

2. Гончаров В.А. Методы оптимизации. – М.: Высшее образование: Юрайт, 2010. – 190 с.
3. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – М.: Высшая школа, 2008. – 544 с.
4. Страны и регионы мира: экономико-политический справочник. – 3-е изд. под.ред. А.С. Булатова. – М.: Проспект, 2010.
5. Справочник «Деловая Австралия». – Т. 4. – ПОЛПРЕД, 2009.
6. Ломакин В.К. Мировая экономика: учебник для вузов. – Юнити-Дана, 2007.
7. OECD Factbook 2008: Economic, Environmental and Social Statistics

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАК МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

П.А. Глик

Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: glik.pavel@mail.ru

Научный руководитель: Ивашкина Е.Н., канд. техн. наук, профессор

Проведена оценка эффективности использования методов математического моделирования в нефтегазовой отрасли. Собраны аналитические данные по применению моделирующих программ на заводах по подготовке, транспорту и комплексной переработке нефтяного сырья и природного газа. Оценена экономическая составляющая математического моделирования в общем цикле производства нефтепродуктов. Исследовано влияние методов математического моделирования на качество получаемой продукции объектов нефтяной отрасли.

Большинство современных нефте- и газоперерабатывающих предприятий России используют технологии переработки углеводородного сырья (нефти, природного газ) стран-обладателей наиболее мощными запасами нефти и представляющих рейтинговые компании, такие как Shell, BP, Exxon Mobil, Chevron и др. Перечисленные компании разрабатывают универсальные технологии, которые в последующем внедряются на нефте-, газоперерабатывающие заводы по всему миру [1].

Внедрение технологий всегда затруднено рядом факторов, поскольку большинство разрабатываемых технологий основаны на использовании конкретных типов сырья, оборудования, варьирования узкими диапазонами состава сырья, технологических параметров. Следует отметить, что в процессе применения той или иной технологии возникают проблемы связанные с несколькими или со всеми перечисленными выше факторами производства [2].

Наименьшие сложности возникают при закупке и запуске оборудования: реакторов, ректификационных колонн, вспомогательного оборудования (теплообменного и разделительного). Объясняется это тем, что проекты по оптимизации геометрических параметров конструкций оборудования прошли все стадии совершенствования зарубежными коллегами и применение оборудования с заданными конструктивными особенностями наиболее оптимально.

Создание технологических параметров, таких как: расходы сырья, температура и давление в реакционной зоне, мольные соотношения компонентов, уровни в емкостях и прочие – является легко реализуемым для любых нефте-, газоперерабатыва-

ющих предприятий ввиду многообразия запорной, регулирующей арматуры и автоматизации производства.

Главная проблема любого перерабатывающего предприятия – это невозможность воспроизведения состава сырья аналогичных предприятий. В настоящий момент не существует пары месторождений, у которых свойства добываемой нефти или газа были идентичными, в любом случае состав добываемых углеводородов существенно различается. Российская нефть характеризуется высоким содержанием парафино-асфальтеновых компонентов, в настоящее время происходит увеличение вязкости добываемой нефти, что приводит к увеличению сложностей не только транспортировки нефтяного сырья, но и его переработки [3].

В связи с тем, что качество и состав добываемой нефти в России и за рубежом существенно разнятся, возникают трудности в использовании технологий мировых компаний для переработки нефти в России. Использование сырья, содержание компонентов в котором отличается от регламентированных значений, может приводить к быстрой дезактивации катализаторов процессов нефтепереработки, ухудшению качества и увеличению некондиционной продукции. В общей сложности предприятие может понести убытки, а о получении прибыли можно будет забыть.

В настоящий момент с целью предотвращения возможности получения некондиционной продукции и улучшения качества получаемых продуктов большинство нефтеперерабатывающих заводов применяет метод моделирования химико-технологического процесса (ХТП). Данный метод основан на математической модели, в которую заложена информативная база, позволяющая описать процесс от точки ввода сырья заданного состава до точки вывода продукции соответствующего химико-технологическим параметрам качества [4].

