

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов В.А. Регулирование энергоблоков. – Л.: Машиностроение, 1982. – 311 с.
2. Kievets A., Ruban N., Andreev M., Suvorov, A. Turbine Fast Valving Setting Method Based on the Hybrid Simulation Approach // *Energies* – 2023. – Vol. 16 (4).
3. Стернинсон Л.Д. Переходные процессы при регулировании частоты и мощности в энергосистемах. – М.: Энергия, 1975. – 216 с.
4. Портной М.Г., Рабинович Р.С. Управление энергосистемами для обеспечения устойчивости. – М.: Энергия, 1978. – 352 с.
5. Баринин В.А. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике // под общей ред. Ю.Н. Руденко и В.А. Семенова. – М.: Изд-во МЭИ, 2000. – 648 с.
6. Ершевич В.В., Зейлигер А.Н., Илларионов Г.А. и др. Справочник по проектированию электроэнергетических систем // под ред. С.С. Рокотьяна и И.М. Шапиро. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.
7. Божанов С.А., Батхон И.С., Баумштейн И.А. Справочник по электрическим установкам высокого напряжения // под ред. И.А. Баумштейна и М.В. Хомякова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 656 с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОЛОННЫ ГАЗОРАЗДЕЛЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

А.В. Уфимцев

Томский политехнический университет, ИШИТР, гр. 8Т11, avu34@tpu.ru

В данной работе приведён анализ существующих методов оптимизации параметров протекающего технологического процесса путём численного моделирования и тестирования оптимальных параметров функционирования на примере ректификационной колонны в нефтехимической отрасли. Представленная работа предлагает решение по обнаружению недостатков в работе колонны и предложение технических решений для оптимизации процесса выделения бутана. Полученные результаты имеют практическую значимость для инженеров и специалистов в области управления технологическими процессами промышленных предприятий, а также представляют интерес для всех, кто работает в области проектирования химического оборудования и технологических процессов.

Ключевые слова: идентификация, ректификационная колонна, многопараметрический контроллер, математическое моделирование, трендовые группы, T-Softt.

Введение

В данной работе рассматривается идентификация динамических моделей многопараметрического контроллера с целью повышения эффективности функционирования ректификационной колонны, применяемой для выделения бутана в технологических процессах нефтехимической промышленности. В работе рассматриваются исторические данные и методы анализа, а также шаги по оптимизации процесса на основе проведенных исследований. Ректификационная колонна является ключевым устройством в процессах физического разделения вещества с получением целевых продуктов заданного качества. Системой для идентификации данных технологического процесса модели в промышленном программном обеспечении T-Soft.

Особое внимание уделено исследованию реальных данных численного моделирования, составление и последующий анализ трендовых групп для реализации пошагового теста. Направленного на определение оптимальных параметров функционирования колонны. Исследование, представленное в данной статье, имеет практическую значимость для технических специалистов и инженеров, занимающихся проектированием и управлением технологическими процессами в промышленности, поскольку проделанная в статье работа направлена на обнаружение и устранение недостатков в работе ректификационной колонны, а также

предложение эффективных технических решений для оптимизации процесса, что приведет к повышению качества и эффективности производства выделения бутана.

Описание функционирования системы

В данной работе рассмотрим исторические данные о протекании технологического процесса с ректификационной колонны выделения бутана.

Ректификационная (дистилляционная) колонна – это вертикальный цилиндрический аппарат, который предназначен для физического разделения вещества с получением целевых продуктов требуемого качества. При проведении процессов испарения и конденсации в колонне получают пары более богатые низкокипящими компонентами и жидкость (флегму) более богатую высококипящими компонентами, чем исходное вещество. Процесс многократного контактирования паровой и жидких фаз называется процессом ректификации. Колонна имеет тарелки, это контактное устройство на которых происходит тепломассообмен между паровой и жидкой фазами [1].

Принципиальная схема колонны с нанесением основных параметров технологического процесса представлена на рис. 1.

На данной колонне был заменён датчик, после чего был проведён анализ трендовых групп. На рассматриваемом периоде найдены участки данных подходящие для идентификации модели. Такими участками являются ступенчатые модели входа со стабильными показаниями возмущающих переменных. На этих участках данных и была проведена идентификация [2].

