

Л. Т. КУРМАНГАЗИЕВА

**ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТИПОВ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ
СИСТЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ АГРЕГАТОВ
БЛОКА КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА УСТАНОВКИ ЛГ
АТЫРАУСКОГО НПЗ**

In the paper studying and analysis of types of models for system simulation of the main aggregates of the catalytic reforming block of the *LG* installation of Atyrau oil refinery plant is presented. Criteria for construction of complex of models were defined and the table was constructed on the basis of which choice is carried out of effective type of model for every aggregate of the reforming block. The method for creation of complex of models is based on constructing and integrating of various types of models (determined, statistical, indistinct and combined) of the aggregates, taking into account of available information of various character (theoretical, statistical and indistinct), into integrated package. The offered approach was realized when constructing of package of models of the main aggregates of the catalytic reforming block of *LG* installation.

The method was developed of construction of package of models of technological complex for indistinct input and output parameters. This method allows constructing linguistic models in the indistinct conditions. This method was developed on the basis of the theory of possibilities and methods of expert estimations and it allows defining quantitative values of results of simulation.

В результате анализа различных методов разработки математических моделей сложных объектов выявлено, что в исследовательских работах мало освещены вопросы системного моделирования технологического комплекса, состоящего из взаимосвязанных технологических агрегатов в условиях нехватки количественной информации, какими являются технологические агрегаты блока каталитического риформинга установки ЛГ (Ленинград–Германия). В условиях неопределенности, связанной с дефицитом исходной информации, предлагается применить вероятностные методы моделирования или методы имитационного моделирования [1].

Однако использование этих методов невозможно, если неопределенность связана с нечеткостью исходной информации, которая часто бывает в реальных производственных условиях. В этих условиях статистическая информация отсутствует или недостаточна, а аксиомы теории вероятностей (статистическая устойчивость объекта исследования,

повторяемость экспериментов при одинаковых условиях) не выполняются. Иногда доступной информацией является только нечеткая (качественная, содержательная) информация, представляющая собой знания (опыт, интуицию, суждения) человека – ЛПР (лицо принимающее решение), производственного персонала, специалиста-эксперта.

При компетентности этих источников информации и правильной организации их опроса, сбора и обработки такой нечеткой информации на ее базе можно построить модели, в которых учитываются все сложные взаимосвязи различных параметров и переменных производственного объекта. Полученные модели могут быть более содержательны, чем модели, разрабатываемые традиционными методами, и, самое главное, адекватно описывать реальные производственные объекты и задачи.

Рассмотрим предлагаемый метод создания пакета математических моделей взаимосвязанных агрегатов технологического комплекса на примере разработки пакета моделей технологических агрегатов блока каталитического риформинга технологической системы – ЛГ, рис.

Установка каталитического риформинга является сложным объектом, состоящим из взаимосвязанных блоков и системы их агрегатов, на которые одновременно воздействует большое число различных параметров. К основным агрегатам ЛГ относятся реакторы (гидроочистки Р-1; риформинга Р-2,3,4 и 4а), колонны (отпарная К-1, абсорберы К-2,3,6; стабилизационная К-7), печи (П-101, П-1; П-2,3), сепараторы, теплообменники и др.

Блоки и агрегаты установки взаимосвязаны между собой и изменения режимных параметров одного из них приводит к изменению параметров других, что влияет на процессы. В связи с этим для оптимизации и управления риформингом в оптимальном режиме необходимо иметь пакет связанных математических моделей блоков и основных агрегатов установки, составленных на основе системного подхода с учетом влияния

технологических параметров на каждый агрегат, на промежуточные и конечные продукты и работу установки в целом [2].

Модели каждого объекта в системе могут быть построены с применением различных подходов и методов, т.е. можно получить набор моделей для каждого агрегата ЛГ, например статистические, нечеткие или комбинированные.

Для объединения таких моделей в единый пакет (систему) моделей, на основе которого проводится системное моделирование, в целях оптимизации установки в целом необходимо провести анализ достоинств и недостатков каждой модели, которую можно построить, и выработать критерии выбора моделей по себестоимости, назначению, точности и т.д., а также определить принципы объединения разрабатываемых моделей в пакет.

С этой целью нами проведен анализ различных типов моделей основных агрегатов блока каталитического риформинга установки ЛГ. На основе результатов исследований специфики процесса и агрегатов блока каталитического риформинга [3–5], данных экспериментов, экспертного опроса и анализа подходов к моделированию таких или аналогичных агрегатов нами оценены возможные типы моделей основных агрегатов блока каталитического риформинга установки ЛГ (см. табл.) Для оценки (ранжирования) типов моделей использована пятибалльная шкала.