Математическая модель представляет собой совокупность фундаментальных уравнений, описывающих элементарные химические превращения, учитывающих влияние как качественного, так и количественного состава исходных потоков, учитывающих влияние технологических параметров на свойства индивидуальных компонентов: плотность, вязкость, теплоемкость, летучесть и др.

Многие математические модели описывают индивидуальный аппарат, с целью анализа зависимости входных потоков от исходных параметров процесса. Некоторые математические модели способны реализовывать связанную технологическую линию, технологический модуль. Последний вариант моделирования называется комплексным, поскольку учитывает промежуточные превращения, процессы разделения и теплообменные процессы, происходящие как последовательно, так и параллельно.

Нефтеперерабатывающие предприятия для расчета эффективности использования той или иной технологии применяют комплексные математические модели, поскольку их применение позволяет индивидуально для данного типа нефти и требуемой глубины переработки сырья проектировать оборудование и определять технологический режим, но и определить качество получаемой продукции. В качестве комплексных моделирующих систем наиболее широко применяют компьютерные программы, представленные в таблице 1 [5].

Таблица 1 – Комплексные моделирующие системы

Моделирующая программа	Операционная система (платформа)	Моделируемые процессы
ProVision, Pro II	DOS/PC/Windows/AIX/Solaris	Системы сбора и транспорта нефти и газа, отстаивание, сепарация. Теплообмен, ректификация (тарельчатая, насадочная). Расчет реакторов со стационарным слоем катализатора. Компаундирование, фильтрация, термические процессы переработки нефти и газа, крекинг, риформинг.
Hysys, Hysim	Dos/PC/Windows	
Aspen Plus, Speed UP	DEC-alpha/Solaris	
CHEMCAD III	DOS/PC	
Prosim	DOS/PC	
Design II	Windows	
Комфорт, Gibbs	DOS/PC/Windows	

Все приведенные в таблице 1 моделирующие системы позволяют рассчитывать не только ХТП, но и экономические затраты, себестоимость продукции и прибыль рассчитанной технологии. Следует отметить, что данные программы очень чувствительны к любым изменениям составов сырья, технологических параметров, данные моделирующие системы чаще всего используют в качестве исходных параметров данные с реальных производств, поскольку для проектирования требуется достаточно большой набор экспериментальных данных. В связи с этим данные программы находят все большее применение для расчета действующих месторождений, с целью построения наиболее оптимальных вариантов подготовки и переработки нефти и газа.

Все приведенные выше программы очень удобны для расчета в большей степени процессов подготовки нефти и газа, поскольку при проектировании индивидуальных процессов переработки нефти и газа возникают большие значения отклонения моделируемого процесса от реального.

Для моделирования более узких процессов (крекинг, риформинг, коксование, компаундирование, дегидрирование, гидрогенизационные процессы, алкилирование, изомеризация и др.) с целью снижения затрат на производство целесообразнее использовать программы, описывающие базовый процесс наиболее адекватно. Для приведенных процессов разрабатывают индивидуальные программы, применение которых более индивидуально, поскольку в математическую модель данной программы заложены все известные представления о данном процессе, чего нельзя сказать о комплексных математических моделях.

Индивидуальные моделирующие системы [6] позволяют рассчитывать конкретный процесс переработки нефти или газа в режиме *on-line*, то есть с максимально приближенными к реальному производству параметрами и при минимальных отклонениях.

Применение моделирующих программ направлено на оптимизацию не только технологических параметров, но и состава исходного сырья (изменяемый параметр), а также расчета максимальной производительности, прибыли и временных затрат на производстве.

В связи с тем, что индивидуальные моделирующие системы не универсальны, то для каждого предприятия, для каждой стадии производства необходима собственная моделирующая программа. Хотя это и трудоемкий, ресурсоемкий процесс, он имеет практическую важность.

Любую технологию можно оптимизировать и без использования моделирующих систем, при этом технологам придется рассчитывать, даже при больших знаниях управляемого процесса, только на свою интуицию, поскольку изменение одного параметра приводит к изменению значений множества параметров одновременно. Таким образом, однозначно оценить направление протекания того или иного процесса нельзя никогда с полной уверенностью.

