

## **МОДЕЛЬНОЕ ПРОГНОЗИРУЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕАКТИВНЫМ ПРОЦЕССОМ ДИСТИЛЛЯЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОДИЗЕЛЯ**

**Корпебаев Дарын Дулатулы**

korpebayev@yahoo.com

Докторант Транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева,  
Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – К.Е. Сакипов

Существует почти бесспорное согласие в том, что энергетика играет ключевую роль в национальном развитии. По большому счету, существует высокая степень взаимосвязи между потреблением энергии, экономическим ростом и уровнем развития. Изменение климата из-за выбросов парниковых газов и турбулентности цен на нефть и газ обратили глобальное внимание на экологически чистые источники энергии. Основными компонентами зеленых источников энергии являются возобновляемые источники энергии.

Возобновляемая энергия-это регенеративная энергия, получаемая из источников, которые не подвержены истощению в масштабе человеческого времени, и они включают биомассу, солнечную, гидро-и геотермальную энергию. Эти виды энергии не могут быть исчерпаны, и они постоянно и автоматически возобновляются.

Биомасса, будучи возобновляемым органическим веществом, включает биологический материал, полученный из живых или недавно живых организмов, таких как древесина, отходы, спиртовое топливо и биодизельное топливо

Биодизель, как возобновляемая энергия, является топливом, изготовленным из растительных масел и может быть использован в дизельных двигателях. Он может быть непосредственно использован для замены нефтяного дизельного топлива без модификации дизельных двигателей, поскольку их свойства схожи. Кроме того, это перспективная альтернатива традиционному дизельному топливу на нефтяной основе, и она имеет ряд других преимуществ, таких как снижение выбросов углекислого газа примерно на 78%, нетоксичность и биоразлагаемость.

Биодизели обычно изготавливаются из возобновляемого органического сырья, такого как ятрофа, соевое или рапсовое масло, животные жиры, отработанные растительные масла или масла микроводорослей. Их методы производства включают прямое использование и смешивание, микро-эмульсии, термический крекинг и этерификация/переэтерификация.

Реактивная дистилляция-это процесс, который способен сочетать как разделение, так и химическую реакцию в одном аппаратном блоке, и он имеет много преимуществ, особенно для тех реакций, которые происходят при подходящих и подходящих условиях для дистилляции реакционного компонента. Кроме того, этот процесс сочетает в себе преимущества равновесной реакции с дистилляцией, чтобы добиться существенного прогресса в продвижении реакционной конверсии в результате постоянной рециркуляции необработанных материалов и удаления продуктов. Таким образом, процесс способен снизить капитальные и эксплуатационные затраты в результате сокращения, которое происходит в количестве единиц оборудования завода. В дополнение к упомянутым выше преимуществам, в основном, сочетание реакции и дистилляции в одном аппаратном блоке приводит к подавлению побочных реакций и использованию тепла, выделяющегося из экзотермической реакции, для работы

массообмена. Эти синергетические эффекты процесса приводят к низким затратам энергии и высоким выходам продукта. Однако в результате объединения реакции и разделения в одном оборудовании в этом процессе его контроль стал проблемой для инженеров-технологов, поскольку он должен быть обработан с использованием надежного метода управления, который сможет позаботиться о сложностях, связанных с ним. Именно по этой причине применение к нему модельного прогностического контроля (МПК) исследуется далее.

Модельное прогнозирующее управление-это усовершенствованный метод управления, который используется для сложных задач управления, и его основным преимуществом является явная обработка ограничений. MPC-это соответствующее описательное название для компьютерных схем управления, которые используют модель процесса для двух явных предсказаний будущего поведения и вычисления соответствующего корректирующего управляющего воздействия, необходимого для того, чтобы максимально приблизить прогнозируемый результат к желаемому целевому значению оптимальным образом.

Разработка замкнутых имитационных моделей технологического процесса

Разомкнутое моделирование процесса с использованием Simulink уже было сделано Giwa et al. Таким образом, в данной работе основное внимание уделяется только моделированию замкнутого цикла.

Модельное прогнозирующее управление реактивным процессом дистилляции для получения биодизеля (возобновляемой энергии) было достигнуто с помощью передаточной функции процесса, полученной из работы Giwa et al. и приведенная в уравнении (1) разработка его имитационных моделей показана на рисунке 1 и рисунке 2 для следящих (заданное слежение) и регулирующих (подавление помех) систем управления соответственно. Модель Simulink была разработана путем подбора и соединения соответствующих блоков из библиотеки Simulink MATLAB.

$$x_{biod}(s) = \frac{0.3382e^{(-8.999s)}}{248.43s + 1} Q(s) + \frac{0.283e^{(-1.993s)}}{151.87s + 1} R(s) \quad (1)$$

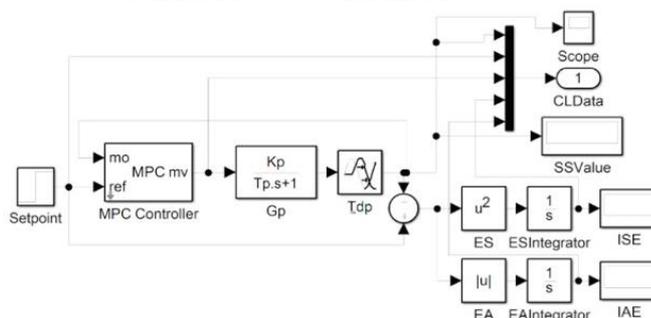


Рисунок 1 - Simulink модель системы реактивной дистилляции для следящих систем управления