Анализ типов моделей основных агрегатов блока каталитического риформинга установки ЛГ

№ п/п	Агрегаты блока каталитического риформинга (основные)	Критерий	Виды моделей			
			детерминированные	статистические	нечеткие	комбинированные
1.1	Реакторы: Р-2, Р-3, Р-4, 4а	Доступность необходимой информации	2	4	4	5
1.2		Стоимость разработки	1	4	3	3
1.3		Степень адекватности	4	3	4	4
1.4		Применимость по назначению	3	3	4	5
1.5		Возможность объединения в пакет	4	3	3	3
			14	17	18	20
2.1	Печь риформинга П-1	Доступность необходимой информации	3	5	4	5
2.2		Стоимость разработки	2	4	4	4
2.3		Степень адекватности	5	4	4	4
2.4		Применимость по назначению	4	5	4	4
2.5		Возможность объединения в пакет	4	4	4	4
			18	22	20	21
3.1	Сепараторы риформинга: ВД С-7, НД С-8 и циркуляционного газа С-9	Доступность необходимой информации	4	5	4	5
3.2		Стоимость разработки	3	4	4	4
3.3		Степень адекватности	5	4	4	4
3.4		Применимость по назначению	4	5	4	4
3.5		Возможность объединения в пакет	4	4	4	4
			20	22	20	21
4.1	Теплообменники Т-6 и холодильники Х-6, ХВ-106	Доступность необходимой информации	4	5	4	5
4.2		Стоимость разработки	3	5	4	3
4.3		Степень адекватности	5	5	4	5
4.4		Применимость по назначению	5	4	5	5
4.5		Возможность объединения в пакет	5	4	4	4
			22	23	21	22
5.1	Фильтры риформинга А-14, А-15	Доступность необходимой информации	4	4	4	5
5.2		Стоимость разработки	5	4	4	4
5.3		Степень адекватности	5	4	4	5
5.4		Применимость по назначению	5	5	5	4
5.5		Возможность объединения в пакет	5	5	4	4

			24	22	21	22
--	--	--	----	----	----	----

Примечание. Оценка (ранжирование) по балльной шкале (1–5), где 1 – самая низкая оценка; 5 – самая высокая оценка. Оценки нечеткие, т.е. нечеткие числа.

В качестве основных критериев сравнения различных типов моделей, по которым они оцениваются, выделены доступность необходимой информации для построения модели соответствующего типа, стоимость (трудность) разработки модели, степень адекватности модели, применимость этих моделей по назначению (в нашем случае для многокритериальной оптимизации в условиях неопределенности) и возможность объединения модели данного вида в единый пакет в целях системного моделирования работы блока в целом.

Таблица отражает оценки для каждого типа модели основных агрегатов блока каталитического риформинга установки ЛГ, полученные на основе обработки результатов проведенного анализа. На основе информации, приведенной в указанной таблице, можно выбрать тип моделей агрегатов установки по заданным критериям.

Результаты исследования работы комплекса технологических агрегатов блока каталитического риформинга установки ЛГ и возможного набора их моделей показывают, что из-за сложности агрегатов, трудности изучения протекающих в них процессов и невозможности получения достоверных данных построение детерминированных моделей для основных агрегатов (реакторы риформинга Р-2, Р-3, Р-4,4а, печи П-1) практически невозможно или экономически нецелесообразно. Для теплообменников построения моделей такого вида, по оценкам приведенных критериев, целесообразно разработать детерминированные модели.

Статистические (стохастические) модели печи П-1 и сепараторов С-7, С-9 блока каталитического риформинга относительно легко строятся, удобны для объединения их в единую систему моделей и пригодны для решения задач оптимизации установки. По результатам проведенного

исследования можно сделать вывод о том, что для печей и сепараторов наиболее оптимальным является построение статистических моделей.

На функционирующей ЛГ Атырауского НПЗ сбор достоверной статистической информации для построения регрессионных моделей реакторов риформинга Р-2, Р-3, Р-4,4а усложнен отсутствием или нехваткой специальных промышленных приборов и низкой надежностью имеющихся средств.

В связи с этим как более эффективные средства, дополняющие недостающие данные на основе качественной информации (знаний специалистов), выбраны методы экспертных оценок [6, 7], а методами построения моделей – методы на базе теории нечетких множеств и комбинированные методы. Адекватность таких моделей при правильной формализации и использовании знаний и опыта специалистов-экспертов достаточна высока, а также их можно эффективно использовать при моделировании, в целях оптимизации процесса риформинга в диалоговом режиме.

