывающий завод представляет собой сложный комплекс технологических объектов, осуществляющих в первую очередь производство топлива и масел для различной техники.

**Важнейшая задача АСУ** – повышение эффективности управления объектом на основе роста производительности труда и совершенствования методов планирования процесса управления за счет улучшения качества регулирования и управления технологическим процессом.

Создание АСУ ТП гидроочистки в процессе каталитического риформинга позволяет добиться улучшения технико-экономических показателей производства нефтепродуктов. Применение высокооктановых бензинов способствует не только повышению топливной экономичности, но и снижению металлоемкости двигателя, увеличению его мощности и длительности межремонтного пробега автомобиля. Поэтому экономически целесообразно развивать производство автомобильных бензинов в направлении повышения их качества путем внедрения высокоэффективных вторичных процессов. Это позволит более эффективно использовать нефтяные ресурсы.

Ещё не мало важно то, что САУ помогает уменьшить вероятность возникновения аварийной ситуации. Системы выполняет информационные и управляющие функции, а также функции сигнализации и противоаварийной защиты. Так как установка оснащена современными приборами и датчиками, то их надежность значительно повышается, а в следствии чего сбоев и аварий становится меньше.

АСУ ТП участка гидроочистки реализует комплекс функций, который обеспечивает оперативный контроль и управление технологическим процессом участка, уменьшает количество выполняемых технологическим персоналом функций за счет их автоматизации, повышает качество и быстрдействие регулирования и, как следствие, достижение высокого уровня стабилизации технологических режимов

Достижение вышеозначенных целей будет способствовать также улучшению экологической обстановки в районе нефтезавода.

### Технологическая схема установки для гидроочистки

Процесс каталитической гидроочистки, например, на заводе «Газпромнефтегаз-ОНПЗ» в первую очередь используется для значительного снижения интенсивности окраски депарафинированных рафинатов и увеличения их устойчивости к окислению. В это же время процессом гидроочистки получается снизить коксуюемость, процентное содержание серы и кислотность масел. [5]

В установку гидроочистки входят следующие секции: реакторная, нагревательная, секция очистки водородосодержащего газа от сероводорода, сепарационно-стабилизационная.

Почти все установки процесса гидроочистки имеют схожие схемы, хоть они и имеют различные применения, такие как: насыщение олефинами, десульфуризация, деазотирование и т.п.

