

## ИССЛЕДОВАНИЕ АТМОСФЕРНОЙ КОЛОННЫ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Атмосферная колонна является сложным технологическим объектом. Сложность технологических процессов обусловлена значительным числом и многообразием параметров, определяющих течение процессов, многочисленными внутренними связями между параметрами и их взаимном влиянии. Соответственно на производстве возникают проблемы с управлением данным объектом. Данное исследование проводится с целью создания автоматизированной системы управления атмосферной колонной.

В работе описаны схема и процессы, происходящие в атмосферной колонне, создана ее модель в программном обеспечении HYSYS фирмы «Aspentech». С помощью модели определены основные входные и выходные переменные процесса, их взаимосвязи, способы регулирования, цели и критерии управления.

The atmospheric column is a complex technological object. This is explained by the complexity of technological processes inherent to it and which are revealed through a significant number and variety of parameters of the processes defining their evolvement, numerous internal communications between parameters and their mutual influence. Accordingly, there appear problems with control over this installation in production plants. The given research is carried out to create an automated control system for the atmospheric column. The paper describes the design and the processes taking place in the atmospheric column. Its model was created with the HYSYS software by AspenTech. Basic input and output values for process, their correlation, ways to regulate, the purpose and criteria of control are determined by means of this model.

Переработка нефти на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) состоит из трех стадий: первичной переработки нефти, вторичной переработки дистиллятов, полученных на первой стадии, и процессов нефтехимической переработки вторичных дистиллятов.

Первичную переработку на нефтеперерабатывающих заводах в основном ведут на электрообессоливающей атмосферно-вакуумной трубчатой установке, которая состоит из четырех блоков – блока обессоливания и обезвоживания сырой нефти, атмосферного и вакуумного блоков, блока стабилизации и вторичной перегонки бензинов.

Атмосферная колонна является частью атмосферного блока. В ней происходит процесс ректификации многокомпонентной смеси, основанный на многократном противоточном взаимодействии паров, образую-

щихся при перегонке, с жидкостью, получившейся при конденсации паров.

Атмосферная колонна относится к сложным колоннам, ее отгонная часть вынесена в виде отдельных отпарных колонн (стриппингов), связанных с укрепляющей частью потоками флегмы и паров.

Поток паров нефти поступает на 39-ю тарелку и проходит от эвапорационного пространства до верха колонны, парциально конденсируясь за счет встречного потока орошения, перетекающего с верха укрепляющей части в низ. Сконденсированный поток флегмы по переточным трубам поступает в заданных количествах в соответствующие стриппинги, снизу которых выводятся соответствующие боковые дистилляты (керосин, дизельное топливо и атмосферный газойль). Таким образом, керосиновая фракция отбирается с 9-й тарелки, дизельная – с 19-й, а атмосферный газойль –

с 29-й тарелки укрепляющей части колонны. Сверху укрепляющей части колонны выводится бензиновая фракция, снизу – мазут.

Очень важным элементом технологии ректификации нефти на фракции являются подвод и отвод тепла в колонны, поскольку ректификация – это термодинамический процесс с непрерывным подводом и отводом тепла, что позволяет формировать температурный профиль по высоте колонны и, соответственно, движущую силу ректификации.

Подвод тепла в ректификационных колоннах выполняется в двух сечениях: ниже укрепляющей части потоком нагретого во внешнем нагревателе сырья, и внизу отгонной части подачей перегретого водяного пара, понижающего парциальное давление углеводородных паров.

Отвод тепла осуществляется только в укрепляющей части колонны и служит для создания жидкого потока внутреннего орошения тарелок. В атмосферной колонне тепло отводится в одном сечении наверху (холодным орошением) и в двух сечениях по высоте колонны (циркуляционными орошениями: первым – с 11-й на 10-ю тарелку и вторым – с 21-й на 20-ю тарелку).