На практике для построения моделей при дефиците информации приходится использовать доступную информацию любого характера. Модели технологических агрегатов, полученные на основе таких данных, назовем комбинированными. Они могут быть получены с использованием различных сочетаний доступных данных и ориентированы на учет достоинств рассмотренных типов моделей. Однако построение комбинированных моделей может быть нецелесообразным из-за того, что необходим этап организации, проведения исследования и экспериментов различного характера, а также предварительной обработки собранных данных.

При разработке моделей технологических агрегатов, которые входят в состав единой технологической установки, часто применяется подход декомпозиции, по которому модели отдельных подсистем и элементов строятся в отдельности, причем часто не учитывается вопрос дальнейшего объединения полученных моделей в единый пакет. Такое частное решение

вопроса не дает конечного желаемого эффекта и положительного результата, потому что моделирование и оптимизация отдельного агрегата технологического комплекса блока каталитического риформинга в полном смысле невозможны, так как работа этого агрегата связана с работами остальных агрегатов комплекса.

Поэтому для полного решения проблем моделирования технологического комплекса, какими являются объекты блока каталитического риформинга установки ЛГ и другие установки нефтеперерабатывающего производства, предлагается создать пакет моделей установки с учетом взаимосвязей между агрегатами, т.е. выходы одних моделей могут быть входами других, а выходы этих моделей могут являться входами прежних и других моделей.

С применением такого пакета моделей можно осуществлять системное моделирование технологического комплекса, т.е. взаимосвязанных технологических агрегатов в целом, и найти оптимальные режимы работы технологического комплекса, что позволит интенсифицировать технологический процесс.

Отдельные модели агрегатов объединяются в пакет в соответствии с ходом технологического процесса. При этом выходы одной модели являются входами другой. Например, в блоке каталитического риформинга результаты моделирования реактора Р-2 служат исходными данными для моделирования работы 2-й ступени многокамерной печи П-1, результаты моделирования этой ступени печи являются входными данными для моделей реактора Р-3, а выходные результаты моделей Р-3 – исходными данными для 3-й ступени печи П-1, выходные результаты которой являются исходными данными для реакторов Р-4,4а. Таким образом, к основным критериям выбора типов моделей агрегатов, кроме адекватности и эффективности их применения в компьютерной системе моделирования и оптимизации, относится и простота их объединения в систему, т.е.

взаимное соответствие выходных и входных переменных связанных между собой моделей.

Оптимальные режимные параметры различных агрегатов блока каталитического риформинга не могут быть определены в общем случае априорно, поскольку могут меняться параметры, влияющие на процесс. В этой связи большим преимуществом обладает оптимизация процесса риформинга с помощью компьютерных систем в диалоговом режиме. Для системного моделирования установки в режиме диалога необходимо располагать достаточно простой математической моделью основных агрегатов, так как затраты машинного времени на моделирование должны быть минимизированы, поскольку любой алгоритм оптимизации многократно обращается к подпрограмме моделирования, а время отклика системы управления для выдачи рекомендаций по управлению также должно быть малым. Поэтому при построении моделей блока каталитического риформинга как наиболее приемлемый подход предлагается методика, согласно которой сначала по результатам исследований каждого агрегата и на основе собранных данных строится модель этого агрегата. Затем эти модели для описания процесса объединяются в единый пакет моделей.

Таким образом, в результате анализа и обобщения возможных подходов моделирования сложных объектов при нечеткости информации нами разработан метод построения пакета моделей технологического комплекса при нечетких входных и выходных параметрах, который позволяет построить лингвистические модели в нечеткой среде. Приведем основные этапы предложенного метода:

1 этап. В зависимости от требуемой точности выбираются наиболее информативные переменные, которые характеризуют качество работы объекта. Для удобства диапазоны изменения нечетко описываемых параметров задаются в виде отрезков с указанием минимального (x^{\min} , y^{\min})

и максимального (x^{\max}, y^{\max}) значения. Эти отрезки, в зависимости от суждений специалистов-экспертов, разбиваются на несколько интервалов дискретизации (кванты):

$$x_j^{\min} = x_j^1 < x_j^2 < \dots < x_j^n = x_j^{\max}, \quad x_j^{\min} = x_j^1 < x_j^2 < \dots < x_j^n = x_j^{\max}.$$

2 этап. Для построения терм-множества состояний каждый квант выбранных параметров словесно характеризуется соответствующими нечеткими терминами. Принятое терм-множество является совокупностью значений лингвистических переменных, описывающих работу исследуемого объекта. Каждый интервал дискретизации, получаемый в первом пункте, характеризуется определенным термом. Этому терму соответствует нечеткое множество, которое описывается функцией принадлежности на соответствующем ей уровне градации.

