

УДК 62-52

Л. А. ШИРОКОВ, А. А. ГУСАРОВА

ФГБОУ ВО «НИУ Московский государственный строительный университет»

АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Сегодня актуальна тема энергосбережения. Специалисты давно говорят об исчерпаемости ресурсов. Для более эффективного использования всевозможных энергетических ресурсов применяются средства автоматизации. В данной статье рассмотрено решение для повышения энергоэффективности и качества процесса, который предназначен для обработки нефти и получения нефтепродуктов.

автоматика, ректификационная колонна, нефтеобработка

Нефть и нефтепродукты сегодня – это одни из основных видов топлива. Нефтеперерабатывающая промышленность является как поставщиком топлива, так и его потребителем. Отрасль использует примерно 13 % перерабатываемой нефти [1].

В связи с этим можно выделить проблему энергосбережения в данном промышленном секторе.

Решением данной проблемы является внедрение систем автоматического контроля, регулирования и управления. Использование данной системы поможет оптимизировать процесс переработки нефти. Системы автоматизации позволяют:

- отслеживать состояние как технологического процесса в целом, так и основных параметров;
- упростить работу обслуживающего персонала;
- получать информацию о технологическом процессе в режиме реального времени;
- диагностировать систему и предупреждать о возможности аварии и др. [2].

В данной работе применена система автоматизации к процессу ректификации, который используют в нефтеперерабатывающей промышленности. Объектом управления является ректификационная колонна.

Ректификационная колонна – это агрегат в виде цилиндра, сердцевиной которого является n -ое количество перегородок (тарелок), имеющих отверстия. Сущность процесса ректификации состоит в разделении нефти на фракции с помощью многократного нагрева и охлаждения сырья. Графически данный процесс в колонне можно продемонстрировать так (рис. 1):

Сырая нефть подается в колонну, где её нагревают. Также возможно предварительное нагревание нефти вне колонны и подача её в агрегат уже с требуемой температурой. Нагретая до определённой температуры нефть начинает испарять самые легкие углеводороды. Высококипящие компоненты в виде паров поднимаются вверх колонны, а низкокипящие в жидком виде (флегма) стекают вниз колонны. Дошедшие до верха колонны пары отводятся в емкость для сбора полученного продукта, обогащенного высококипящими компонентами. Часть паров конденсируется при охлаждении и поступает наверх колонны для орошения. Жидкость с верха колонны стекает по тарелкам вниз. На тарелках ректификационной колонны происходит тепло- и массообмен стекающей вниз жидкости и восходящими наверх парами. Во время взаимодействия двух фракций пары отдают жидкости часть высококипящих компонентов, а жидкость, в свою очередь, передаёт пару низкокипящие компоненты. Таким образом в колонне можно выделить зоны, где образуются вещества определенного состава.

Важными параметрами процесса ректификации являются: давление, температуры вводимой нефти (сырья), температура низа колонны, температура верха колонны, флегмовое число (количеством подаваемого орошения и количество дистиллята).

Давление может находиться в широком диапазоне значений. Но оптимальным является такое давление, при котором конденсацию паров можно проводить с помощью воды или воздуха. Давление в колонне будет зависеть от температуры орошения.

© Л. А. Широков, А. А. Гусарова, 2016

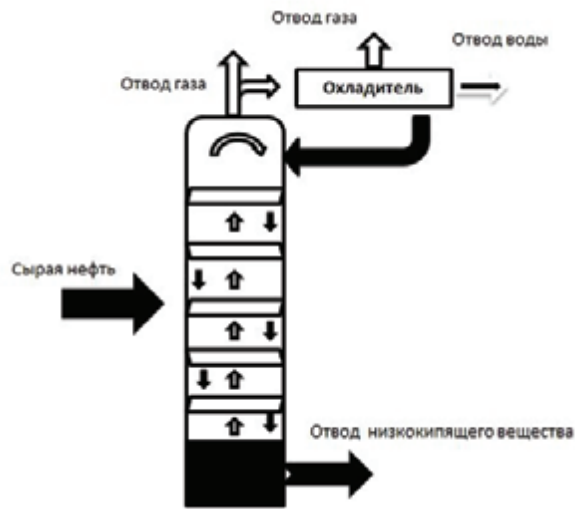


Рисунок 1 – Процесс ректификации.

