

Искакова Сандугаши Шинбергеновна

канд. техн. наук, доцент

Кусмолдина Жанар Оралбаевна

старший преподаватель

Атырауский институт нефти и газа

г. Атырау, Республика Казахстан

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Аннотация: в данной статье исследованы проблемы разработки математических моделей технологических агрегатов нефтеперерабатывающего производства с применением методов экспертных оценок. Приведены и проанализированы результаты организации и проведения экспертной оценки на примере блока каталитического риформинга установки ЛПР.

Ключевые слова: экспертная оценка, нечеткая среда, функция принадлежности, блок каталитического риформинга, математические модели, ЛПР.

При разработке математических моделей технологических объектов нефтеперерабатывающего производства часто возникают проблемы дефицита достоверной статистической информации. Проведение активных экспериментов с целью сбора необходимой количественной информации могут быть невозможным или экономически нецелесообразным. В этих условиях бесспорно, для сбора недостающей части необходимой информации необходимо опираться на опыт, знания и интуицию специалистов, т.е. необходимо организовать и провести экспертных оценок. Таким образом, методы экспертных оценок – это методы организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов, выраженных в количественной и/или качественной форме с целью

разработки математических моделей исследуемого объекта или подготовки информации для принятия решений ЛПР – лицами, принимающими решения [1].

Для проведения работы по методу экспертных оценок создают Рабочую группу (РГ), которая и организует по поручению ЛПР деятельность экспертов, объединенных (формально или по существу) в экспертную комиссию (ЭК). Существует масса методов получения экспертных оценок. В одних с каждым экспертом работают отдельно, он даже не знает, кто еще является экспертом, а потому высказывает свое мнение независимо от авторитетов. В других экспертов собирают вместе для подготовки материалов для ЛПР, при этом эксперты обсуждают проблему друг с другом, учатся друг у друга, и неверные мнения отбрасываются. В одних методах число экспертов фиксировано и таково, чтобы статистические методы проверки согласованности мнений и затем их усреднения позволяли принимать обоснованные решения. В других – число экспертов растет в процессе проведения экспертизы, например, при использовании метода «снежного кома». В настоящее время не существует научно обоснованной классификации методов экспертных оценок и тем более – однозначных рекомендаций по их применению [2].

В данной работе приведены основные результаты организации и проведения экспертных оценок с целью сбора необходимой информации для разработки математических моделей технологических объектов нефтепереработки на примере агрегатов блока каталитического риформинга установки ЛГ-35–11/300–95 Атырауского нефтеперерабатывающего завода (НПЗ). Первичная цель организации и проведение экспертной оценки была выяснить и выбрать наиболее значимые входные, режимные и выходные параметры объекта с учетом их степени важности (весов).

Блок каталитического риформинга предназначен для превращения нафтен и парафинов в ароматические углеводороды, которые затем в составе продукта процесса – платформата используются как товарный бензин (благодаря высоким октановым числам). Процесс каталитического риформинга основывается на реакциях дегидрирования и дегидроизомеризации нафтенных

углеводородов, изомеризации алкановых углеводородов на платиновом катализаторе под большим давлением водорода. В результате указанных реакций в сырье (в бензиновых фракциях) увеличивается количество ароматических углеводородов изостроения, которые обладают высокими октановыми характеристиками.

Приведем краткое описание процесса риформинга по технологической схеме блока (рисунок 1). Гидрогенизат, освобожденный от сероводорода и воды, из подогревателя Т-3 поступает в теплообменник Т-2, потом в Т-20 и на прием центробежных насосов. Отсюда исходное сырье риформинга под давлением до 50 атм идет на смешение с циркулирующим газом. Смесь гидрогенизата и циркуляционного газа нагревается в теплообменниках Т-6 до температуры не более 460°C за счет тепла смеси, выходящей из реакторов Р-2,3,4,4а и далее для подогрева поступает в соответствующую камеру печи П-1.

В целях повышения активности катализатора перед входом в реакторы Р-2, Р-3, Р-4,4а в смесь впрыскивается дихлорэтан. Для реформирования смесь проходит реакторы Р-2,3,4,4а с соответствующим промежуточным подогревом в многокамерной печи. Реакция ароматизации бензина протекает с отрицательным тепловым эффектом, вследствие чего температура в реакторах снижается. Для восстановления температуры в зоне реакции предусматривается многоступенчатый подогрев во 2-й и 3-й ступенях многокамерной печи П-1 до температуры 490–530°C. Глубина превращения сырья по ступеням реакции составляет: в I ступени – 53–60%; во II ступени – 28–30%; в III ступени – 10–14%.

