

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ИМПУЛЬСНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ С НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛЬЮ

Абдуллаева М.Я.¹, Султанова А.Б.² Email: Abdullayeva634@scientifictext.ru

¹Абдуллаева Майя Ядигар – кандидат химических наук, доцент,
кафедра нефтехимической технологии и промышленной экологии;

²Султанова Ахира Бахман – кандидат технических наук, доцент,
кафедра компьютерной инженерии,
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: статья посвящена определению оптимальных параметров диэлектрической жидкости в качестве пропитывающего вещества в силовых конденсаторах. Оптимальные параметры синтеза сложного эфира найдены на основе нечеткой модели Мамдани.

Предложена модель, обеспечивающая оптимизацию химического процесса и на основе статистических данных разработан алгоритм обучения нечеткой модели.

Поставленная задача решена с использованием нечетких данных и получена регрессионная модель трехстадийного процесса. Проведена оптимизация и найдены оптимальные параметры. На основе статистических данных была составлена нечеткая модель Мамдани.

Ключевые слова: силовые конденсаторы, вторичный.гексил-о-ксилол, диэлектрическая жидкость, нечеткий модель Мамдани, нечеткие данные.

DETERMINATION OF OPTIMAL PARAMETERS OF DIELECTRIC LIQUID FOR PULSED CONDENSERS WITH THE FUZZY MODEL

Abdullayeva M.Ya.¹, Sultanova A.B.²

¹Abdullayeva Maya Yadiqar - PhD in Chemical Sciences, Associate Professor,
DEPARTMENT TECHNOLOGY OF OIL AND INDUSTRY ECOLOGY;

²Sultanova Ahira Bahman – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING,
AZERBAIJAN STATE OIL AND INDUSTRY UNIVERSITY,
BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Abstract: the article is devoted to the determination of the optimal parameters of a dielectric liquid as unpregnant substance in power capacitors.

The optimal parameters for the synthesis of the ester are found on the basis of Mamdani fuzzy model. The model providing optimization of the chemical process is offered and on the basis of statistical data the training algorithm of the fuzzy model is developed. The task was solved with fuzzy data and a regression model of the three-stage process was obtained. Optimization was carried out and optimum parameters were found. Based on the statistical data fuzzy Mamdani's fuzzy model was compiled.

Keywords: power capacitors, secondary.hexyl-o-xyleole, dielectric liquids, fuzzy model of Mamdani, fuzzy data.

УДК 658.012.66

Анализируя получаемые выводы мировой практики, выясняется, что для проведения химических процессов требуется достаточно времени и финансов. Для повышения эффективности этих процессов важно использовать новые технологии, модели и методы. Решение проблемы с нечеткой данной позволяет контролировать время химического процесса, количество отработанных веществ. С этой точки зрения задача является актуальной и имеет научно-практическую ценность.

Одним из подходов, позволяющих поддерживать такие исследования, как указано выше, является использование нечеткой математики. Сегодня в этом направлении получены существенные результаты в фундаментальных исследованиях, но что касается прикладных исследований, то в основном — это управление технологическими процессами. А применение нечеткой математики для исследования химических структур — это единичные исследования. Таким образом, проникновение нечетких множеств в химию и химическую технологию позволяет решать компьютерными средствами не только широкий круг технических задач, связанных с неопределенностью, но и, что особенно важно, создает условия для генерации новых научных и технических задач и новых способов их решения в области химии и химической технологии.