При моделировании в краткие сроки можно оценить не только направление протекания процесса при варьировании параметров, но и примерную прибыль или увеличение затрат на производство.

Так, например, применение моделирующей системы для процесса дегидрирования высших парафинов реального производства завода в г. Кириши позволило увеличить не только прибыль предприятия в ходе оптимизации, но и увеличить производительность предприятия, снизить затраты на исходное сырье, а также повысить качество получаемой продукции при увеличенном сроке службы катализатора дегидрирования.

Без применения моделирующей системы достижение полученных результатов являлось практически невозможным, поскольку технологи не могут идти на риски связанные с дорогостоящим катализатором, располагая только интуитивными предпосылками. Полученная моделирующая система прежде, чем приступить к стадии оптимизации действующего процесса, прошла неоднократные проверки на адекватность воспроизведения промышленных значений параметров. При однозначном соответствии расчета программы параметрам реального производства программа стала применимой для оптимизации процесса.

Таким образом, прежде чем приступить к оптимизации процесса, необходимо оптимизировать моделирующую систему.

В настоящее время с целью снижения эксплуатационных затрат на проведение промышленных экспериментов в рамках оптимизации производства большинство крупных нефте-, газоперерабатывающих предприятий России (Лукойл, Газпром, Роснефть, Киришинефтеоргсинтез, Сургутнефтегаз и др.) широко применяют моделирующие программы для основных процессов переработки (табл. 2) [7].

Таблица 2 –Моделирующие индивидуальный процесс системы (программы)

Моделируемый процесс	Моделирующие программы
Риформинг	Riform III , Activ+C, ActivII, Reniform+, Риформинг
Каталитический крекинг	PRO II, KatalCrec, Крекинг
Алкилирование	Alkylation, Алкилирование II
Дегидрирование	Paacol, Dehydrogen, Deh-II
Гидрирование	Define Hydrogen, H-II
Изомеризация	Isomer, Iso-X, CHEMCAD, Изомеризация

Все перечисленные в таблице 2 программы находят узкую сферу применения, поскольку изначально создавались для индивидуальных производств. В свою же очередь моделирующие процессы программы позволили промышленным предприя-

тиям снизить расходы на исследуемую технологию и увеличить выход целевых продуктов.

Некоторые процессы объединяют в общие блоки следующих друг за другом технологических блоков. Данные комбинации позволяют, варьируя параметры на входе в первый блок получить сведения о выходном потоке из последнего блока. Таким комплексом является программа PDA, объединившая в себе три технологических процесса: дегидрирование (Pacol), гидрирование (Define), алкилирование (Alkylation). Такую программу можно использовать как цельный блок либо для рассмотрения индивидуального процесса (например, дегидрирования или алкилирования). Индивидуальное применение программы позволяет исследовать процесс для всех возможных исходных и зависимых параметров. Оптимизируя индивидуальный блок, улучшая качество получаемой продукции, можно приступить к оптимизации последующих стадий общей технологии производства. В итоге, можно получить продукцию с наивысшим качеством (возможно с минимальными затратами).

Самым главным аспектом использования моделирующих систем является возможность улучшения качества получаемой продукции, в связи с этим применение программ является особенно важным в условиях изменения стандартов на производимую продукцию нефтепереработки и нефтехимии [8].

В рамках проекта по улучшению качества жизни и благополучия граждан большинство крупных предприятий преследует цели по одновременному увеличению производительности нефтепродуктов и улучшению их качества. Для решения поставленных задач такие нефтяные компании, как Газпром, Лукойл, Киришинефтеоргсинтез, Роснефть, эффективно сотрудничают с высшими учебными заведениями с целью создания научно-экспериментальной базы по оптимизации работы промышленных объектов. В рамках сотрудничества нефтяных компаний и ВУЗов происходит обмен знаниями и опытом, приводящий не только к улучшению качества получаемой продукции, увеличению прибыли предприятий, но и к последующему трудоустройству молодых специалистов на объектах нефтепереработки с целью дальнейшей разработки эффективных методов оптимизации: как индивидуальных установок, так и всей технологической линии в целом.