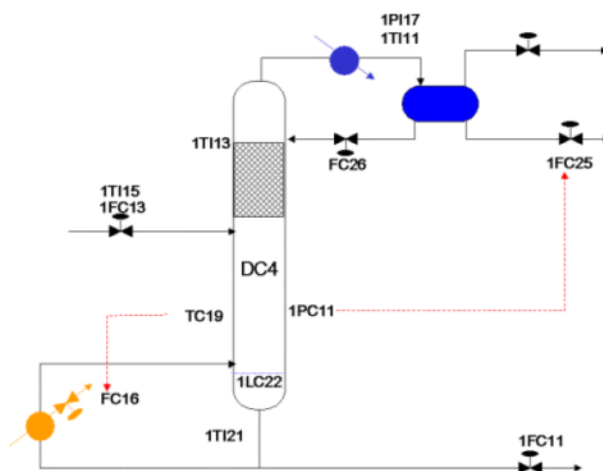


Рис. 1. Структурная схема колонны выделения бутана

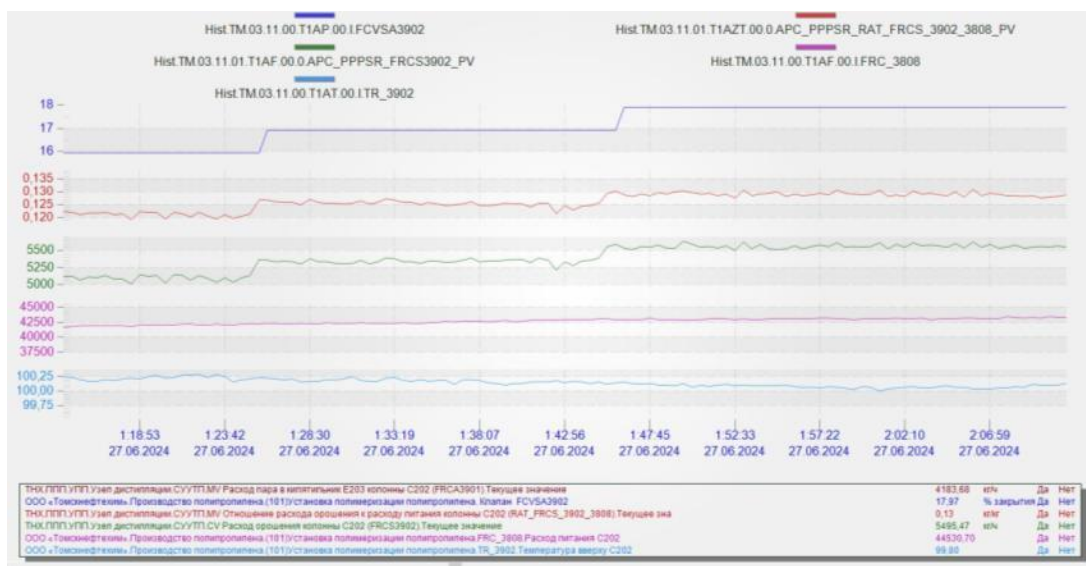


Рис. 2. Анализ трендовых групп

Исходя из проведённого анализа, можно сказать, что величины шагов орошения колонны не достаточны, поэтому нужен планируемый пошаговый тест. Были выгружены данные из проведённого анализа и загружены в симуляцию. На вход подаются две переменные – отно-

шение расхода орошения к питанию и расход орошения колонны. На выходе находится температура шлема (верха). По результату моделирования представленным на рис. 3 можно сказать, что модель построить нельзя, так как она не выполняет показатели качества [3].

Необходимо запланировать и выполнить пошаговый на производстве с колонны для получения данных, которые будут удовлетворять качеству моделирования. Для того, чтобы провести пошаговый тест, необходимо аналитическим путём рассчитать примерные величины орошения колонны. Из рис. 2 видно, что от увеличения орошения колонны на 200–300 кг/ч изменение температуры составляет всего 0,25 °С.

На текущий момент отклики при увеличении орошения находятся на уровне шума, поэтому величины для шагов пошагового теста необходимо увеличить в 3 раза. По рекомендации эксперта в управлении ректификационной колонны, было принято решение об увлечении орошения колонны от 500 до 1000 кг/ч и запланирован пошаговый тест, в результате которого будут получены новые значения для создания модели [4].

В результате изменения величин орошения колонны и проведённого пошагового теста на производстве, с ректификационной колонны были получены следующие результаты, представленные на рис. 4.

