**Айрапетян А.В.1, Никифоров И.А.1,2.**

1Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

Россия, Саратов

2АО «ИНИУС»

Россия, Саратов

**Использование тепла отходящих газов после конденсатора колонны для подогрева сырья блока риформинга**

**Аннотация**

В данной статье рассмотрена возможность утилизации тепла отходящих газов конденсатора колонны для подогрева сырья блока каталитического риформинга. На основе исходных технологических данных была разработана базовая модель колонны в программном обеспечении (ПО) Aspen Plus. С целью повышения энергоэффективности установки была предложена усовершенствованная схема с включением дополнительного теплообменного аппарата, использующего тепло отходящих газов. Проведено сравнение параметров базовой и модернизированной моделей. Полученные результаты показали целесообразность использования предложенного решения для подогрева сырья и снижения тепловых потерь.

**Ключевые слова**

Моделирование, модель, программное обеспечение, теплообменник, отходящие газы, риформинг.

**Using the heat of the exhaust gases after the column condenser to heat the feedstock of the reforming unit**

**Annotation**

This article examines the possibility of recovering heat from a column's condenser exhaust gases to preheat the feedstock for a catalytic reforming unit. Based on initial process data, a basic column model was developed using Aspen Plus software. To improve the unit's energy efficiency, an improved design was proposed, incorporating an additional heat exchanger utilizing exhaust gas heat. The parameters of the basic and improved models were compared. The results demonstrated the feasibility of using the proposed solution for preheating the feedstock and reducing heat loss.

**Keywords**

Simulation, model, software, heat exchanger, exhaust gases, reforming.

В настоящее время процессы нефтепереработки характеризуются высокой энергоемкостью, особенно это относится к установкам каталитического риформинга. Значительная часть тепловой энергии на таких установках расходуется на подогрев сырья и поддержание требуемых температурных режимов аппаратов. При этом в технологических схемах присутствуют потоки отходящих газов, обладающие существенным тепловым потенциалом, который в ряде случаев не используется и теряется в окружающую среду.

В технологической схеме блока риформинга используется колонна, после узла конденсации которой образуются отходящие газы, обладающие определенным тепловым потенциалом. Использование тепла данных газов представляет практический интерес с точки зрения снижения энергетических затрат и повышения общей эффективности работы блока риформинга [1].

С целью оценки возможности утилизации тепла отходящих газов была использована методика математического моделирования технологического процесса с применением ПО Aspen Plus. Данный программный комплекс широко применяется для моделирования химико-технологических процессов и позволяет анализировать влияние изменений схемы на основные технологические параметры [2].

На первом этапе была разработана базовая модель колонны. В модели были заданы исходные параметры потоков, включая температуру, давление и расход, на основании имеющихся технологических данных. Полученная модель позволила воспроизвести работу колонны и определить параметры отходящих газов на выходе из конденсатора. Технологическая схема базовой модели колонны представлена на рисунке 1.

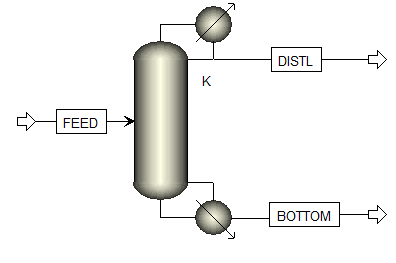


Рисунок 1 – Технологическая схема базовой модели колонны

На втором этапе была разработана усовершенствованная модель, в которой перед колонной был установлен дополнительный теплообменный аппарат. В данном теплообменнике тепло отходящих газов использовалось для подогрева сырья, поступающего в блок риформинга. Такое техническое решение не требует существенных изменений основного оборудования и может быть реализовано за счет включения дополнительного теплообменника в существующую схему. Технологическая схема модернизированной модели с включением теплообменного аппарата представлена на рисунке 2.

