

УПРАВЛЕНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, АВТОМАТИЗАЦИЯ

DOI: 10.24143/2072-9502-2021-1-7-15
УДК 681.511

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ВАРИАНТА РЕКОНСТРУКЦИИ УСТАНОВОК ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Ю. В. Колотилов¹, И. Г. Воеводин², Ш. К. Шейхгасанов¹

¹*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Российская Федерация*

²*Астраханский государственный университет,
Астрахань, Российская Федерация*

Установка гидроочистки дизельной фракции – достаточно сложный объект управления. Важным критерием процесса гидроочистки является оптимальное управление ресурсами процессов технологических установок. Это подразумевает ведение оптимального режима регулирования основных параметров установок, определяющих качество продуктов на выходе. При недостаточных температуре и давлении, а также других не менее важных режимных параметрах содержание серы в сырье увеличивается, а стоимость выходного продукта, полученного с установки, уменьшается. На российском рынке представлено несколько разновидностей установок гидроочистки, каждая из которых демонстрирует высокую эффективность при работе в определенных режимных параметрах. Предложен итеративно-фрагментарный подход к формированию модели многофакторных предпочтений для выбора эффективных установок гидроочистки с оптимальными режимами параметров. В качестве исходного материала были приняты результаты установок гидроочистки с разным процентным содержанием серы в сырье и перерабатываемой мощностью сырья в год. Испытания отобранных для исследования установок проведены при различных мощностях по сырью, объемной скорости подачи сырья, температуре и циркуляции водородсодержащего газа. Оптимальный подбор варианта установки гидроочистки и его режимных параметров гарантирует высокое качество дизельного топлива.

Ключевые слова: установка гидроочистки, объемная скорость подачи сырья, мощность по сырью, температура процесса, выход стабильного гидрогенизата, циркуляция водородсодержащего газа, коэффициент важности критериев.

Для цитирования: Колотилов Ю. В., Воеводин И. Г., Шейхгасанов Ш. К. Решение задачи многокритериального выбора варианта реконструкции установок гидроочистки дизельного топлива // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2021. № 1. С. 7–15. DOI: 10.24143/2072-9502-2021-1-7-15.

Введение

Одними из основных задач химической технологии являются создание новых высокоэффективных процессов и совершенствование уже существующих. Решение этих задач возможно только с помощью разработки и использования систем автоматического проектирования и оптимизации химико-технологических процессов [1–3].

При автоматизации технологических процессов нефтегазовой промышленности важным критерием является оптимальное управление ресурсами процессов технологических установок. Это подразумевает ведение оптимального режима регулирования основных параметров установок, определяющих качество продуктов на их выходе. Такое ведение технологического процесса повышает эффективность управления предприятием, которое выражается в увеличении его прибыли за счет увеличения качества производимой продукции, что, в свою очередь, повышает стоимость сырья на рынке сбыта и уменьшает его себестоимость.

Формирование модели многофакторных предпочтений для выбора эффективной установки гидроочистки

Существует достаточно большое количество установок гидроочистки (УГО) дизельного топлива: Л-24-6, Л-24-7 (УГО-1), ЛЧ-24-7 (УГО-2), Секция ГО ЛК-6у (УГО-3), ЛЧ-24-2000 (УГО-4), которые предназначены для снижения содержания азотистых, кислородсодержащих, сернистых и непредельных соединений в сырьевой смеси бензиновых фракций путем каталитических превращений и получения стабильного гидрогенизата [4, 5]. Зачастую выбор определенной УГО из представленного множества является непростой задачей в связи с большим количеством параметров, влияющих на эффективность процесса гидроочистки. Наличие нескольких режимных параметров, влияющих на эффективность гидроочистки, приводит к постановке многокритериальной задачи выявления наиболее эффективной УГО с оптимальными параметрами.

В данной работе приводится итеративно-фрагментарный подход к формированию модели многофакторных предпочтений для выбора эффективной УГО с оптимальными режимами параметров. При реализации итеративного метода процесс принятия решения представляется в виде ряда шагов – от предварительного формирования информации о предпочтениях через ее корректировку для устранения противоречивости до окончательного решения [6–8].

В качестве исходных данных для расчетов были приняты результаты анализа режимов работы УГО с разным процентным содержанием серы в сырье и перерабатываемой мощностью сырья в год. По результатам исследования были выбраны 4 наиболее эффективные УГО, которые впоследствии испытывались детально на режимных параметрах (табл. 1).

