

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Министерство природных ресурсов Российской Федерации

Администрация города Комсомольска-на-Амуре

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ВЕСНА – 2020

FAR EAST SPRING – 2020

Материалы 18-й Международной научно-практической конференции
по проблемам экологии и безопасности
(г. Комсомольск-на-Амуре, Россия, 5 июня 2020 г.)

Materials of the 18th International scientific and practical conference
on environmental problems and safety
(Komsomolsk-on-Amur, Russia, on Ijun 5, 2020)

Комсомольск-на-Амуре
2020

УДК 504+61: 331.45
ББК 95.4+20.1+65(9)248
Д156

Рецензент:

В. В. Черномас, доктор технических наук, профессор
кафедры теории и методики технологического образования
ФГБОУ ВО «Амурский гуманитарно-педагогический
государственный университет»

Редакционная коллегия:

И. П. Степанова, доктор технических наук, профессор (отв. редактор);
Г. Е. Никифорова, кандидат технических наук, доцент (зам. отв. редактора)

Дальневосточная весна – 2020 : материалы 18-й Междунар. науч-практ.
Д156 конф. по проблемам экологии и безопасности / Комсомольск-на-
Амуре, 5 июня 2020 г. / редкол. : И. П. Степанова (отв. ред.), Г. Е. Ни-
кифорова (зам. отв. ред.). – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО
«КнАГУ», 2020. – 237 с.

ISBN 978-5-7765-1423-4

Материалы сборника посвящены вопросам подготовки кадров по направлению
«Техносферная безопасность» и решению региональных экологических проблем.

В сборнике опубликовано 75 статей, в т. ч. 20 % представляют результаты работ
преподавателей КнАГУ, 80 % – других университетов. В сборнике опубликованы мате-
риалы около 150 авторов: 60 % авторов имеют ученую степень и (или) звание, 6 %
представляют специалистов производства, 34 % – молодые ученые, планирующие
пополнить ряды ППС.

УДК 504+61: 331.45
ББК 95.4+20.1+65(9)248

ISBN 978-5-7765-1423-4

© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет», 2020
© Federal public budgetary educational
institution of the higher education
"Komsomolsk-on-Amur state University",
2020

УДК 614.8:66.02

Д.А. Рымарев, Ю.А. Булавка

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Республика Беларусь

D.A. Rymarau, Y.U. Bulauka

Polotsk State University, Novopolotsk, Belarus

**УЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА
АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ВЫБОРА РЕАГЕНТОВ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ**
ACCOUNTING SAFETY INDICATORS WHEN USING THE HIERARCHY ANALYSIS
METHOD FOR SELECTING REAGENTS OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL
PROCESSES OF OIL REFINING

Аннотация. Показана возможность при помощи программы MPRIORITY 1.0 учета показателей безопасности при использовании метода анализа иерархий для выбора реагентов химико-технологических процессов нефтепереработки, на примере очистки кислых газов аминами.

Ключевые слова: безопасность, метод анализа иерархий, реагенты, аминовая очистка газов.

Abstract. Using MPRIORITY 1.0 software, it is shown that safety indicators can be taken into account when using the hierarchy analysis method to select reagents for chemical and technological processes of oil refining, using the example of acid gas purification with amines.

Key words: safety, hierarchy analysis method, reagents, amine gas purification.

Введение. В настоящее время при выборе вспомогательных веществ (реагентов) для химико-технологических процессов нефтепереработки отдают предпочтение технологическим параметрам (расходу, концентрации, коррозионной активности, реологическим свойствам, термической и химической стабильности, влиянию на качество целевого продукта и его выход и др.) и экономическим показателям (стоимости, доступности и др.), практически не учитывая показатели характеризующие воздействие реагентов на работников и окружающую среду (предельно допустимую концентрацию (ПДК), класс опасности, токсичность и др.). Данное обстоятельство определило цель настоящего исследования, которая заключается в изучении процедур и показателей, в соответствии с которыми осуществляется выбор вспомогательных веществ (реагентов) для химико-технологических процессов нефтепереработки [1].

Наиболее оптимальным и универсальным, по нашему мнению, для принятия решений с учетом многокритериальности параметров выбора реагентов для химико-технологических процессов нефтепереработки является экспертный метод анализа иерархий (МАИ). МАИ представляет собой систематическую процедуру для иерархического представления элементов упрощающих принятие управленческих решений. Метод отражает естественный ход человеческого мышления и дает более общий подход, чем метод логических цепей. Достоинство МАИ возможность количественного выражения степени предпочтительности посредством рейтингования, что способствует полному и адекватному выявлению предпочтений лица, принимающего решение. В дополнении к этому, оценка меры противоречивости использованных данных позволяет установить степень доверия к полученному результату [2].

Методика апробирована на примере широко используемого химико-технологического процесса нефтепереработки – очистки кислых газов аминами. Предполага-

ется выбор оптимального амина путем рассмотрения основных преимуществ и недостатков поглотителей (абсорбентов) с учетом показателей безопасности. Использование метода анализа иерархий предполагала ряд последовательных этапов: структурирование элементы выбора, попарное их сравнение группой экспертов из числа технологов белорусского НПЗ, выражение результатов в числовом виде, определение коэффициентов важности для элементов и проверка адекватности выбора, и на завершающем этапе конечный выбор реагента.