Для создания и исследования модели использовался программный продукт HYSYS фирмы «Aspentech». В основу системы моделирования HYSYS заложены общие принципы расчетов материально-тепловых балансов технологических схем.

Полученные результаты моделирования сравнивали с лабораторными данными предприятия. Результаты по керосиновой фракции представлены на рис.1. Дисперсионный анализ адекватности модели объекту показал, что точность модели составляет 95 %. Программное обеспечение HYSYS позволяет производить расчетные исследования, в ходе которого выявляются зависимость различных выходных параметров от изменения входных.

Полная автоматизация управления объектом на НПЗ обязательно происходит в определенной последовательности. На первом

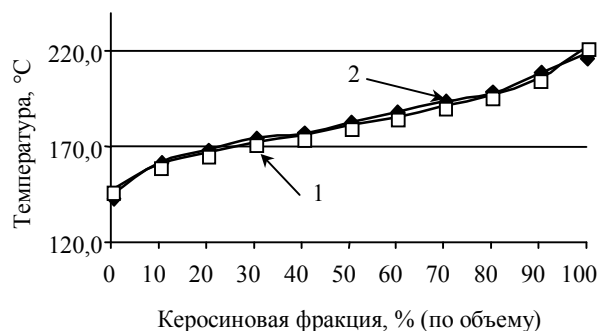


Рис. 1. Сравнение лабораторных данных (1) и результатов моделирования (2) по качеству керосиновой фракции

этапе устанавливаются распределенные системы управления – системы управления технологическим объектом, представляющие собой наборы управляющих контроллеров, контроллеров ввода (вывода), станций оператора. В этом случае подразумевается внедрение стандартных алгоритмов управления на основе регуляторов, способных реагировать на значения параметров наблюдения, на скорость их изменения, и простых каскадных схем. Вторым этапом будет являться обеспечение усовершенствованного управления процессом. При этом подразумевается внедрение сложных много-связанных алгоритмов, включающих математические модели процесса. Следующий шаг – обеспечение оптимального управления, т.е. внедрение алгоритмов, позволяющих оптимизировать общее управление. Целевой функцией таких алгоритмов являются либо показатели качества продукции, либо технико-экономические показатели.

Учитывая вышесказанное, создаваемая система управления будет иметь структуру, представленную на рис.2, и состоять из следующих блоков: технологический объект, блок первичной переработки данных, блок ввода (вывода) данных, на который приходит задание, и блок ПИД-регулирования (для обеспечения распределенной системы управления); математическую модель процесса, предсказывающую состояние объекта, выдающую прогноз блоку многопараметрического управления, блок многопараметрического управления (для обеспечения