Таблица 1

Перечень установок гидроочистки для исследования

Идентификатор	Установка	Содержание серы в сырье, %	Мощность по сырью, тыс. т/год
УГО-1	Л-24-6	0,6–1,6	900
УГО-2	Л-24-7, ЛЧ-24-7	0,6–1,6	1 200
УГО-3	Секция ГО ЛК-6у	0,6–1,6	2 000
УГО-4	ЛЧ-24-2000	0,8	2 000

Испытания отобранных установок проведены при различных мощностях по сырью, объемной скорости подачи сырья, температуре и циркуляции водородсодержащего газа (табл. 2).

Таблица 2

Результаты исследования эффективности работы установок гидроочистки в различных режимах

Установка	Мощность по сырью, Z, тыс. т/год	Объемная скорость подачи сырья, Q, ч ⁻¹	Температура, T, °C	Выход стабильного гидрогенизата, U, % мас., при циркуляции водородсодержащего газа, t, м ³ /м ³				
				t = 250	t = 275	t = 300	t = 325	t = 350
УГО-1	900	3	400	90,1	92,4	94,3	94,5	95,2
	900	3,4	370	89,2	91,7	93,0	94,1	95,3
	900	3,8	340	88,4	90,1	92,2	93,7	94,5
	900	4,2	400	89,0	91,5	93,1	95,3	95,4
	900	4,6	370	86,1	88,2	90,3	92,1	94,5
	900	5	340	85,2	87,4	89,1	91,6	94,1
УГО-2	1 200	3	400	91,0	92,6	94,7	96,2	96,9
	1 200	3,4	370	90,4	93,1	93,8	95,3	95,9
	1 200	3,8	340	88,8	90,2	92,5	94,6	94,1
	1 200	4,2	400	90,2	93,3	93,5	95,4	95,9
	1 200	4,6	370	85,2	89,5	90,1	93,6	95,4
	1 200	5	340	86,2	87,9	88,2	92,0	94,9
УГО-3	2 000	3	400	89,1	90,3	93,2	95,2	95,3
	2 000	3,4	370	88,2	93,1	93,6	95,2	95,1
	2 000	3,8	340	88,7	90,1	92,0	94,5	94,9
	2 000	4,2	400	90,2	93,8	93,6	95,1	95,7
	2 000	4,6	370	85,0	89,1	90,4	93,2	94,1
	2 000	5	340	84,6	87,2	88,5	92,2	93,7
УГО-4	2 000	3	400	91,5	92,1	93,7	95,4	96,5
	2 000	3,4	370	90,2	92,4	93,1	95,2	95,7
	2 000	3,8	340	89,5	90,1	92,3	94,8	94,6
	2 000	4,2	400	89,7	92,7	93,0	95,1	95,2
	2 000	4,6	370	87,6	88,9	89,8	92,9	94,8
	2 000	5	340	86,5	87,1	88,5	92,4	93,4

Идентификация наиболее эффективной УГО выполнена путем анализа двухуровневой иерархической структуры многокритериальной задачи.

Уровень 0. Цель – ранжирование УГО по уровню оптимальности режимных параметров.

Уровень 1. Критерии формирования режимных параметров: объемная скорость подачи сырья, температура процесса, выход стабильного гидрогенизата, циркуляция водородсодержащего газа, мощность по сырью.

Для определения коэффициентов важности (весов) критериев формирования режимных параметров воспользуемся методом парных сравнений, который широко используется в методе анализа иерархий [9–11]. В данной работе предложена следующая матрица парных сравнений (табл. 3).

Таблица 3

Матрица парных сравнений относительных весов параметров установок гидроочистки

Параметр	Объемная скорость подачи сырья, Q , ч ⁻¹	Температура, T , °C	Выход стабильного гидрогенизата, U , % мас.	Циркуляция водородсодержащего газа, t , м ³ /м ³	Мощность по сырью, Z , тыс. т/год	Компоненты вектора приоритетов критериев
Объемная скорость подачи сырья, Q , ч ⁻¹	1	5	1/3	3	1	0,205
Температура, T , °C	1/5	1	1/7	2	1/2	0,073
Выход стабильного гидрогенизата, U , % мас.	3	7	1	7	3	0,503
Циркуляция водородсодержащего газа, t , м ³ /м ³	1/3	1/2	1/7	1	1/2	0,061
Мощность по сырью, Z , тыс. т/год	1	2	1/3	2	1	0,158
Сумма величин компонентов вектора приоритетов критериев						1

В большинстве методов многокритериальной оптимизации принятие решения формируется с использованием числовых значений коэффициентов важности критериев [12–14] (табл. 4).