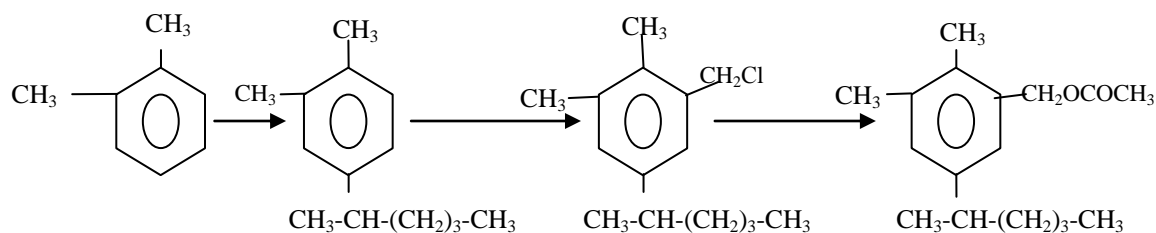
Под понятием нечеткой подразумевается математическая формулировка нечеткой информации. Для сформированных сложными, традиционными методами объектов-устройств в основном применяется алгоритм управления (fuzzy logic) обоснованной нечеткой логики.

Теория нечетких множеств (ТНМ) была предложена 40 лет назад математиком Америки Лутфи Заде (Lotfi Zadeh). ТНМ – дает возможность описание нечеткости и знание качества окружающей среды, сложных объектов, устройств, дает возможность для получение новых знаний создании нечетких моделей [1, 3].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Процесс получения диэлектрической жидкости ацетоксиметил-втор.гексил-о-ксилола состоит из трех стадий: алкилирования, хлорметиления и ацетоксилирования.

Химическая схема ацетоксиметил-втор.гексил-о-ксилола состояла в следующем:



В соответствии с задачей требовалось обеспечить на каждой стадии синтеза сложного эфира максимально возможную высокую чистоту и выход продуктов реакции. В этой связи, был использован в качестве алкилирования комплекс $\text{AlCl}_3 \cdot \text{CH}_3\text{NO}_2$, проявляющий высокую селективность [2].

Методами математической статистики указанные процессы оптимизированы по параметрам [4-6].

В работе, пользуясь методом планирования экспериментов [7], приведены исследования по синтезу сложного эфира в качестве пропитывающего вещества с целью построения регрессионной математической модели и на основе ее оптимизации.

Задача выполняется в трех стадиях:

1. Алкилирование о-ксилола с гексеном-1 в присутствии использовании катализатора $\text{AlCl}_3 \cdot \text{CH}_3\text{NO}_2$.
2. Хлорметилирование втор.гексил-о-ксилола в присутствии параформа, в уксусной кислоте, в присутствии хлорида цинка.
3. Ацетоксилирование монохлорметил-втор.гексил-о-ксилола в присутствии катализатора Макоши.

На основе проведенных нами многочисленных экспериментов были определены основные входные и выходные параметры исследуемого трехстадийного процесса. Основным выходным параметром процесса выход втор.гексил-о-ксилола-, монохлорметил втор.гексил- и ацетоксиметил-втор.гексил-о-ксилола y_i . Факторами, влияющими на выходные параметры процесса, являются X_1 - температура процесса, X_2 - время реакции, X_3 - количество катализатора. В таблице (1-3) даны основные уровни, факторы и пределы их изменений.

На предложенной усовершенствованной конструкции также имеются такие элементы, по этой причине при решении задачи необходимо использование теории нечетких множеств.

Таблица 1. Основные уровни факторов и пределы их изменений (I стадия)

Наименования	Натуральные вход.значения факторов			Выход. зна
	X_1	X_2	X_3	
Основной уровень	50	2	0.15:0.45	$U_{\text{практ.}}$ 70
Пределы изменения	2	0.1	0.01	5
Низший пред. изменения	40	1	0.2:0.5	55
Верхний пред. изменения	60	3	0.1:0.4	90

Таблица 2. Основные уровни факторов и пределы их изменений (II стадия)

Наименования	Натуральные вход.значения факторов			Выход. зна
	X_1	X_2	X_3	
Основной уровень	60	4	0.70:0.20	65
Пределы изменения	2	0.5	0.01	3
Низший пред. изменения	50	3	0.40:0.15	42
Верхний пред. изменения	70	5	1.0:0.25	85