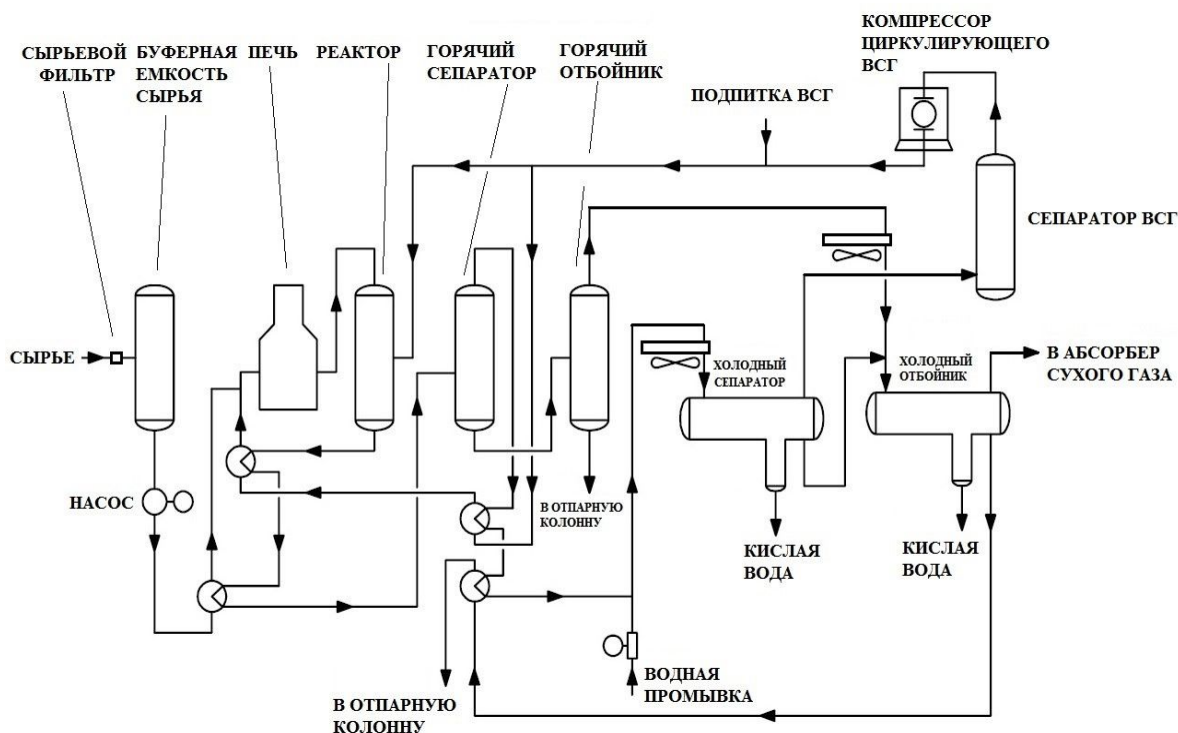


Рисунок 1 - Технологическая схема гидроочистки на примере установки вакуумного газойля АО «Газпромнефть - ОНПЗ»

Реакторный блок имеет следующие основополагающие части: теплообменники (продуктовые и сырьевые), реактор(ы), сепаратор продуктов, печь нагревания газосырьевой смеси и конденсатор газопродуктовой смеси реактора. Также возможно присутствие

дополнительных компонентов в системе: абсорбер циркулирующего ВСГ, сырьевые смеси, горячий сепаратор газопродуктовой смеси.

Очень часто на таких участках применяется схема рекуперации тепла, т.е. газосырьевую смесь подогревают газопродуктовой смесью, которая выходит из реактора. Данный процесс осуществляется на специальном блоке теплообмена. Это значительно помогает сократить затраты на энергию для нагрева газосырьевой смеси. [7]

### **Химические основы, сырье и продукты процесса гидроочистки**

В процессе гидроочистки происходят такие реакции как:

Удаление серы, которое ещё называют обессересивание, в данной реакции органические соединения серы превращаются в сероводород, удаление азота, также называемые деазотированием или гидродеазотированием, при котором органические азотные соединения превращаются в аммиак, удаление металлоорганических соединений и металлов, также называемое гидродеметаллизацией, в данной реакции соединения металлоорганических компонентов превращаются в их сульфиды, удаление кислорода. [2]

Насыщение олефинов, в данной реакции органические соединения, содержащие двойные связи, превращаются в их насыщенные гомологи, ароматическое насыщение, также называемое гидродеароматизацией, при которой некоторые ароматические соединения превращаются в нафтены, удаление галогенидов, при котором органические галогениды превращаются в галогениды водорода. [4]

Наилучшие результаты достигаются при гидроочистке, так как в большей мере обеспечивается соответствие целевых продуктов всем предъявленным требованиям. [2]

Мощности гидроочистки в России и Западной Европе составляют 28-30 %, в США 43,6 % от объема первичной переработки нефти. [3]

Гидроочистку керосиновых фракций используют для получения компонентов реактивных топлив, которые с требованиями стандартов должны содержать до 0.05% общей серы и 0.001-0.005% масс. [6]

### **Катализаторы, необходимые для гидроочистки**

Катализаторы гидроочистки представляют собой материалы с большой площадью поверхности, состоящие из активного компонента и промотора, который равномерно распределен по носителю.

## Кобальт-молибденовые катализаторы

Катализаторы Со-Мо имеют низкую активность гидрирования, поэтому они имеют наименьшее потребление водорода для удаления серы. Они также имеют самую низкую чувствительность потребления H<sub>2</sub> к изменениям рабочего давления. В целом, катализаторы Со-Мо имеют самые высокие характеристики обессеривания при более низких рабочих давлениях (<40 кгс/см<sup>2</sup> изб.). [4]

## Никель-молибденовые катализаторы

Катализаторы Ni-Мо были разработаны для обессеривания, но особенно для гидрирования и деазотирования. Удаление металлов также может быть достигнуто. Эти катализаторы могут гидроочищать сырье с различными свойствами. Катализаторы Ni-Мо обладают более высокой способностью к деазотированию, чем Со-Мо, и поэтому используются для крекированного сырья или в других областях, где деазотирование и / или насыщение столь же важны, как и обессеривание.

## **Автоматизированные системы гидроочистки в процессе каталитического риформинга**

Разработка и внедрение АСУ ТП гидроочистки в процессе каталитического риформинга должно обеспечивать (высокое качество, производительность, безопасность замена ручного труда и т.д.), что и приведет к получению стабилизации прибыли за счет производства продукции, которая способна конкурировать на рынке и удовлетворять требованиям потребителей.

Системы автоматизации осуществляют управляющие и информационные, противоаварийные и сигнализационные функции.

АСУ ТП (Автоматизированная система управления технологическим процессом) установки гидроочистки состоит из подсистем аварийной защиты и сигнализации (ПАЗ), и подсистем управления и наблюдения, или по другому распроданной системой управления (PCY).