Таблица 4

Коэффициенты важности критериев

Параметр	Идентификатор критерия	Идентификатор коэффициента важности	Коэффициент важности
Объемная скорость подачи сырья, Q , ч ⁻¹	K_1	A_1	$A_1 = 0,205$
Температура, T , °C	K_2	A_2	$A_2 = 0,073$
Выход стабильного гидрогенизата, U , % мас.	K_3	A_3	$A_3 = 0,503$
Циркуляция водородсодержащего газа, t , м ³ /м ³	K_4	A_4	$A_4 = 0,061$
Мощность по сырью, Z , тыс. т/год	K_5	A_5	$A_5 = 0,158$
Сумма величин коэффициентов важности критериев			1

Каждое из значений критериев определено на основе нормирования (табл. 5).

В качестве функции нормирования выбрана линейная функция такая, что в диапазоне изменения исходного параметра она принимает значения от 0 до 1, при этом «0» соответствует наихудшему варианту эффективности, а «1» – наилучшему, и эксперт может самостоятельно выбрать, какое из значений соответствует наихудшему развитию событий [15]. Например, для *мощности по сырью* были выбраны в качестве минимального значения 900 тыс. т/год, максимального – 2 000 тыс. т/год (по фактическим минимуму и максимуму проектной мощности установок).

Нормированные значения критериев

Установка	Мощность по сырью, K_5	Объемная скорость подачи сырья, K_1	Температура, K_2	Выход стабильного гидрогенизата, K_3 , при циркуляции водородсодержащего газа, K_4				
				$K_4 = 1,000$	$K_4 = 0,750$	$K_4 = 0,500$	$K_4 = 0,250$	$K_4 = 0,000$
УГО-1	0,000	0,000	0,000	0,447	0,634	0,789	0,805	0,862
	0,000	0,200	0,500	0,374	0,577	0,683	0,772	0,870
	0,000	0,400	1,000	0,309	0,447	0,618	0,740	0,805
	0,000	0,600	0,000	0,358	0,561	0,691	0,870	0,878
	0,000	0,800	0,500	0,122	0,293	0,463	0,610	0,805
УГО-2	0,000	1,000	1,000	0,049	0,228	0,366	0,569	0,772
	0,273	0,000	0,000	0,520	0,650	0,821	0,943	1,000
	0,273	0,200	0,500	0,472	0,691	0,748	0,870	0,919
	0,273	0,400	1,000	0,341	0,455	0,642	0,813	0,772
	0,273	0,600	0,000	0,455	0,707	0,724	0,878	0,919
УГО-3	0,273	0,800	0,500	0,049	0,398	0,447	0,732	0,878
	0,273	1,000	1,000	0,130	0,268	0,293	0,602	0,837
	1,000	0,000	0,000	0,366	0,463	0,699	0,862	0,870
	1,000	0,200	0,500	0,293	0,691	0,732	0,862	0,854
	1,000	0,400	1,000	0,333	0,447	0,602	0,805	0,837
УГО-4	1,000	0,600	0,000	0,455	0,748	0,732	0,854	0,902
	1,000	0,800	0,500	0,033	0,366	0,472	0,699	0,772
	1,000	1,000	1,000	0,000	0,211	0,317	0,618	0,740
	1,000	0,000	0,000	0,561	0,610	0,740	0,878	0,967
	1,000	0,200	0,500	0,455	0,634	0,691	0,862	0,902
УГО-4	1,000	0,400	1,000	0,398	0,447	0,626	0,829	0,813
	1,000	0,600	0,000	0,415	0,659	0,683	0,854	0,862
	1,000	0,800	0,500	0,244	0,350	0,423	0,675	0,829
	1,000	1,000	1,000	0,154	0,203	0,317	0,634	0,715

Эксперт определил, что наиболее желательным и приводящим к повышению экономической эффективности вариантом мощности по сырью является наибольшее значение, равное 2 000 тыс. т/год. Поэтому данному исходному значению соответствует нормированное значение, равное 1, а исходному значению 900 тыс. т/год – нормированное значение 0. Промежуточные значения нормируются с помощью линейной интерполяции по полученному уравнению прямой $y = kx + b$, где $0 \leq y \leq 1$; $900 \leq x \leq 2000$; $k = 1/1100$; $b = -9/11$. В этом случае для значения мощности по сырью установок гидроочистки УГО-2 получено нормированное значение критерия $K_5 = (1/1100) \cdot 1200 - 9/11 = 0,273$.