Газопродуктовая смесь из реакторов Р-4 и Р-4а с температурой 490–530°C двумя параллельными потоками направляется в трубное пространство теплообменников Т-6/3–4, где охлаждается до температуры 250–300°C. Далее смесь направляется в сепаратор высокого давления С-7, где происходит разделение газо-жидкостной смеси на ВСГ в жидкий катализат. ВСГ с верха сепаратора высокого давления С-7 направляется в буферную емкость С-9, откуда возвращается в систему риформинга.

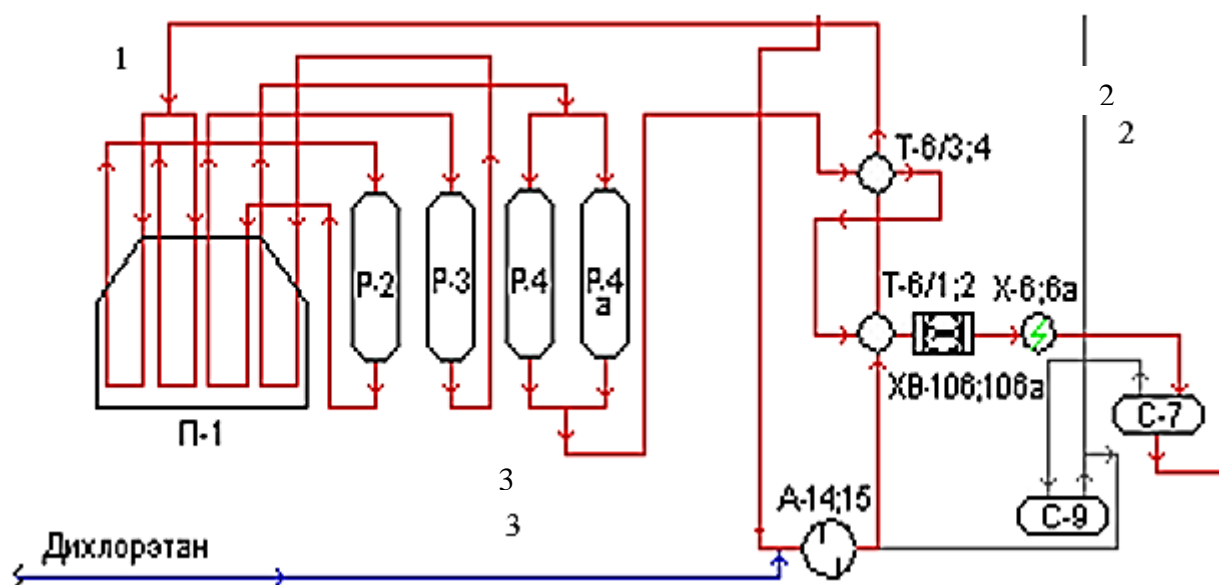


Рис. 1. Технологическая схема установки каталитического риформинга
 Обозначение технологических линий: 1 – Бензин; 2 – ВСГ; 3 – Дихлорэтан

Нестабильный катализат с низа сепаратора высокого давления С-7 направляется на дальнейшую сепарацию в сепаратор низкого давления, где за счет снижения давления до 19 атм из катализата выделяется углеводородный газ.

Экспертный опрос проводился среди специалистов-экспертов, обслуживающих установку. В их роли выступили инженер-технолог установки, три старшие операторы, два специалиста КИПиА, начальник установки ЛГ и начальник цеха. Всего в опросе участвовали 8 экспертов.

Опрос состоял из двух этапов.

На первом этапе экспертам необходимо было определить и проранжировать основные входные параметры установки. Ранги были представлены в виде ряда чисел от 1 до 10.

На втором этапе необходимо было оценить влияние проранжированных на первом этапе входных параметров на выходные параметры: на количество и качество вырабатываемой продукции.

При выполнении первого этапа опроса предполагалось, что самый важный параметр займет 1 (первый) ранг, второй по важности параметр 2 (второй) ранг и т. д. Причем было указано, если, по мнению эксперта, какой-то параметр не влияет на процесс или его влиянием можно пренебречь, эксперт должен его

исключить из списка, а также, если среди предложенных в списке параметров отсутствовали входные, режимные параметры, которые на взгляд экспертов влияют на процесс, то они могли включить этот параметр в список дополнительно самостоятельно.