Основные задачи для данного процесса, которые требуют решения:

- ✓ Равномерное орошение.
- ✓ Контроль температуры сырья и низа колонны.
- ✓ Контроль температуры орошения.
- ✓ Получение продуктов определенного состава.
- ✓ Контроль уровней жидкости внизу колонны, охладителе и ёмкостях сбора продуктов.
- ✓ Контроль давления.

В данной работе рассмотрим задачи: 3, 4, 5, 6, 7, 8.

На рисунке 2 приведена схема регулирования температуры верха колонны и качества дистиллята, уходящего с верха колонны [2].

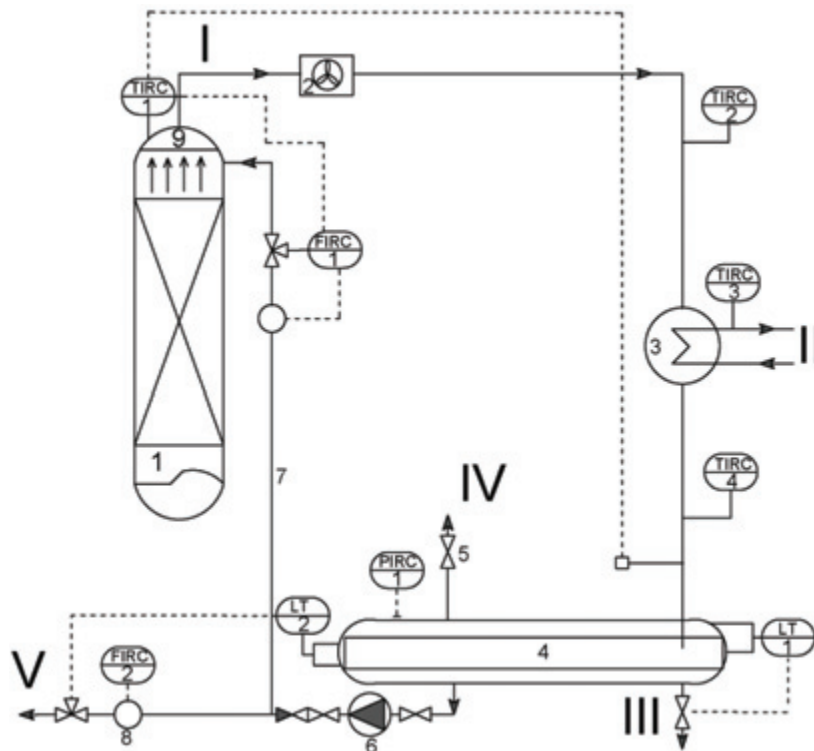


Рисунок 2 – Схема регулирования температуры верха колонны и качества дистиллята.

Пар из верхушки установки (1) поступает в конденсатор воздушного охлаждения (2), после смесь газа, пара и жидкости переходит в доохладитель (водяной) (3), далее смесь идёт в ёмкость-сепаратор (4), где от углеводородного и водяного конденсата отделяется несконденсировавшийся газ. Этот газ отводится по трубе (5), проходя регулятор давления (PIRC – 1). Давление во всей установке определяется остаточным давлением паров дистиллята, это давление зависит от температуры после охлаждения и конденсации в холодильнике (3). В ёмкости-сепараторе (4) вода и углеводородный конденсат отделяются друг от друга: вода концентрируется внизу ёмкости и с помощью регулятора уровня (LT-1) выводится из системы по линии III.1 – верх ректификационной колонны; 2 – конденсатор охлаждения (воздушный); 3 – охладитель (водяной); 4 – ёмкость-сепаратор для отделения газа от воды и углеводородного конденсата; 5 – отвод газа; 6 – насос; 7 – подача орошения; 8 – откачка балансового количества дистиллята; 9 – распределитель орошения; I – пары дистиллята; II – охлаждающая вода; III – вода (технологический конденсат); IV – газ; V – дистиллят. TIRC-1 – регулятор температуры. TIRC-2, TIRC-3, TIRC-4 – датчики температуры.

LIRC-1 – межфазовый регулятор уровня дистиллят/вода. PIRC-1 – датчик давления. FIRC-1, FIRC- 2 – регуляторы расхода орошения и откачки дистиллята.

Дистиллят из ёмкости 4 поступает к насосу 6, далее на орошение по линии 7 на верхнюю тарелку колонны. Дистиллят также отводится по линии 8, регулируемый прибором уровня (LIRC-2) ёмкости-сепараторов (4). Приборы для контроля качества дистиллята установлены далее, на выходе продукта.