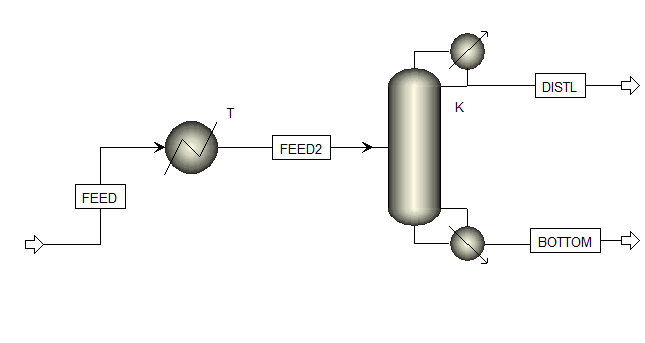


Рисунок 2 – Технологическая схема модернизированной модели с теплообменником

Для оценки эффективности предложенного решения был проведен сравнительный анализ параметров базовой и модернизированной моделей. В качестве основных критериев сравнения рассматривались температура сырья на входе в колонну, параметры отходящих газов и общее тепловое воздействие на процесс.

В ходе моделирования были получены параметры потоков для базовой и усовершенствованной схем. Анализ результатов показал, что включение дополнительного теплообменного аппарата позволяет повысить температуру сырья, поступающего в колонну, за счет использования тепла отходящих газов без привлечения дополнительных источников энергии.

Полученные данные свидетельствуют о снижении тепловых потерь с отходящими газами и перераспределении тепловых потоков внутри технологической схемы. При этом основные технологические параметры колонны сохраняются в допустимых пределах, что указывает на корректность предложенного решения.

Для анализа результатов проектирования были рассмотрены температурные параметры потоков до и после установки теплообменного аппарата, так как именно изменение температур является ключевым эффектом предлагаемого технического решения.

Таблица 1 – Температурные параметры потоков при базовой и модернизированной схемах

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Базовая  Схема | Модернизированная схема |
| Температура сырья перед колонной, ºС | 50 | 110 |
| Температура в конденсаторе, ºС | 80 | 80 |
| Температура в ребойлере, ºС | 200 | 200 |

Полученные результаты свидетельствуют о том, что предварительный подогрев сырья осуществляется без изменения температурного режима колонны. Это свидетельствует о том, что тепловая энергия отходящих газов после конденсатора достаточна для подогрева сырья и подтверждает реализуемость предложенного проектного решения.

В результате проведенного моделирования установлено, что использование теплообменного аппарата позволяет повысить температуру сырья, поступающего в колонну, на 60 °C за счет утилизации тепла отходящих газов. При этом давление входящего потока сохраняется неизменным, что указывает на отсутствие дополнительной гидравлической нагрузки на систему.

При этом температурный режим основных элементов колонны остается стабильным. Температуры в конденсаторе и ребойлере не изменяются при включении теплообменника, что свидетельствует о корректности предложенного технического решения и отсутствии его негативного влияния на процесс разделения [3].

Изучение компонентного состава продуктов разделения показало незначительное перераспределение углеводородных компонентов с увеличением доли тяжелой фракции в кубовом продукте колонны. Данный эффект обусловлен предварительным подогревом сырья и является положительным с точки зрения повышения эффективности процесса. Для количественной оценки влияния подогрева сырья на распределение компонентов был выполнен анализ группового состава продуктов разделения, результаты которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Групповой состав кубового продукта колонны

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группа компонентов | До подогрева сырья, массовая доля | После подогрева сырья, массовая доля |
| Углеводороды С3-С4 | 0,010 | 0,008 |
| Углеводороды С5-С6 | 0,780 | 0,770 |
| Углеводороды С7+ | 0,210 | 0,222 |

Таким образом, на основе проведенного математического моделирования в ПО Aspen Plus были разработаны базовая и усовершенствованная модели колонны блока каталитического риформинга. Предложено техническое решение по утилизации тепла отходящих газов после конденсатора колонны для подогрева сырья.

Показано, что внедрение теплообменного аппарата позволяет повысить температуру сырья на входе в колонну без изменения давления и температурного режима ее основных элементов. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности использования вторичных тепловых ресурсов и могут быть использованы для повышения энергоэффективности блока риформинга.

**Список источников информации**

1 Теплотехническое оборудование: учебное пособие / В. М. Боровков, А. А. Калютик, В. В. Сергеев. – М. : Академия, 2013. – 192 с.

2 Теплообменные аппараты химических производств: учебное пособие / Е. А. Дмитриев, Е. П. Моргунова, Р. Б. Комляшёв. – М. : РХТУ, 2013. – 88 с.

3 Сулимов, А. Д. Каталитический риформинг бензинов / А. Д. Сулимов. – М. : Химия, 1973. – 152 с.