Для выхода стабильного гидрогенизата наибольшее значение рассматривается как наиболее желательное, поэтому ему сопоставляется нормированное значение, равное 1. Промежуточные значения нормируются с помощью линейной интерполяции по полученному уравнению прямой $y = kx + b$, где $0 \leq y \leq 1$; $84,6 \leq x \leq 96,9$; $k = 10/123$; $b = -282/41$. В этом случае для выхода стабильного гидрогенизата на установке гидроочистки УГО-3 было получено нормированное значение критерия $K_3 = (10/123) \cdot 93,7 - 282/41 = 0,740$.

Для показателей температуры и циркуляции водородсодержащего газа наибольшее значение рассматривается как наихудший результат, и нормирование осуществляется таким образом, чтобы наибольшему исходному значению показателя соответствовало нормированное значение, равное 0, а наименьшему – 1 [16].

Самым распространенным в теории обоснования принятия решения является метод «обобщенного критерия», который состоит в «свертывании» набора « m » критериев в один интегральный показатель – в единое числовое значение [17]. Схему построения обобщенного критерия, т. е. функции полезности, в общем случае (когда исходные критерии неоднородны) можно упрощенно представить следующим образом:

1) все исходные критерии приводятся к сопоставимому виду («нормализуются»), т. е. преобразуются в однородные критерии K_i с общей шкалой X_0 ; обычно $X_0 \subseteq [0, \pm 1]$;

2) вводятся количественные оценки относительной важности критериев – коэффициенты важности α_i ;

3) выбирается функция свертки φ , при помощи которой все критерии K_i «сворачиваются» в один обобщенный критерий $\Phi(\alpha, K) = \Phi(\alpha_1, K_1, \dots, \alpha_m, K_m)$.

Успешность этой процедуры определяет оптимальность выбора функции свертки $\Phi = \varphi(\alpha_1, K_1, \dots, \alpha_m, K_m)$.

Наиболее распространенными являются обобщенные критерии, построенные на основе средней взвешенной степенной:

$$\Phi_i = (\alpha_1 \cdot K_1 + \alpha_2 \cdot K_2 + \dots + \alpha_i \cdot K_i)^{1/i}; i = 1, m; t \neq 0.$$

Широко используется также свертка Чебышева – Гермейера

$$\Phi = \min_i \{K_i/\alpha_i\}; i = 1, m.$$

На практике из степенных способов реализации свертки самый распространенный – линейный способ сворачивания критериев, линейная свертка:

$$\Phi = \alpha_1 K_1 + \alpha_2 K_2 + \dots + \alpha_i K_i; i = 1, m.$$

Исходя из общих положений построения линейной свертки можно записать требуемую функцию полезности в виде

$$F = A_1 K_1 + A_2 K_2 + A_3 K_3 + A_4 K_4 + A_5 K_5.$$

В табл. 6 приведены результаты расчета значений функции полезности при всех возможных значениях критериев формирования режимных параметров УГО.

Таблица 6

Значения функции полезности

Установка	Мощность по сырью, K_5	Объемная скорость подачи сырья, K_1	Температура, K_2	Значения функции полезности F при заданных значениях критериев K_1-K_5 *, K_4 – значения критерия циркуляции водородсодержащего газа				
				$K_4=1,000$	$K_4=0,750$	$K_4=0,500$	$K_4=0,250$	$K_4=0,000$
УГО-1	0,000	0,000	0,000	0,286	0,365	0,427	0,420	0,433
	0,000	0,200	0,500	0,327	0,414	0,452	0,481	0,515
	0,000	0,400	1,000	0,372	0,426	0,496	0,542	0,560
	0,000	0,600	0,000	0,364	0,451	0,501	0,576	0,565
	0,000	0,800	0,500	0,323	0,394	0,464	0,523	0,605
	0,000	1,000	1,000	0,364	0,439	0,493	0,580	0,667
УГО-2	0,273	0,000	0,000	0,366	0,416	0,486	0,532	0,546
	0,273	0,200	0,500	0,419	0,514	0,527	0,573	0,582
	0,273	0,400	1,000	0,431	0,473	0,552	0,622	0,586
	0,273	0,600	0,000	0,456	0,568	0,561	0,623	0,628
	0,273	0,800	0,500	0,330	0,490	0,499	0,627	0,685
	0,273	1,000	1,000	0,448	0,502	0,499	0,639	0,742
УГО-3	1,000	0,000	0,000	0,403	0,437	0,540	0,606	0,595
	1,000	0,200	0,500	0,444	0,629	0,634	0,684	0,664
	1,000	0,400	1,000	0,542	0,584	0,646	0,733	0,734
	1,000	0,600	0,000	0,571	0,703	0,679	0,725	0,734
	1,000	0,800	0,500	0,436	0,588	0,626	0,725	0,747
	1,000**	1,000	1,000	0,497	0,588	0,626	0,762	0,808
УГО-4	1,000	0,000	0,000	0,501	0,510	0,560	0,614	0,644
	1,000	0,200	0,500	0,525	0,600	0,613	0,684	0,689
	1,000	0,400	1,000	0,574	0,584	0,658	0,745	0,722
	1,000	0,600	0,000	0,551	0,658	0,655	0,725	0,714
	1,000	0,800	0,500	0,542	0,580	0,602	0,713	0,775
	1,000	1,000	1,000	0,575	0,584	0,626	0,770	0,796