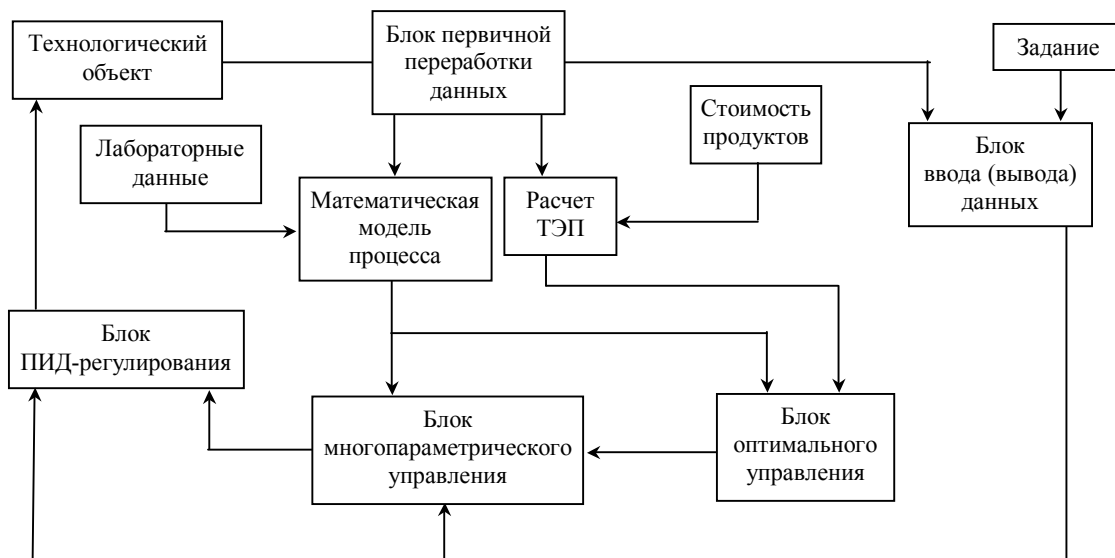


Рис.2. Структурная схема системы управления

усовершенствованного управления); блок расчета технико-экономических показателей и блок оптимального управления (для обеспечения оптимального управления).

Задачей распределенной системы управления является контроль и стабилизация параметров процесса. Исследование модели объекта показало необходимость стабилизировать следующие параметры: расход вводимого сырья, давление, уровень в верхнем накопителе-отстойнике, уровень кубового остатка в укрепляющей части и в стриппингах, температуры верха, расходы первого и второго циркуляционного орошения, расходы дистиллятов и кубового остатка, выводимых с колонны. Контролю подлежат следующие параметры: температуры вводимого сырья, первого и второго циркуляционного орошения, перетока, низа колонны, вводимого пара.

Задачей усовершенствованного управления также является стабилизация параметров. Разница с распределенной системой управления лишь во взаимодействиях переменных процесса. К существующим параметрам стабилизации добавятся те, которые отвечают за качество получаемых продуктов: температура конца кипения бензиновой фракции, температура начала, конца и вспышки керосиновой фракции, температу-

ра начала и конца кипения дизельной фракции, температура застывания атмосферного газойля и содержание «легких» фракций в мазуте. Задания на блок многопараметрического управления приходят в виде диапазона изменений управляющих переменных процесса, а он в свою очередь выдает задание блоку ПИД-регулирования. Тем самым блок многопараметрического управления поможет уменьшить колебания вокруг задания и лучше приблизиться к оптимальному управлению.

Задачей оптимального управления является осуществление оптимизации процесса. Блок оптимизации определит наилучший по выбранному оптимальному критерию режим функционирования объекта и выдаст соответствующие этому режиму задания блоку многопараметрического управления.

Цели оптимизации – максимизировать выход наиболее ценных продуктов и минимизировать энергозатраты на единицу продукции. Эти цели могут быть достигнуты максимизацией следующей целевой функцией, выбранной в качестве критерия оптимальности:

$$Q = C_6 F_6 + C_k F_k + C_{д.т} F_{д.т} + C_{а.г} F_{а.г} + C_m F_m - \\ - C_n F_n - C_o F_o - C_p (F_1 + F_2 + F_3 + F_4),$$

где  $Q$  – прибыль, руб./ч;  $C_n, C_{\Sigma F_i}, C_{\Sigma}, C_b, C_k, C_{д.т}, C_{а.г}, C_m$  – цены нефти, руб./кг; электроэнергии, руб./кВт; пара, руб./кг; бензина, руб./кг; керосина, руб./кг; дизельного топлива, руб./кг; атмосферного газойля, руб./кг; мазута, руб./кг соответственно;  $F_1, F_2, F_3, F_4$  –расходы пара на колонну и стриппинги, кг/ч;  $F_n, F_b, F_k,$

$F_{д.т}, F_{а.г}, F_m$  – расходы нефти, бензиновой, керосиновой фракции, дизельного топлива, атмосферного газойля, мазута. кг/ч.

Таким образом, исследования данной работы позволят в дальнейшем создать алгоритмы управления атмосферной колонны нефтеперерабатывающего предприятия.

Научный руководитель к.т.н. доц. *Э.Д.Кадыров*