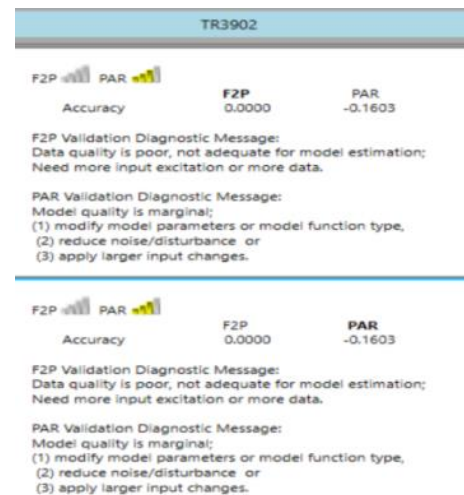


Рис. 3. Результат модели по текущим данным

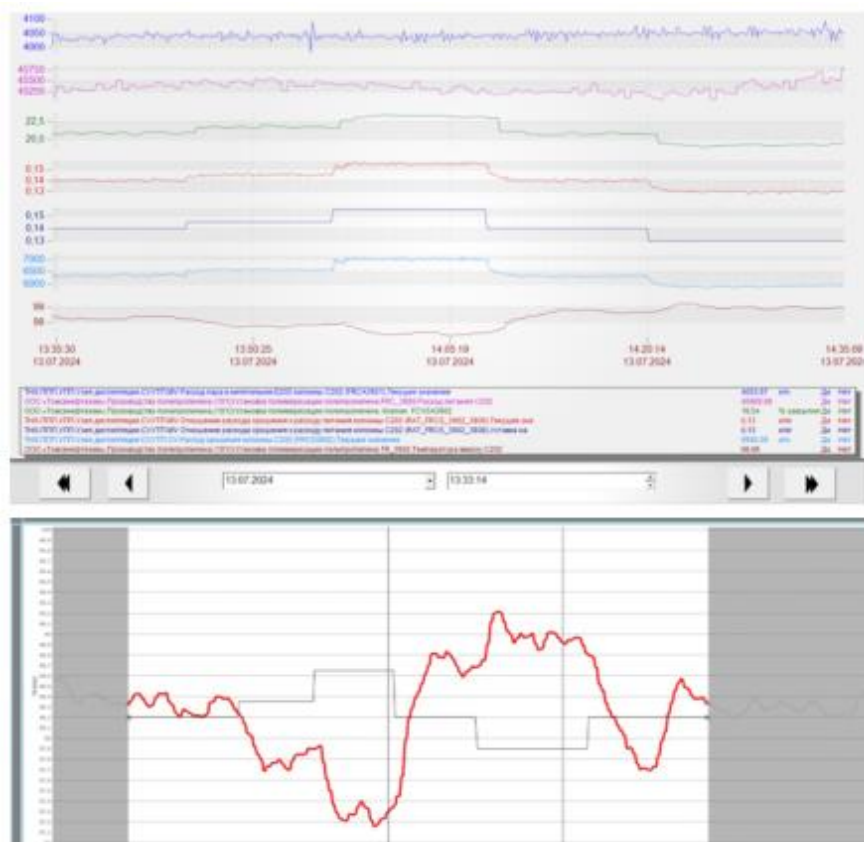


Рис. 4. Результат пошагового теста с колонны и зависимость температуры от орошения после пошагового теста в симуляции

В результате пошагового теста чётко видна зависимость температуры от орошения колонны, орошение в виде подачи специального вида масла способствует снижению температуры колонны и интенсивности подачи пара. Данное техническое решение обеспечивает целевое регулирование автоматического управления.

Заключение

В ходе выполнения данной исследовательской работы был проведён анализ исторических данных до замены датчика, что позволило выявить необходимость планируемого пошагового теста для оптимизации процесса поскольку моделирование по текущим данным не позволило построить модель, удовлетворяющую качеству и показателям. Проведённый в последствии пошаговый тест со значительным увеличением орошения колонны привел к получению новых данных, демонстрирующих явную зависимость температуры от орошения колонны. Представленные результаты степ-теста позволяют судить об достигнутой эффективности управления технологическим процессом. Таким образом, предложенный подход к оптимизации процесса выделения бутана через ректификационную колонну оказался успешным и позволяет эффективно управлять производством, обеспечивая целевое качество продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Работников М.А., Шумихин А.Г. Применение адаптируемых моделей в системах упреждающего управления процессами органического синтеза – Текст: электронный Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления, 2023 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-adaptiruemyh-modeley-v-sistemah-uprezhdayuschego-upravleniya-protsessami-organicheskogo-sinteza> (дата обращения 15.02.2024)
2. Мищенко Д.Д. Моделирование распределённой системы идентификации динамических моделей – Текст: электронный Science Time, 2015 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-raspredelyonnoy-sistemy-identifikatsii-dinamicheskikh-modeley> (дата обращения 12.03.2024)
3. Черешко А.А., Шундерюк М.М. Границы применимости алгоритмов усовершенствованного управления с прогнозирующей моделью в условиях неопределённости объекта управления – Текст: электронный Проблемы управления, 2020. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/granitsy-primenimosti-algoritmov-usovershenstvovannogo-upravleniya-s-prognoziruyuschey-modelyu-v-usloviyah-neopredelennosti-obekta> (дата обращения 27.04.2024)
4. Сайделов А.Р. Разработка оперативной диагностики изменения характеристик объекта – Текст: электронный Символ науки, 2021 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-operativnoy-diagnostiki-izmeneniya-harakteristik-obekta> (дата обращения 18.05.2024)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

А.А.-В. Садулаев

*Грозненский государственный нефтяной технический университет
имени акад. М.Д. Миллионщикова, ИЭ, АТПП, группа АТПП-24м*

Научный руководитель: Х.А. Садыков, ст. преподаватель каф. АТПП ГГНТУ

Современные технологии учета электроэнергии играют ключевую роль в оптимизации потребления ресурсов и повышения эффективности энергетических систем. Одними из наиболее прогрессивных решений являются интеллектуальные системы учета, которые позволяют собирать, обрабатывать и анализировать данные о потреблении электроэнергии в реальном времени [1]. Для возможности изучения подобного рода системы создаются различные учебно-лабораторные стенды, с помощью которых можно не только закрепить теоретический материал, но и развить практические навыки работы с системой.