* Значения критерия K_3 приведены в табл. 5.

** Жирным шрифтом выделены значения критериев, которые соответствуют максимальному значению функции полезности.

Таким образом, можем определить показатели эффективного процесса гидроочистки дизельного топлива с учетом выбора типа УГО [18].

Для предложенных коэффициентов важности критериев наиболее эффективным является выбор установки гидроочистки УГО-3 с выходом стабильного гидрогенизата 93,7 % мас. в следующем режиме: температура 340 °С, объемная скорость подачи сырья 5 ч⁻¹, циркуляция водородсодержащего газа 350 м³/м³.

Использование модели многофакторных предпочтений при вариантных расчетах функции полезности

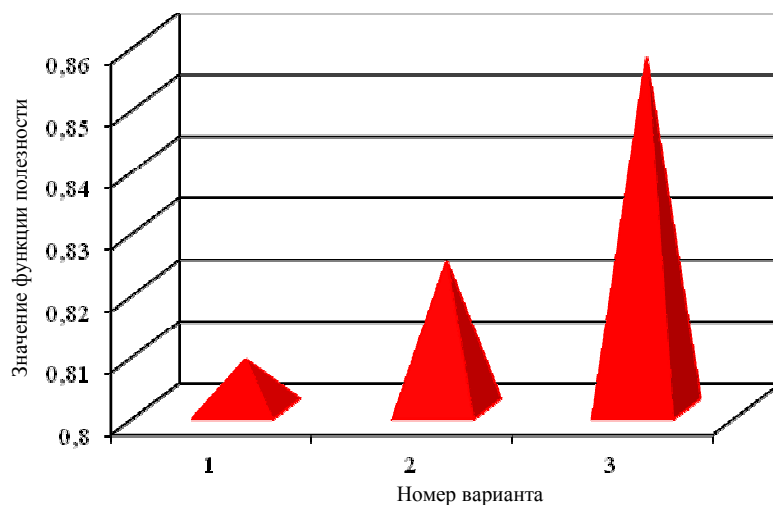
Выше выполнено моделирование выбора эффективного варианта и режимов работы УГО (*вариант 1*). Наилучшим выбором среди всех УГО с максимальным значением функции полезности для данных условий нормирования ($F = 0,808$) в указанных условиях являлась установка УГО-3.

Рассмотрим вариантные расчеты функции полезности в условиях возможной модернизации УГО.

Предположим, что в результате модернизации произошло повышение мощности УГО-1 (*вариант 2*). В результате расчета значений функции полезности имеем: наилучшим выбором среди всех УГО, соответствующим максимальному значению функции полезности ($F = 0,824$), будет являться установка УГО-1 с выходом стабильного гидрогенизата 94,1 % мас., работающая в следующем режиме: температура 340 °С, объемная скорость подачи сырья – 5 ч⁻¹, циркуляция водородсодержащего газа – 350 м³/м³. Мощность по сырью УГО-1 после модернизации увеличена до 2 000 тыс. т/год, при этом мощности по сырью установок УГО-2 – 1 200 тыс. т/год, УГО-3 и УГО-4 – 2 000 тыс. т/год.

Предположим теперь, что модернизации дополнительно подверглась установка УГО-2 с повышением мощности по сырью (*вариант 3*). Расчет значений функции полезности показывает, что теперь наилучшим выбором с максимальным значением функции полезности ($F = 0,857$) станет установка УГО-2 с выходом стабильного гидрогенизата 94,9 % мас., функционирующая в следующем режиме: температура 340 °С, объемная скорость подачи сырья – 5 ч⁻¹, циркуляция водородсодержащего газа – 350 м³/м³, при этом значения мощности всех установок равны 2 000 тыс. т/год.