Если отсутствуют входные параметры, имеющие одинаковые ранги (имеющие одинаковое влияние на выходные) то количество рангов и входных параметров совпадают. Если некоторые параметры равносильны по влиянию на выходной параметр, они могут иметь одинаковый ранг [3].

Нами был предложен специалистам-экспертам список входных, режимных параметров блока риформинга для оценки их влияния на процесс. Результаты корректировки предложенного списка, т.е. удаления (4 параметров) и дополнения 7 параметров) и результаты оценки в виде рангов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Список входных, режимных параметров блока риформинга установки ЛГ
и результаты экспертной оценки.

№ n/n	Входные режимные параметры	Ранг
1	2	3
1	Загрузка, м ³ /ч	1
2	Давление на выкиде ЦН-2,3 кг/см ²	3
3	Расход, м ³ /ч: – ВСГ в систему риформинга	2
4	– ВСГ с риформинга на Г/О	7
5	– Раствора ДХЭ на прием ЦН-2,3	6
6	– Концентрация раствора ДХЭ	6
7	Температура, °С после Т-6/4, Т-6а\4	3
8	– Вход в Р-2	1
9	– Выход из Р-2	1
10	– Вход в Р-3	1
11	– Выход из Р-3	1
12	– Вход в Р-4, 4а	1
13	– Выход из Р-4, 4а	1
14	– Перед ХВО 106, 106а	5
15	– После ХВО-106, 106а	4
16	– После Х-6,6а	4
17	– ГД-1	10

18	– ВД-1	10
19	Давление, кг/см ² – в Р-2	3
20	– в Р-3	3
21	– в Р-4, 4а	4
22	– в С-9	8
23	– в приеме ЦК-1	8
24	– на выкиде ЦК-1	8
25	– Масла на осевом сдвиге	5
26	Температура, °С (печи риформинга): – На входе в конвенцию	2
27	– На выходе из конвенции	3
28	– ДЫМОВЫХ газов в конвенции	7
29	– ДЫМОВЫХ газов в 1 камере	7
30	– ДЫМОВЫХ газов в 2 камере	7
31	– ДЫМОВЫХ газов в 3 камере	7
32	– ДЫМОВЫХ газов в 4 камере	7
33	– ДЫМОВЫХ газов в 5 камере	7
34	– ДЫМОВЫХ газов в стояке	8

Как мы видим из результатов опроса, эксперты проранжировали выбранные параметры в числовом виде и при оценке результатов использовали в основном всего несколько чисел из интервала от 1 до 4. Остальные числа использовались для оценки крайне редко. Поэтому опрос с применением числовой шкалы не дал нам полноценной и адекватной картины оценки влияния входных параметров на выходные. При оценке возникли определенные трудности с представлением значимости влияния того или иного параметра на параметры конечного продукта, степени превосходства одного из параметров перед другими.

Таким образом, по результатам экспертной оценки и исследований выявлено, что к основным входным, режимным параметрам, которые более сильно влияют на процесс каталитического риформинга относятся: объем и скорость загрузки сырья, температура на входе и на выходе реакторов Р-2, Р-3, Р-4, 4а, давление в этих реакторах, температура в печи П-1, соотношение водород/сырье и свойства сырья.

Аналогично составлены анкеты для экспертов с целью оценки и выбора основных выходных параметров процесса каталитического риформинга. Проведены экспертные оценки. В результате обработки данных экспертной оценки и на основе проведенных других исследований в качестве основных

выходных параметров процесса выбраны: объем продукции – катализата (дебутанизованного бензина); объем сухого газа, водородсодержащего газа, а также качественные показатели бензина: октановое число по моторному методу; фракционный состав; давление насыщенных паров, содержание фактических смол, содержание водорастворимых кислот и щелочей.

Считается, что решение может быть принято лишь на основе согласованных мнений экспертов. Поэтому исключают из экспертной группы тех, чье мнение отличается от мнения большинства. При этом отсеиваются как неквалифицированные лица, попавшие в состав экспертной комиссии по недоразумению или по соображениям, не имеющим отношения к их профессиональному уровню, так и наиболее оригинальные мыслители, глубже проникшие в проблему, чем большинство.

Поскольку число экспертов обычно не превышает определенное количество (15–20), то формальная статистическая согласованность мнений экспертов может сочетаться с реально имеющимся разделением на группы, что делает дальнейшие расчеты не имеющими отношения к действительности. Если же обратиться к конкретным методам расчетов, например, с помощью коэффициентов конкордации на основе коэффициентов ранговой корреляции Кендалла или Спирмена [4], то необходимо помнить, что на самом деле положительный результат проверки согласованности таким способом означает ни больше, ни меньше, как отклонение гипотезы о независимости и равномерной распределенности мнений экспертов на множестве всех ранжировок [5].