Для очистки кислых газов от вредных примесей в нефтепереработке могут использоваться ряд поглотителей (моноэтаноламин (МЭА), метилдиэтаноламин (МДЭА), триэтаноламин (ТЭА), диэтаноламин (ДЭА), диизопропаноламин (ДИПА)) каждый из которых характеризуется определенными преимуществами и недостатками. Нами оценка реагентов осуществлялась по шести критериям: «селективность», «степень очистки», «дефицитность», «химическая стабильность», «безопасность для окружающей среды и человека», «цена». В таблице 1 приведены основные элементы сравнения.

Таблица 1

Основные критерии сравнения реагентов очистки кислых газов

Критерий выбора	МЭА	МДЭА	ТЭА	ДЭА	ДИПА
<i>1. Селективность компонента:</i>					
Концентрация, % мас.	7...20	30...50	45...53	25...35	40
Потери, % мас. год	0,03	в 50 раз меньше, чем МЭА	2	7	0,013
Расход амина, кг на 1000 м ³ газа	0,22	0,15	0,17	0,3...0,45	0,10-0,16
2. Степень очистки:	98% (до 5-30 ppm H ₂ S)	99% (до 3,5 ppm H ₂ S)	98% (до 5-30 ppm H ₂ S)	99% (5,7 ppm H ₂ S)	99% (до 1,5 ppm H ₂ S)
3. Дефицит:	На территории Республики Беларусь не производят, есть дефицит				
4. Химическая стабильность:	Химически стабильны в процессе очистки газов				
<i>5. Безопасность для окружающей среды и человека:</i>					
Класс опасности	2	3	3	3	3
ПДК р.з., мг/м ³	0,5	5	5	5	10
Биологическая диссимиляция, %	50...90	менее 10	менее 10	менее 10	2...5
Класс опасности перевозки	8	9	8	9	9
Пределы распространения пламени паров, % об.	3,0...17,9	1,5...8,5	1,31...7,8	1,9...10,6	1,6...5,2
6. Цена, \$ за тонну	1400...1500	1800	1450	1140...1200	1580...3340

Для автоматизации и упрощения процедуры расчета предлагается использовать диалоговую систему «MPRIORITY 1.0» (My Priority), которая предназначена для поддержки принятия решений в различных управленческих сферах. Для визуального восприятия иерархическая модель выбора абсорбента приведена на рисунке 1. Достоинство программного продукта «MPRIORITY 1.0» это возможность задавать параметры выбора по каждому критерию на основе которых составляется матрица попарного сравнения с последующим автоматическим выводом конечного результата по каждому абсорбенту.

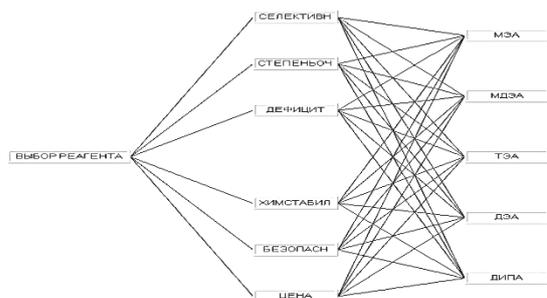


Рис. 1. Иерархическая модель выбора абсорбента

Допустимо использование МАИ как вручную, так и с помощью математической блок-программы. На рисунке 2 приведены результаты анализа ценового фактора, по которым можно заключить, что по данному критерию оптимальным абсорбентом является ДЭА, со степенью согласованности равной 5,62 % и говорит о согласованности матрицы попарного сравнения. Результаты выбора абсорбента приведены на рисунке 3.

Производим попарные сравнения относительно объекта
ЦЕНА

		1.	2.	3.	4.	5.	Приоритет
1.	МЭА	1	3	1/2	1/3	1/5	0,1075
2.	МДЭА	1/3	1	1/3	1/4	1	0,0832
3.	ТЭА	2	3	1	1/2	2	0,2439
4.	ДЭА	3	4	2	1	3	0,4009
5.	ДИПА	5	1	1/2	1/3	1	0,1643

СЗ: 5,6161 Применить
 ИС: 0,154 Закрывать
 ОС: 0,1375 Отмена Исследовать

Рис. 2. Матрица попарного сравнения



Рис. 3. Результат выбора абсорбент

Таким образом, использование метода анализа иерархий при помощи программы MPRIORITY 1.0 для выбора реагентов химико-технологических процессов нефтепереработки, на примере очистки кислых газов аминами показало, что наибольшую значимость при выборе вспомогательного компонента имеет обеспечение требуемой степени очистки (34,45 %), селективность компонента (19,64 %), безопасность для окружающей среды и человека (17,30 %), ценовой фактор (16,16 %) и в меньшей степени, химическая стабильность (9,13 %) и отсутствие дефицита компонента (3,29 %). Использование МАИ позволило установить, что оптимальным абсорбентом для очистки кислых газов НПЗ является ДИПА, второе и третье место занимают соответственно ДЭА и МДЭА, завершают список ТЭА и МЭА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учет показателей безопасности при выборе реагентов для химико-технологических процессов нефтепереработки/ Скрипко М. М., Булавка Ю.А // Сборник тезисов докладов 73-й Межд. Молод. Научн. конференции «Нефть и газ – 2019» (22-25 апреля 2019 г. Москва). – Том 5.– М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2019. – С.480-481.
2. Сравнительный анализ метода ELECTRE III и метода анализа иерархий при решении многокритериальных задач /Нефедов А.С. //Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2018. Т. 2. С. 9-15.