Таблица 3. Основные уровни факторов и пределы их изменений (III стадия)

Наименования	Натуральные вход. значения факторов			Выход. зна
	X ₁	X ₂	X ₃	У _{практ.}
Основной уровень	60	100	0.12	80
Пределы изменения	2	5	0.01	5
Низший предел изменения	50	90	0.10	70
Верхний предел изменения	70	110	0.14	100

Для решения задачи предлагаемым методом предлагается следующий алгоритм:

1. Определение количества входных и выходных лингвистических переменных. Определение количества цен термином - для каждой лингвистической переменной;

2. Определение название лингвистических переменных и их терминов (принадлежность)

3. Определение типа и универсума функции принадлежности для терминологии лингвистических переменных:

4. Определение структуры логических правил как «если ...тогда» ;

В качестве входных лингвистических переменных X₁- температура процесса, X₂- время реакции, X₃- количество катализаторов, в качестве выходных лингвистических переменных было принято количество Y_i-ацетоксиметил - втор.гексил -о-ксилол.

Входные лингвистические переменные:

X₁ - температура процесса → (<мало, нормально, много>, [40-60] (1)

X₂ - время реакции →(< мало, нормально, много>, [1-3] (2)

X₃ - количество катализатора →(< мало, нормально, много>, [0.15-0.5] (3)

Выходные лингвистические переменные:

Y_i → (<ниже норм., норма, выше норм. >, [57.2-81.0] (1).

Моделирование, основанное на базе логических правил, было реализовано с использованием алгоритма, основанного на математическом аппарате с нечеткой логикой. Описание входных и выходных лингвистических переменных (термины) использовалось функции треугольной принадлежности.

Компьютерная реализация алгоритма выполнялась в среде Matlab (FIS- редактор Fuzzy Inference System Editor), и результаты были получены.

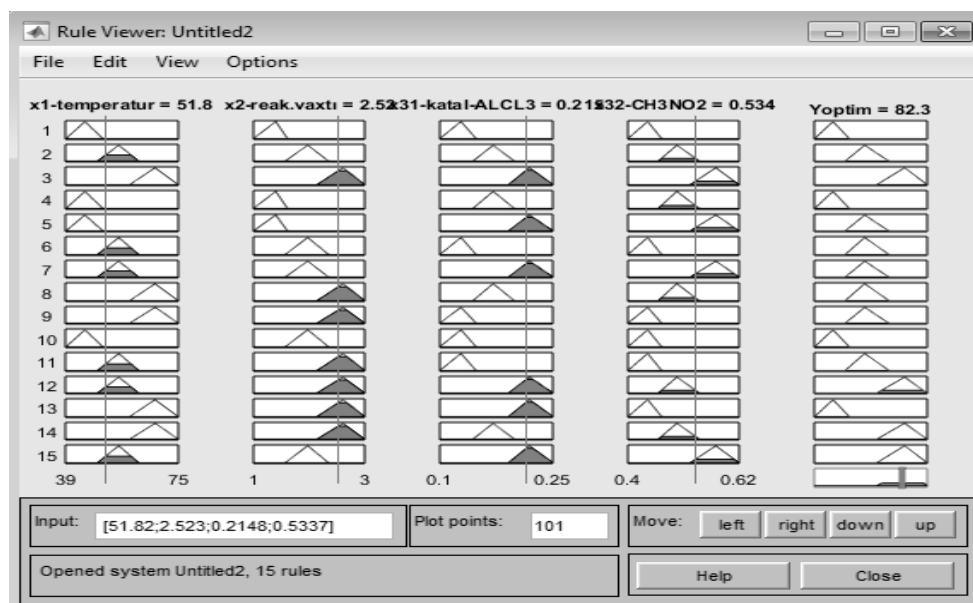


Рис. 1. I стадия - Алкилирование о-ксилола с гексеном-1 в присутствии использования катализатора $AlCl_3 \cdot CH_3NO_2$