Разработка САУ для процесса ректификации затруднительна из-за того, что математическая модель ректификационной колонны [3] не линейна, содержит много эмпирических коэффициентов, меняющих своё значение в большом диапазоне, что усложняет их определение. В процессе управления нелинейными и сложными системами достаточно трудоемко осуществлять настройку ПИД-регулятора.

Для данного процесса наилучшие показатели качества имеет система с ПИД-регулятором, для настройки которого используется нечеткий регулятор [4].

Точный контроль и регулирование температурного режима ректификационной колонны, которые можно реализовать с помощью АСУ, способны поддержать основные технологические параметры на заданном уровне.

Применение автоматизации к данному процессу повысит как качество получаемого продукта, так и сроки эксплуатации установки за счёт предотвращения аварий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хаджиев, С. Н. Системы теплообмена установок АТ и АВТ [Текст] / С. Н. Хаджиев // Нефтяник. – 1973 – № 12. – С. 20–21.
2. Антропов, Дмитрий. Распределённая система контроля технологического процесса переработки высокосернистой нефти [Текст] / Дмитрий Антропов, Тимофей Петров, Александр Тяплашкин // Журнал «СТА». – 2004. – № 2. – С. 46–51.
3. Математическая модель ректификационной колонны [Текст] : препринт / С. А. Азизов, Н. С. Ализаде, М. К. Атакишиева, М. Г. Гаджиев, З. А. Искендер-заде, А. М. Молчанов, М. А. Топчибаев ; АН СССР, ИЦБИ, НИВЦ. – Пушкино : ИЦБИ АН СССР, 1974. – 10 с. : 4 рис. – Библиогр.: с. 10 (5 назв.)
4. Наумовская, А. А. Сравнение эффективности ПИД-регулирования и нечеткого регулирования в системе управления процессом ректификации нефти [Электронный ресурс] / А. А. Наумовская; науч. рук. В. А. Рудницкий // Технологии Microsoft в теории и практике программирования : сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 25–26 марта 2015 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики ; ред. кол. А. В. Лиешиньш [и др.]. – Томск : Изд-во ТПУ, 2015. – С. 26–28. – Режим доступа : <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2015/C28/009.pdf>.

Получено 02.04.2016

Л. А. ШИРОКОВ, А. О. ГУСАРОВА
АВТОМАТИЗАЦІЯ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ
ФДБОУ ВО «НІУ Московський державний будівельний університет»

Сьогодні актуальна тема енергозбереження. Фахівці давно говорять про вичерпність ресурсів. Для більш ефективного використання різних енергетичних ресурсів застосовуються засоби автоматизації.

У даній статті розглянуто рішення для підвищення енергоефективності та якості процесу, який призначено для оброблення нафти і отримання нафтопродуктів.
автоматика, ректифікаційна колона, нафтооброблення

LEW SHIROKOV, ALLA GUSAROVA
AUTOMATION OF THE DISTILLATION COLUMN
FSBEI HE «National Research Moscow State University of Civil Engineering»

Today, the topic is relevant energy saving. Experts have long said about the depletion of resources. For more efficient use of various energy sources used automation tools. This article discusses the decision to increase the efficiency and quality of the process, which is intended for processing of oil and produce petroleum.
automatic, distillation columns, oil processing

Широков Лев Олексійович – доктор технічних наук, професор ФДБОУ ВО «Національний дослідницький Московський державний будівельний університет». Наукові інтереси: теорія систем і системний аналіз, оптимальне управління, САПР, інформаційні технології, інтегровані АСУ.

Гусарова Алла Олександрівна – студент ФДБОУ ВО «Національний дослідницький Московський державний будівельний університет». Наукові інтереси: автоматизація технологічних процесів, енергоефективне моделювання.

Широков Лев Алексеевич – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «НИУ Московский государственный строительный университет». Научные интересы: теория систем и системный анализ, оптимальное управление, САПР, информационные технологии, интегрированные АСУ.

Гусарова Алла Александровна – студент ФГБОУ ВО «НИУ Московский государственный строительный университет». Научные интересы: автоматизация технологических процессов, энергоэффективное моделирование.

Shirokov Lew – D.Sc. (Eng.), Professor, FSBEI HE «National Research Moscow State University of Civil Engineering». Scientific interests: systems theory and systems analysis, optimal control, CAD, information technology, integrated automation.

Gusarova Alla – student, FSBEI HE «National Research Moscow State University of Civil Engineering». Scientific interests: process automation, energy efficient modeling. Scientific interests: process automation, energy efficient modeling.