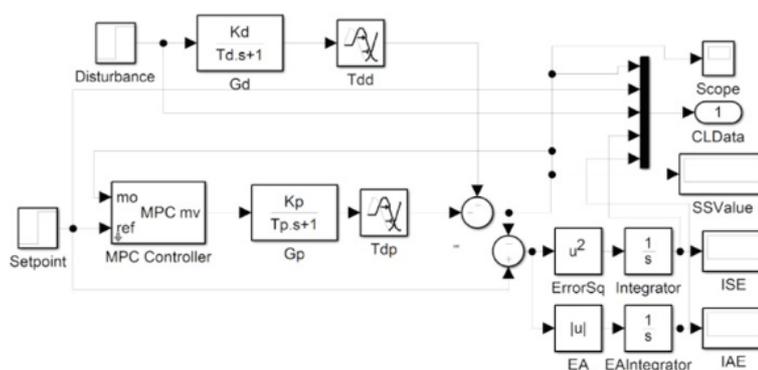


Рисунок 2 -Simulink модель системы реактивной дистилляции для регулирующих систем управления

При моделировании систем управления контролируемой переменной была молярная доля ( $X_{\text{biod}}$ ), полученная из нижней части колонны, манипулируемой переменной была нагрузка ребойлера ( $Q$ ), а переменной возмущения был выбран коэффициент рефлюкса ( $R$ ).

Оценка оптимальных параметров настройки: Оптимальные параметры управления, используемые при управлении процессом, оценивались с помощью решателя Excel путем задания целевой функции, представляющей собой интегральную абсолютную погрешность (ИАЭ), равную нулю, и манипулирования четырьмя wybranными параметрами (горизонт управления, горизонт прогнозирования, вес по манипулируемой переменной скорости и вес по выходной переменной). Интегральная абсолютная погрешность была выбрана в качестве переменной целевой функции в данной работе, поскольку из литературы было обнаружено, что она может устранять малые погрешности, а устранение малых погрешностей было признано необходимым при производстве биодизельного топлива, поскольку рассматривалась молярная фракция.

Вывод. Анализ результатов, полученных в результате моделирования, проведенного для оптимизации параметров настройки, показал, что интегральная абсолютная погрешность модельной прогностической системы управления была меньше подвержена влиянию горизонта управления среди рассматриваемых параметров настройки, поскольку ее  $p$ -значение было больше 0,05 на основе 95% доверительного уровня. Кроме того, моделирование замкнутой системы реактивного процесса дистилляции для производства биодизельного топлива с использованием модельного прогностического управления, настроенного с оптимальными параметрами (горизонт управления 11, горизонт прогнозирования 18, вес на манипулируемой переменной скорости 0,05 и вес на выходной переменной 2,17), показало, что система хорошо управлялась контроллером, используемым при заданном отслеживании, поскольку она была способна осесть на заданной молярной фракции в течение 60 мин. Однако время отстаивания, зафиксированное в случае нарушения отбраковки системы управления процессом с одним и тем же контроллером, оказалось не обнадеживающим. Поэтому рекомендуется проводить дальнейшие работы с целью получения параметров настройки, которые позволят сократить время отстаивания замкнутой системы процесса и при моделировании регулирующего управления.

#### Список использованных источников

1. Рахими М., Парниани М. Эффективная схема управления ветряными турбинами с асинхронными генераторами с двойным питанием для повышения пропускной способности при низком напряжении. // IET Renewable Power Generation. - Вып. 4, № 3. - 2010. - С. 242-252.
2. Wang, Q., A<sup>n</sup> Интеллектуальный алгоритм извлечения максимальной мощности для инверторных систем ветряных турбин с переменной скоростью. - IEEE, 2004.
3. Хоссейн М.Дж., Пота Х.Р., Рамос Р.А. Надежное управление STATCOM для стабилизации ветряных турбин с фиксированной скоростью при низких напряжениях. // Renewable Energy. - Вып. 36, № 11. - 2011. - С. 2897-2905.
4. Хоссейн М.Дж., Саха Т.К., Митуланантан Н., Пота Х. Р. Стратегии управления для расширения возможностей LVRT DFIG в взаимосвязанных энергосистемах, IEEE Trans. // Промышленная электроника. - Вып. 60, № 6. - 2013. - С. 2510-2522.
5. Годовой отчет АО «Самрук-Энергия», 2015. - С. 71-102.
6. Программа развития Организации Объединенных Наций - Казахстана, 2016. - С. 255-291.
7. Перспектива развития ветроэнергетики в Казахстане. ПРООН-ГЭФ, 2016. - С. 82-97.
8. ПРООН/БЕК (2000 год) недавний обзор показателей обучения (McDonald and Schrattenholzer, 2001) свидетельствует о том, что ставка для фотофотовольных модулей составляет 20%, а не 18%, о которых сообщает МЭА, 2000. - С. 44-56.

9. Возобновляемые источники энергии в Центральной Азии. -Vmz.de., 2016. - С. 88-89.
10. Кокран Ж. Потенциал Казахстана для ветра и концентрированной солнечной энергии. RES в Казахстане: более 1 ГВт до 2020 года. -Алматы, Казахстан: KazCham.com., 2016. - С. 145-156.