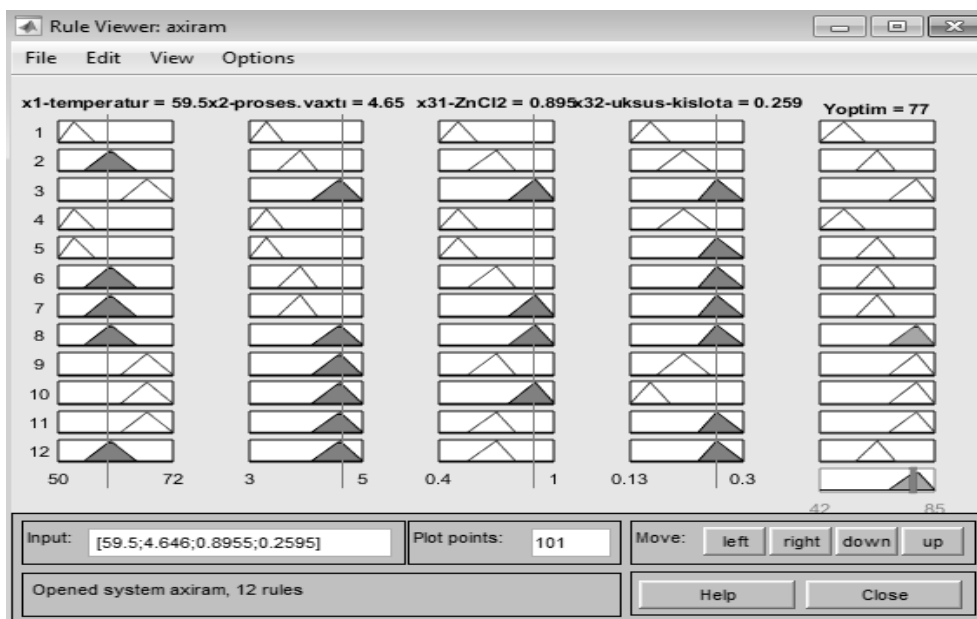


Рис. 2. II стадия - Хлорметилирование втор.гексил-о-кислота в присутствии параформа в уксусной кислоте в присутствии хлорида цинка

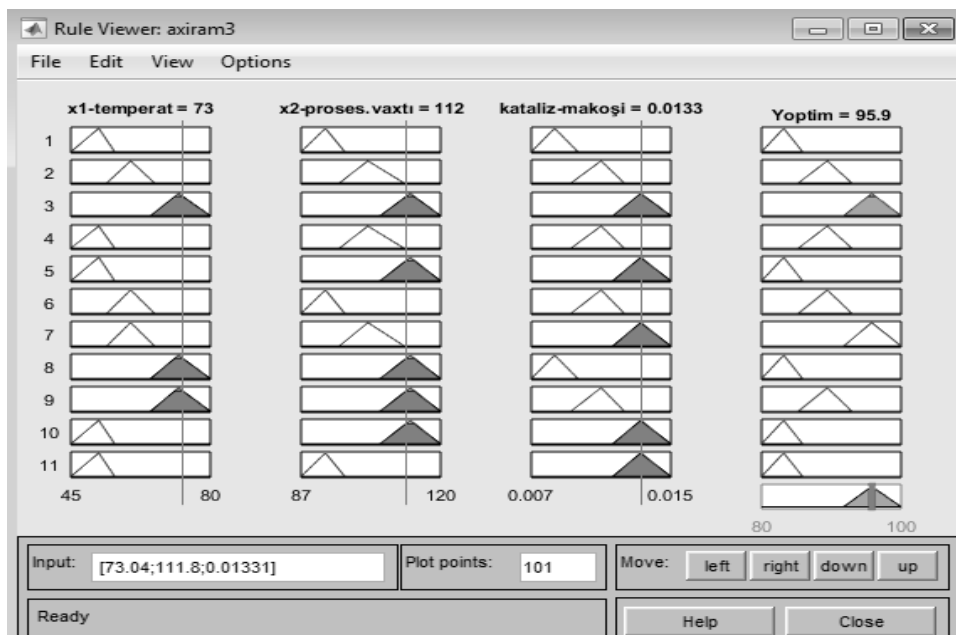


Рис. 3. III стадия. Ацетоксилирование монохлорметил –втор.гексил-о-кислота в присутствии катализатора Макоши