3 этап. Построение функции принадлежности нечетких множеств – параметров является одним из основных этапов при моделировании сложных объектов с применением методов теории нечетких множеств. Основным способом восстановления аналитического вида этой функции служит графическое построение кривой степени принадлежности того или иного параметра к соответствующему нечеткому множеству. На основе полученного графика подбирается такой вид функции, который наилучшим образом аппроксимирует его. После этого идентифицируются параметры выбранной функции.

4 этап. Лингвистическая (качественная) модель объекта строится по результатам обработки экспертной информации. Для удобства ее можно оформить в виде таблицы, где словесно (нечетко) указаны различные значения входных параметров \tilde{x}_i и соответствующие этим вариантам значения выходных параметров \tilde{y}_j . Таблица должна заполняться с использованием выбранного терм-множества. На основе модели, полученной таким образом, формализуются нечеткие отображения R_{ij} , определяющие связь между входными и выходными параметрами.

5 этап. Он заключается в применении композиционного правила вывода:

$$B_j = A_i \circ R_{ij}.$$

С помощью этого правила можно рассчитать выходные переменные, например на основе максиминного произведения:

$$\mu_{B_j^p}(\tilde{y}_j^*) = \max\{\min[\mu_{A_i^p}(\tilde{x}_i^*), \mu_{R_{ij}^p}(\tilde{x}_i^*, \tilde{y}_j)]\}. \quad (1)$$

$$x_i \in X_i.$$

Пусть \tilde{x}_i^* – измеренные (оцененные экспертами) значения входных переменных, тогда искомое множество, которому принадлежат текущие измеряемые значения входных переменных, определяется как множество, для которого измеряемые значения имеют наивысшую (максимальную) степень принадлежности: $\mu_{A_i}(\tilde{x}_i^*) = \max(\mu_{A_i}(\tilde{x}_i))$. (2)

Прогнозируемые значения выходных переменных (нечеткие значения) определяются в виде соответствующих функций принадлежности.

Конкретные числовые значения выходных параметров \tilde{y}_j^{**} из нечеткого множества решений определяются из следующего соотношения:

$$\tilde{y}_j^{**} = \arg \max \mu_{B_j^p}(\tilde{y}_j^*) \tilde{y}_j^*,$$

т.е. выбираются те значения входных параметров, для которых достигается максимум функции принадлежности.

Разработанный метод на основе теории возможностей и методов экспертных оценок из качественного решения позволяет определить количественные значения результатов моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оразбаева К.Н., Сериков Ф.Т., Оразбаев Б.Б. Математическое моделирование производственных объектов нефтегазовой отрасли. Алматы: Эверо, 2005. 170 с.

2. *Rykov A.S., Orazbaev B.B., Kuznetsov A.C.* A Fuzzy sets application for modelling and control of rectification technology. Preprints IFAC, International Symposium ADCHEM' 91. Toulouse, 1991. P. 95-99.
3. Технологический регламент установки каталитического риформинга ЛГ-35-11/300-95. ОАО «АНПЗ». Атырау, 2002. 130 с.
4. *Гуреев А.А., Жоров Ю.М., Смидович Е.В.* Производство высокооктановых бензинов. М., 1981. 347 с.
5. *Маслянский Г.Н., Шапиро Р.Н.* Каталитический риформинг бензинов. Л., 1985. 268 с.
6. *Ларичев О.И., Мечитов А.И., Мошкович Е.М., Фуреме Е.М.* Выявление экспертных знаний. М.: Наука, 1989. 128 с.
7. *Рыков А.С., Оразбаев Б.Б.* Системный анализ и исследование операции: Экспертные оценки. Методы и применение. М.: МИСиС, 1995. 115 с.

Файл: 6166Курмангазиева.doc
Каталог: X:\Полные журналы PDF\Вестник НИА РК\2009_№4
Шаблон: C:\Documents and Settings\Санду\Application
Data\Microsoft\Шаблоны\Normal.dotm
Заголовок: 1
Содержание:
Автор: User
Ключевые слова:
Заметки:
Дата создания: 05.11.2009 10:00:00
Число сохранений: 6
Дата сохранения: 05.11.2009 10:11:00
Сохранил: а
Полное время правки: 11 мин.
Дата печати: 07.12.2012 16:26:00
При последней печати
страниц: 12
слов: 2 770 (прибл.)
знаков: 15 790 (прибл.)