

МЕТОД РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СЕРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИАГРАММЫ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ

Шангитова Жанна Ерболатовна

zhanna.shangitova@mail.ru

Докторант 1 курса кафедры Информационных систем

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Т.Т.Оспанова

1. Введение. Эффективным подходом к исследованию и оптимизации процесса производства серы в реакторе Клауса является разработка его математических моделей данного реактора, основываясь на которых можно оптимизировать процесса получения серы [1 – 2].

Существует множество работ, исследующие методы математического моделирования и оптимизации объектов производства и процессов нефтепереработки и других производств [3–6]. Однако, на практике имеется множество технологических объектов, разные ситуации на производстве, задачи моделирования и оптимизации режимов работы, формализация и решения которых с помощью традиционных математических методов не дает адекватных решений или не может быть получены. Например, к таким объектам и задачам можно отнести химико-технологических систем, которые функционируют в условиях неопределенности, связанной со случайностью и с нечеткостью исходных данных. Формализация и решение подобных задач моделирования и оптимизации в разных ситуациях, вместе с нечеткостью исходной информации, усложняются еще из-за многокритериальности объектов и процессов оптимизации [7–9].

Сложность или невозможность измерения некоторых важных параметров технологических процессов усложняет применение детерминированных и вероятностных методов, для моделирования и оптимизации режимов их работы. В связи с этим появились дополнительные методы для решения количественно трудноописываемых, т.е. нечетких задач, в которых присутствует нечеткая информация, получаемая от экспертов, лиц, принимающих решения, в виде их заключений о работе объекта и которая учитывает их пожелания в процессе поиска и выбора оптимальных или компромиссных решений [1, 7 – 11].

Целью работы построение метода разработки модели процесса производства серы с использованием диаграммы взаимного влияния факторов базируясь на экспертной оценке.

2. Методы. С целью многокритериальной процесса производства серы необходимо разработать математические модели ректора Клауса, которые характеризуются структурной неопределенностью [12]. Для разработки моделей применяем диаграммы взаимного влияния факторов, с привлечением, лица, принимающего решения, экспертов по предметной области - в области химико-технологического процесса по производству серы.

Пусть $\{L_q\}$ - множество простых физико-химических процессов, которые происходят в процессе Клауса. Эти процессы можно описать регрессионными или аналитическими моделями и используя качественную, т.е. нечеткую информацию от лица, принимающего решения, экспертов основываясь на методах теории нечетких множеств [7, 8, 10, 11].

Рассмотрим задачу метода построения математических моделей процессов со структурной неопределенностью с применением ДВВФ и методов экспертных оценок.

На множестве $\{L_q\}$, которое характеризуется факторами F , построить диаграмму взаимного влияния факторов $D(F)$ данного процесса, которая получается путем объединения

диаграмм $D(F)_i, i = \overline{1, Ex}$ всех экспертов, и обеспечивает максимум индекса согласованности мнений экспертов χ :

$$\chi = \langle L, F, Ex \rangle \rightarrow \max \quad (1)$$

Таким образом, для построения моделей объектов со структурной неопределенностью, т.е. чтобы решить данную задачу требуется формализация представлений лица, принимающего решение, специалистов-экспертов о химико-технологическом процессе в виде диаграммы взаимного влияния факторов.

3. Результаты - метод разработки модели процесса производства серы с применением диаграммы взаимного влияния факторов, основывающиеся на экспертной оценке. Для решения поставленной задачи (1), т.е. чтобы разработать математические модели процессов со структурной неопределенностью, применительно к процессу производства серы на реакторе Клауса, проводим экспертную оценку и формализуем представлений специалистов-экспертов, ЛПР о химико-технологическом процессе получения серы в виде диаграммы взаимного влияния факторов. Для изображения таких диаграмм (ДВВФ) будем применять n -уровней:

- входной (который содержит входные координаты);
- выходной (который содержит выходные координаты);
- $n-2$ промежуточных (которые содержат внутрисистемные координаты).

Приведем основные этапы *метода разработки модели процесса производства серы с применением ДВВФ на основе экспертной оценки*:

1. Множество простых физико-химических процессов, которые включены в процесс Клауса $\{L_q\}$, представим в виде n уровней. Все уровни имеют конечное число объектов $aR_l, l \leq l_{\min}$, где $l_{\min}$ – величина, которая численно равна количеству объектов из соответствующего уровня.

2. Количество объектов из соответствующего уровня $l_{\min}$ определяется исходя из анализа множества $\{L_q\}$ используя коммуникативные и текстологические методы добычи знаний экспертов.

3. Определяются координаты векторов $W_{Ln \rightarrow Ln-1} = [w_{ij}]$, которые отражают уровень уверенности экспертов предметной области, лица, принимающего решение в присутствии связи между объектами n и $n-1$ уровней.

4. Привлекается группа экспертов Ex , включающая в уровни представления $\{L_q\}$ объекты, которые отражают его модель, формализованную благодаря принятой системе обозначений и изображений элементов предметной области. На данном этапе используются унарные экспертные оценки $\forall i, j \geq 0: w_{ij} = 1$.