Математическое моделирование с последующей реализацией программы на действующем предприятии нефтяной или газовой отрасли позволяет снизить затраты на производство (исходное сырье, технологический режим), увеличить производственные мощности завода, улучшить качество продукции, а также обеспечить потребности граждан во всех требуемых ресурсах (топлива, масла и др.) требуемого качества. Улучшение качества продукции позволяет обеспечить благополучное будущее с достойной экологической обстановкой окружающей среды.

Список использованной литературы.

1. Еренков О.Ю. Повышение эффективности процессов химической технологии нефтепереработки // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2010. – № 1. – С. 65–72.
2. Имамов Р.Р. Мини-нефтеперерабатывающие заводы России: текущее состояние и перспективы развития // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 10 (39). – С. 567–571.
3. Данилов А.М. Импортозамещение – важнейшая проблема отечественной нефтепереработки // Бурение и нефть. – 2010. – № 5. – С. 8–10.

4. Сгадов С.А. Учет отклонения химического равновесия при термодинамическом моделировании гетерогенных систем // Сложные системы и процессы. – 2006. – № 1. – С. 32–36.

5. Гартман Т.Н., Советин Ф.С. Аналитический обзор современных пакетов моделирующих программ для гетерогенного моделирования химико-технологических систем // Успехи в химии и химической технологии. – 2012. – Т. 26. – № 11 (140). – С. 117–120.

6. Ротов А.А., Трифонов А.В., Сулейманов В.А., Истомин В.А. Моделирование режимов работы газового промысла как единой термогидравлической системы // Газовая промышленность. – 2010. – № 10. – С. 46–49.

7. Кодирова Н.Д., Рустамов А.Р. Современные каталитические процессы нефтепереработки и нефтехимии // В сборнике: СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ Материалы 3-й Международной научно-практической конференции 27 декабря 2013 года. Отв. ред. Горохов А.А.. Курск. – 2013. – С. 244–247.

8. Песин А.М., Локотунина Н.М. Положительные и отрицательные аспекты улучшения качества продукции // Качество в обработке материалов. – 2014. – № 1. – С. 81–89.

ПРОБЛЕМА ПЕРЕХОДА НА АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Д.В. Глушенко, Е.Ю. Сапцына

Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: dasha_glushenko@mail.ru

Научный руководитель: Трубоченко Т.Г., канд. экон. наук, доцент

В статье рассматривается экономическая проблема перехода с невозобновляемых источников энергии на возобновляемые. Данный переход является недалеким будущим для многих стран, в том числе и России. Неизбежность ситуации в первую очередь определяется экологическим фактором, а именно исчерпаемостью ресурсов. Во избежание энергетических проблем необходимо решить ряд вопросов в экономической сфере, что и подробно рассмотрено в данной статье.

В современном мире трудно представить свою жизнь без таких удобств, как отопление и свет. Энергия света и тепла прочно поселились в нашей жизни. Но как быть, если всего этого в скором будущем может не быть? Что если обычное электричество и отопление станет для нас огромной роскошью, которую себе смогут позволить исключительно богатые люди. Над этими суждениями необходимо уже задумываться именно сейчас, ведь они не безосновательны, ибо уже в настоящее время мы имеем недостаток природных ресурсов, а инвестиций в альтернативную энергетику не так уж много. Почему же переход на альтернативные источники энергии является столь проблематичным в наше время с точки зрения экономики.

В том, что такие природные ресурсы, как уголь, нефть и газ в ближайшие десятилетия попросту будут израсходованы ни для кого не секрет. Экологи всех стран бьют тревогу, но из-за экономических соображений ничего толкового не предпринимается. Помимо варварского расходования ресурсов существует так же такая проблема, как загрязнение окружающей среды от тепло- и электростанций. Например,