

*Кокуев А.Г.,
кандидат технических наук, доцент
Завидающий кафедрой, доцент «Автоматика и управление»
Астраханский государственный технический университет
Россия, г. Астрахань*

*Рязянов С.В.,
студент магистратуры
2 курс, кафедра «Автоматика и управление»
Институт информационных технологий и коммуникаций
Астраханский государственный технический университет
Россия, г. Астрахань*

НЕДОСТАТКИ ИМЕЮЩИХСЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

***Аннотация:** Статья посвящена рассмотрению вопросов, связанных с выбором при определении технико-экономических показателей, определении требований к параметрам, определении систем уравнений, разработке методов расчета их коэффициентов с учетом изменений технического состояния установок в процессе эксплуатации.*

Предложенные новые математические модели созданы в виде полиномов для стационарного режима работы реактора. Прослеживаются общие закономерности, влияющие на активность катализатора, а также изменение его свойств на начальном уровне.

***Ключевые слова:** нефтепереработка, каталитический риформинг, математическая модель*

***Annotation:** The article is devoted to the consideration of issues related to the choice in determining technical and economic indicators, determining requirements for parameters, determining systems of equations, developing methods for calculating*

their coefficients taking into account changes in the technical condition of plants during operation.

The proposed new mathematical models are created in the form of polynomials for the stationary mode of operation of the reactor. There are general patterns that affect the activity of the catalyst, as well as a change in its properties at the initial level.

Key words: *oil refining, catalytic reforming, mathematical model.*

Учитывая быстрое развитие процессов нефтепереработки, в нашей стране и за рубежом ведутся работы по внедрению автоматических или автоматизированных систем управления вторичной каталитической переработкой сырой нефти. В то же время разработка адекватной математической модели предлагаемого объекта управления остается ключевой проблемой, препятствующей прогрессу в этом направлении.

Математические модели каталитических процессов при вторичной добыче нефти условно делятся на 2 группы:

Математические модели основаны на анализе физико-химических процессов, объектах исследования, а также с учетом характеристик материалов для производства и проектирования оборудования.

Во второй группе относительных эмпирических моделей, которые рассматривают каталитическое реформирование как «черный ящик», они строятся на основе анализа входных и выходных данных конкретных объектов управления.

Химические превращения представляют собой обобщенные реакции, показывающие состояние всей системы. Недостаток этой работы заключается в том, что для расчета значений и экспериментальных данных следует указывать значения теплотворной способности и постоянных, которые отличаются от фактических значений. Предлагаемое описание также влияет на давление.

Кинетическая модель представляет собой довольно простую систему из четырех дифференциальных уравнений, описывающих взаимодействие групповых углеводородов (ароматических парафиновых и нафтеновых) в

реакторной установке каталитического риформинга. Однако эта модель не учитывает изменение активности катализатора.

Кинетические свойства модели риформинга определяли в условиях небольшого отклонения расчетных данных о составе продуктов процесса, а также температур на выходе из реактора от экспериментальных данных, однако во всех вышеупомянутых исследованиях расчеты проводились с учетом взаимных превращений исключительно парафиновых, ароматических и нафтеновых углеводородов. Экспериментальные данные, полученные в работах, показывают необходимость уточнения и дополнения реакций риформинга, используемых в схемах.

Модель процесса риформинга в более узком контексте для производства бензина на платиносодержащих катализаторах учитывает индивидуальное взаимодействие элементов гомологических групп из нормальных и изотропных парафинов, ароматических углеводородов, пяти- и шестичленных нафтенов. Однако эта модель была разработана для изучения характеристик химических превращений при каталитическом риформинге и не предназначена для использования в системах управления.

Оценены кинетические методы описания каталитического риформинга и проведены эксперименты по проверке уравнений Смита и Жорова-Панченкова. На основании данных, полученных с использованием промышленной установки, продемонстрировано, что обе системы уравнения удовлетворительно описывают процесс риформинга при условии, что используется сырье, имеющее одинаковые показатели. Отмечено, что наиболее важным недостатком анализируемых моделей является то, что они не учитывают качественный состав сырья. По этой причине была изучена возможность использования качественных показателей сырья в кинетической модели этого процесса. Математические модели второй группы, основанные на анализе накопленной статистической информации об объекте, характеризуются более высокой скоростью и в некоторых случаях более удобны.