5. Построенные диаграммы экспертов $D(F)_i, i = \overline{1, Ex}$ обрабатываются с учетом полученных от участвующих в экспертной оценке специалистов-экспертов, ЛПР сведений, которые аккумулируются для получения $D(F)$. Объекты каждого из n уровней диаграмм экспертов, которые участвуют в построении $D(F)$ объединяются в соответствии с выражением [13]:

$$\{aR_i\}^m = \bigcup_{i=1, Ex} \{aR_l\}_i^m, m = 1..n \quad (2)$$

6. В итоге получается исходная «обобщенная» модель $\{L_q\}$, где q – количество

объектов вновь образованного m уровня. Координаты векторов $W_{Ln \rightarrow Ln-1}$ для m уровня рассчитываются с помощью следующего выражения (3):

$$w_{i'j'}^m = \frac{1}{Ex} \sum_{k=1, Ex} (w_{ij}^k)^m \quad (3)$$

где Ex – количество, участвующих в оценке экспертов; w_{ij}^k – оценка k -го эксперта относительно наличия связи между объектом i уровня m и объектом j уровня $m+1$.

7. Для разрешения возникающего типа неопределенности будем вводить итеративную процедуру *порогового включения связей*. Тогда будем вводить пороги включения объекта в уровень $\theta_{i'j'}^m \in [0;1]$.

8. Если $w_{i'j'}^m \leq \theta_{i'j'}^m$, то связь $i'-j'$ разрывается. Аналогично будем рассчитывать веса связей между объектами всех уровней.

9. Если в конце процедуры порогового включения останутся «пустые» объекты, тогда эти вершины с диаграммы взаимного влияния факторов убираются, а итоговая графическая модель $\{L_q\}$ будем приниматься в качестве исходной «истинной».

10. Чтобы рассчитать индекс согласованности мнений экспертов в процессе составления ДВВФ химико-технологического процесса используем выражение следующего вида:

$$\chi = \sum_{i=1}^{n-1} \chi_i / n, \chi_i = \sum_{j=1}^{\beta} w_{i'j'} / \beta \quad (4)$$

где χ_i – индекс согласованности мнений экспертов для весов связей уровней i и $i+1$; β – число связей для весов уровней диаграммы взаимного влияния факторов.

5. Заключение. В работе проведены исследования решения проблем построения математических моделей технологических объектов со структурной неопределенностью. Предложенный метод разработки моделей таких объектов, реализован для построения модели процесса производства серы в реакторе Клауса с применением ДВВФ на основе экспертной оценки исследований. Сформулирована задача разработки математических моделей процессов со структурной неопределенностью с применением ДВВФ и методов экспертных оценок, приведено описание основных этапов ее решения.

Список использованных источников

1. Orazbayev B.B., Kenzhebaeva T.S., Orazbayeva K.N., Abitova G.A. Systematic approach to the mathematical models development and chemical technological systems simulation under conditions of uncertainty // Engineering Studies Issue 3 (2) Vol. 9. Taylor & Francis 2017. P. 400-425
2. Щербатов И.А. Оптимальное управление каталитической стадией процесса Клауса // Автореф. дисс. на соискании е ученой степени канд. наук. Астрахань, 2006, 18 с.
3. A.S. Mohamed, S.M. Sapuan, M.M.H. Megat Ahmad, A.M.S. Hamouda, B.T. Hang Tuah Bin Baharudin. Modeling the technology transfer process in the petroleum industry: Evidence from Libya // Mathematical and Computer Modelling. 2012. Vol. No 6. P. 451-470
4. Seif Mohaddecy S.R., Zahedi S., Sadighi S., Bonyad H. Reactor modeling and simulation of catalytic reforming process // Petroleum & Coal 2006 №48(3). P. 28-35
5. Yu.V. Sharikov and P.A. Petrov Universal model for catalytic reforming // Chemical and Petroleum Engineering. 2007. Vol. 43 No 9-10. P.580-584

6. Kodwo Annan Mathematical modeling of the dynamic exchange of solutes during bicarbonate dialysis. // Mathematical and Computer Modelling. 2012 Vol. 55. No 5. P. 1691-1704.
7. Rykov A.S. Application of Fuzzy Sets Theory for Dialogue Modeling of Petroleum Coking Process. Warsaw, Poland, 2014. 156 p.
8. Оразбаев Б.Б., Курмангазиева Л.Т. Разработка математических моделей и оптимизация химико-технологических систем при нечеткости исходной информации. – М: Российская Академия Естествознания, 2014. 163 с.
9. Mishura Y., Zubchenko V. Heuristic methods for solving multicriterial problem problems in a non-environment environment.// Mathematical and Computer Modelling. 2017. Vol. 65 No 11. P. 143-152.
10. Štampar, S. Sokolič, G. Karer, A. Žnidaršič, I. Škrjanc. Theoretical and fuzzy modelling of a pharmaceutical batch reactor // Mathematical and Computer Modelling. 2011. Vol. 53 No 8. P. 637–645.
11. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. - М: Энергоатомиздат, 1991, 250 с.
12. Щербатов И.А., Проталинский О.М., Савельев А.Н. Оптимальное управление технологическим процессом Клауса в условиях неопределенности // Известия вузов. Северокавказский регион. Техн. науки. Спец. вып. «Математическое моделирование и компьютерные технологии». 2006. С. 19–25.