На втором этапе экспертам предложено оценить влияние выбранных на первом этапе входных, режимных параметров на выбранные выходные параметры, на количество и качество катализата. Структура анкеты для второго этапа экспертной оценки приведена в виде таблицы 2.

Оценка влияния входных, режимных параметров блока риформинга установки
ЛГ на выходные параметры

№ п/п	Входные, режимные параметры										Выходные параметры								
	x_1 – объем загрузки сырья	x_2 – скорость загрузки сырья	x_3 – температура на входе Р-2	x_4 – температура на входе Р-3	x_5 – температура на входе Р-4,4а	x_6 – давление в входе Р-2	x_7 – давление в входе Р-3	x_8 – давление в входе Р-4,4а	x_9 – температура в печи П-1	x_{10} – соотношение H_2 /сырье	y_1 – объем катализата	y_2 – объем сухого газа	y_3 – объем ВСГ	y_4 – октановое число бензина	y_5 – фракционный состав 10% отг	y_6 – фракционный состав 50% отг	y_7 – давление насыщенных паров	y_8 – содержание фактических смол	y_9 – содержание ВР кислот и щелочей
1																			
2																			

При выполнении этого этапа экспертизы возникли определенные проблемы. Эксперты могли указать какие входные параметры влияют на какие выходные параметры, но затруднялись четко оценить по балльной шкале как влияют и определить сравнительные веса их влияний. Следует отметить, что специалисты-эксперты могли оценить эти влияния входных параметров на выходные нечеткими терминами, типа сильно, очень сильно, слабо и т. д., но известные методы экспертных оценок не позволяют обработать информацию такого характера.

Каждый объект можно оценивать по многим показателям качества. Возникает вопрос, можно ли свести оценки по этим показателям вместе? Таким образом, важна конкретная (узкая) постановка задачи перед экспертами. Но такой постановки зачастую нет. А тогда «игры» по разработке обобщенного показателя качества не имеют объективного характера. Альтернативой единственному обобщенному показателю является математический аппарат типа многокритериальной оптимизации – множества Парето и т. д.

В некоторых случаях все-таки можно глобально сравнить объекты – например, с помощью тех же экспертов получить упорядочение рассматриваемых объектов – параметров процесса. Тогда можно *подобрать* коэффициенты при отдельных показателях так, чтобы упорядочение с помощью линейной функции возможно точнее соответствовало глобальному упорядочению. Наоборот, в подобных случаях *не следует* оценивать указанные коэффициенты с помощью экспертов.

Эта простая идея до сих пор не стала очевидной для отдельных составителей методик по проведению экспертных опросов и анализу их результатов. Они упорно стараются заставить экспертов делать то, что они выполнить не в состоянии – указывать веса, с которыми отдельные показатели качества должны входить в итоговый обобщенный показатель. Эксперты обычно могут сравнить объекты или проекты в целом, но не могут вычленить вклад отдельных факторов. Раз организаторы опроса спрашивают, эксперты отвечают, но эти ответы не несут в себе надежной информации о реальности.

Эти указанные проблемы при экспертной оценке толкают на иные пути решения проблемы, например, провести экспертизу на удобном им естественном или профессиональном языке экспертов (нечеткая экспертиза), затем формализовать и обработать результатов оценки с помощью теорий нечетких множеств и возможностей, что является новым и перспективным направлением методов экспертной оценки. В настоящее время автором вместе с научным руководителем ведется определенные исследования в этом направлении.

Список литературы

1. Рыков А.С. Системный анализ и исследование операции: Экспертные оценки. Методы и применение / А.С. Рыков, Б.Б. Оразбаев. – М.: МИСиС, 1995. – 115 с.
2. Бешелов С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелов, Ф.Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 280 с.
3. Евланов Л.Г. Экспертные оценки в управлении / Л.Г. Евланов, В.А. Кутузов. – М.: Экономика, 1978. – 133 с.

4. Мешалкин В.П. Экспертные системы в химической технологии / В.П. Мешалкин. – М.: Химия, 1995. – 357 с.

5. Ларичев О.И. Выявление экспертных знаний (процедуры и рекомендации) / О.И. Ларичев [и др.]. – М.: Наука, 1989. – 167 с.