Рассмотрены варианты управления полиномиальными моделями, указаны их коэффициенты. Он используется для проведения многомерного эксперимента и получения константы регрессионной модели. В тех случаях, когда результаты измерений в соответствии с текущими регрессионными моделями не подтверждаются экспериментальными данными, система автоматически обновляет текущие данные об объектах с помощью коэффициентов кинетической модели.

Корректор тока также подвергается воздействию коэффициента математической модели, который эмпирически связан с температурой в реакторах с реформированным рафинированным бензином. Функциональная максимальная скорость рассчитывается по методике быстрого спуска.

Группа уравнений регрессии, которые выражают зависимость выхода от устойчивой платформы и основных параметров процесса, описывают математическую модель каталитического риформинга. Полученные данные этой модели рассчитаны на основе параметров двухфакторного эксперимента.

В рамках работы предложена прогрессивная методология построения регрессионно-математической модели процесса с неполными данными. Суть методологии заключается в следующем. В соответствии с исходными данными устанавливается область изменения коэффициента. После этого в установленной сфере с использованием числовых параметров получены оптимальные оценки коэффициентов, минимизирующие стандартные ошибки. Преимущество предлагаемой методики.

Рассмотрены вопросы, связанные с выбором при определении технико-экономических показателей, определении требований к параметрам, определении систем уравнений, разработке методов расчета их коэффициентов с учетом изменений технического состояния установок в процессе эксплуатации.

Предложенные новые математические модели созданы в виде полиномов для стационарного режима работы реактора. Прослеживаются общие закономерности, влияющие на активность катализатора, а также изменение его свойств на начальном уровне.

При дискретном завершении потери данных показатель степени, выражающий временные изменения в активности катализатора, получает пилообразные колебания. В результате анализа работ, посвященных математическому описанию процесса каталитического риформинга, можно сделать следующие выводы.

Известные аналитические модели первой группы, основанные на анализе кинетики химических превращений, имеют следующие общие недостатки:

1. Аналитические модели, основанные на анализе кинетики химических превращений, полностью отражают основные физические и химические законы процесса каталитического риформинга, хотя они очень громоздки с точки зрения использования в системах управления;

2. Известные кинетические модели рассматривают многореакторную установку каталитического риформинга как один или три реактора с одинаковыми параметрами настройки, что обусловлено однородностью химических превращений во всех реакторах каталитического риформинга. Однако этот подход не учитывает различные интенсивности химических реакций, которые являются индивидуальными для каждого реактора риформинга. Очевидно, что такой подход не позволяет учесть все особенности превращения реакционной смеси при риформинге и отрицательно влияет на адекватность модели и способность модели поддерживать адекватность во времени;

3. В известных кинетических моделях не реализован достаточно высокоскоростной механизм, позволяющий учитывать изменение активности катализатора риформинга со временем. Стандартный подход, который заключается в уточнении всех коэффициентов настройки модели на этапе идентификации, хотя он достаточно функциональный, однако не подходит для использования в системах управления из-за значительного времени, затрачиваемого на такую операцию.

Эмпирические математические модели второй группы также имеют ряд недостатков:

1. Такие модели рассматривают каталитическое реформирование как «черный ящик» и по своей природе неспособны принять во внимание многие особенности его хода работы;

2. Эмпирические модели строятся на основе статистической информации, описывающей конкретный объект, в результате чего они мало пригодны для описания других, хотя и похожих, объектов;

3. Такие модели требуют постоянной идентификации из-за нестационарного процесса каталитического риформинга, вызванного изменением активности катализатора с течением времени;

4. Значительные изменения во входной координате процесса (например, при смене резервуара для сырья) могут привести к потере объективности статистической выборки, основанной на анализе, из которого была создана модель, и, следовательно, Сама модель.

Особенности и недостатки известных математических моделей, рассмотренных выше, в результаты анализа доказывают, что каталитическое реформирование относится к процессам с недостаточным математическим описанием. Это оставляет способ улучшить существующие и разработать новые математические модели.

Использованные источники:

1. Маслянский Г.Н., Шапиро Р.Н. Каталитический риформинг бензинов. - Л.: Химия, 2015. - 222 с.
2. Промышленные установки каталитического риформинга / Под ред. Ластовкина Г.А. - Л.: Химия, 2009. - 234 с.