На станциях инженера и оператора есть программные пакеты открытого интерфейса данных для ОРС для того, чтобы была возможность выдавать данные в супервизорные системы.

### **Структура автоматизированной системы:**

**1. Верхний уровень:** две станции оператора на базе промышленных компьютеров; программное обеспечение SCADA-система для дистанционного управления и визуализации ходом техпроцесса; пассивное и активное оборудование коммуникации сети Ethernet.

**2. Средний уровень:** устройства бесперебойного электропитания; аппаратные регуляторы; контроллеры подсистемы ПАЗ; промышленные контроллеры и панели оператора, которые предназначены для контроля и управления оборудованием участка.

**3. Нижний уровень:** электроприводы задвижек / клапанов-отсекателей / насосов / вентиляторов (каждая единица технологического оборудования имеет свое устройство плавного пуска и тепловую защиту) - применяются для исполнения команд управления; датчики уровня загазованности в фильтр-прессной / операторной / компрессорной; датчики расхода / уровня / температуры / давления;

### **Структурная схема АСУ ТП DELTAV.**

Обработка и сбор данных производственных процессов установки гидроочистки на интегрированной АСУ ТП DELTA V происходит на следующих станциях:

HISPC – Станция оператора, которая служит для мониторинга и управления схемой производства. Она предоставляет значения всех переменных, использующийся в технологическом процессе, состояния сигнализации и оборудования, на экране монитора для более быстрой оценки состояния установки. Она также предоставляет интерфейс для операторов для управления и мониторинга исполнительными электрооборудованием и механизмами. [1]

HISENG – Станция инженера, которая имеет функции проектирования и используется для конфигурирования и программирования АСУ ТП DELTA V и является обслуживающим техническим инструментом для данной АСУ ТП.

Основой для АСУ ТП DELTAV служат дублированные контроллеры MD+.

Контроллеры MD+ реализует связь с другими узлами схемы производства и управление полевыми устройствами. Контроллер MD поддерживает управление периодическими процессами, а также функции усовершенствованного управления. Данный контроллер реализует управление всеми шагами процесса по передаче данных в коммуникационной сети, выполнение всех операция управления каналами интерфейса ввода-вывода. А также осуществляет генерацию аварийные сообщений, сбор данных и присваивает меток по времени. [1]

Цикл обработки любого подобного контура осуществляется в течение 100 мс. По мере роста системы можно расширять возможности программного обеспечения и увеличивать количество сигналов, обрабатываемых контроллером DeltaV. Начав с 50 параметров, их число можно довести до 500.

### **Заключение**

Гидроочистка – процесс превращения химических веществ под воздействием высокого давления, температуры и водорода. Такой процесс применяется для устранения кислородных, азотистых, непредельных и металлоорганических соединений из нефтепродукта. Совместно осуществляется снижение количества смол и гидросодержащих соединений, насыщение непредельных углеводородов, а также происходит гидрокрекинг углеводородов.

Применение АСУ ТП в процессе гидроочистки нефтепродуктов реализовывает автоматизацию, а также оптимизацию производственных процессов, повышая надёжность и точность системы, помогая наблюдать промежуточные данные в измерениях; обеспечивать безопасность для персонала и всей области функционирования; проводить диагностику измерительной аппаратуры; регулировать и стабилизировать показатели; осуществлять оптимальное управление; осуществлять хранение и передачу данных на всех этапах работы системы; увеличить качество работы системы.

#### Список литературы

1. «Автоматизация объектов гидроочистки бензина»  
<https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=790829#text> (Дата обращения: 5.10.20)
2. Ахметов С. А., Сериков Т. П., Кузеев И. Р., Баязитов М. И. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебное пособие // Под ред. С. А. Ахметова. — СПб.: Недра, 2006. - 868 с.
3. Баннов П. Г. Процессы переработки нефти. Учеб-метод.пособие/ П.Г. Баннов - СПб.: Химиздат.- 2009.-368с.
4. Владимиров А.И. Установки каталитического риформинга. – М.: Нефть и газ, 1993. - 60с.
5. Кондрашева Н.К., Кондрашев Д.О., Абдульминев К.Г. Технологические расчеты и теория каталитического риформинга бензина. – Уфа: ООО «Монография», 2008. – 160с.
6. Мирошникова Д.Н., Леденёв С.М. Совершенствование процесса каталитического риформинга бензиновой фракции//Успехи современного естествознания. – 2010. – №1 – 162с.
7. «Установка гидроочистки дизельного топлива, керосина, бензина, нефти»  
<https://pronpz.ru/ustanovki/gidroochistka.html> (Дата обращения: 29.10.20)