Полученные выводы от программы Матлаб (механизм для нечетких извлечений): а) для втор.гексил-о-кислота б) монохлорметил-втор.гексил-о-кислота, с) ацетоксиметил-втор.гексил-о-кислота.

ВЫВОДЫ

1. Предложена нечеткая модель процесса получения ацетоксиметил-вт.гексил-о-кислота и разработан обучения алгоритма нечеткой модели на основе статистических данных.

2. Определена зависимость выхода сложного эфира между температурой, временем реакции и количеством катализатора.

Опыты, проведенные при найденных оптимальных режимных условиях, полностью подтвердили достоверность получаемых результатов.

Процесс ацетоксиметилирования хлорметил-втор.гексил-о-кислота ацетатом натрия в присутствии катализатора Макоши, проведенный при найденных оптимальных режимных условиях, полностью подтвердил достоверность полученных результатов.

В результате решения задачи было найдено оптимальное режимное условие протекания процесса получения ацетоксиметил-вт.гексил-о-кислота, а также условия, при которых достигается максимальный

выход режим протекания процесса алкилирование 0-ксилола с гексеном, хлорметилорание втор.гексил-о-ксилола и ацетоксиметилирование хлорметил-втор.гексил-о-ксилола :

а) алкилирование 0-ксилола с гексеном:

- температура процесса $X_1 = 50.8$
- время реакции $X_2 = 2.94$
- количество катализатора $X_3 = 0.24:0.61$

б) хлорметилорание втор.гексил-о-ксилола в присутствии катализатора:

- температура процесса $X_1 = 60.8$
- время реакции $X_2 = 4.9$
- количество катализатора $X_3 = 0.45:0.2$

с) ацетоксиметилирование хлорметил-втор.гексил-о-ксилола:

- температура процесса $X_1 = 118.9$
- время реакции $X_2 = 70$
- количество катализатора $X_3 = 0.012$

$$Y_{optim3} = 95.9$$

Список литературы / References

1. *Zadeh L.A.* The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning. New York: American Elsevier Publishing Company, 1974.
2. *Abdullayeva M.Y., Юсубов Ф.В.* Оптимальные параметры трехстадийного получения ацетоксиметил-втор.гексил-о-ксилола в качестве диэлектрической жидкости для импульсных конденсаторов, 2017. № 9 (33), С. 21-31.
3. *Леоненков А.В.* Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. СПб.: БХВ Петербург, 2005. 736 с.
4. *Дувийчул О.Ю., Рудаков В.В.* Экспериментальное определение показателей надежности секций конденсаторов с бумажно-касторовой изоляцией // Электроелектромеханика и электротехника, 2006. № 1. С. 71-75.
5. *Benjamin S.F., Roberts C.A.* Three-dimensional modeling of NO_x and particulate traps using CFD: A porous medium approach Applied Mathematical Modeling 31, 2007. 2446-2460. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.am.2015.03.008/> (дата обращения: 19.10.2017).
6. *Shafeeyan M.S., Ashri Wan Daud W.M., Shakuri A.* A review of mathematical modeling of fixed-bed columns for carbon dioxide adsorption Chemical Engineering Research and Design (92), 2014. Pp. 961-988.
7. *Юсубов Ф.В., Бабаев Р.К, Мамедов Э.А.* Оптимизация адсорбционных процессов в нефтегазовой промышленности. // Химия и технология топлив и масел. М., 2012. № 2. С. 48-51.