Результаты вариантных расчетов значений функции полезности в условиях поэтапной модернизации УГО дизельного топлива представлены на рис.



Значения функции полезности при выборе установки гидроочистки в условиях изменения исходных параметров

Следует отметить, что при выполнении вариантных расчетов нас интересует не абсолютная величина функции полезности, а превалирование одного значения величины функции полезности над другим, т. к. сама абсолютная величина не несет никакой информации, кроме возможности ранжирования рассматриваемых объектов или вариантов.

Заключение

Реализация метода построения функции полезности рекомендуется для эффективного выбора установки гидроочистки дизельного топлива. Параметры и показатели режимов работы установок гидроочистки дизельного топлива в совокупности влияют на величину функции полезности как обобщенного критерия принятия решений при оценке эффективности модернизации.

ции установок. Неизменность условий нормирования дает возможность корректно сравнивать между собой значения функции полезности, полученные в различных условиях при различных максимальных и минимальных значениях параметров в различных вариантах, при этом значения функции полезности для данного неизменного сочетания параметров не меняются при переходе от одного варианта к другому. В инвариантных условиях нормирования значений величин показателей значение функции полезности может быть использовано как достоверный индикатор ранжирования принимаемых решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябова В. И., Филатов А. К., Яхин Б. А., Антипов В. А., Сидоров Г. М. Исследование эффективности реагентов для проведения деэмульсации водонефтяных эмульсий // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. № 2 (108). С. 52–58.
2. Байков И. Р., Смородова О. В., Китаев С. В., Петров М. Г., Рязанов Н. Р. Современные тенденции развития насосостроения для нефтегазовой отрасли // Территория Нефтегаз. 2017. № 5. С. 30–36.
3. Альмухаметова Э. М. Теоретическое исследование изменения концентрации деэмульгатора от соотношения фаз в продукции // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. № 1 (95). С. 26–29.
4. Гумеров А. Г., Карамышев В. Г., Тогашева А. Р., Хазитов Р. Х. Применение деэмульгаторов в процессах подготовки нефти к транспорту // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2006. № 66. С. 27–34.
5. Схиртладзе А. Г., Федотов А. В., Хомченко В. Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. М.: Абрис, 2018. 565 с.
6. Анфилатов В. С., Емельянов А. А., Кукушкин А. А. Системный анализ в управлении: учеб. пособие. М.: ФиС, 2018. 368 с.
7. Дрогобыцкий И. Н. Системный анализ в экономике. М.: ЮНИТИ, 2018. 423 с.
8. Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем и системный анализ. М.: Юрайт, 2018. 616 с.
9. Кравченко Т. К., Исаев Д. В. Системы поддержки принятия решений. М.: Юрайт, 2017. 292 с.
10. Болотова Л. С. Системы поддержки принятия решений. М.: Юрайт, 2017. Ч. 1. 258 с.
11. Болотова Л. С. Системы поддержки принятия решений. М.: Юрайт, 2017. Ч. 2. 250 с.
12. Аксенова О. А., Войтенко С. С., Гадасина Л. В. и др. Теория принятия решений. М.: Юрайт, 2020. Т. 1. 250 с.
13. Аксенова О. А., Войтенко С. С., Гадасина Л. В. и др. Теория принятия решений. М.: Юрайт, 2020. Т. 2. 431 с.
14. Аксенов К. А., Гончарова Н. В. Системы поддержки принятия решений. М.: Юрайт, 2020. Ч. 1. 103 с.
15. Аксенов К. А., Гончарова Н. В., Аксенова О. П. Системы поддержки принятия решений. М.: Юрайт, 2020. Ч. 2. 126 с.
16. Ахмедов К. С. Основы теории и принципы разработки системы оптимального планирования и управления работой газодобывающих предприятий: дис. ... д-ра техн. наук. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2019. 364 с.
17. Ахмедов К. С., Толпаев В. А. Разработка методики количественной оценки качества выполнения КРС и ГТМ // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2017. № 3. С. 52–60.
18. Будяков А. Н. Методы и алгоритмы принятия решений по выбору оборудования технических систем при нечетких целевых требованиях: дис. ... канд. техн. наук. Тамбов: Изд-во Тамб. ГТУ, 2018. 116 с.

Статья поступила в редакцию 03.12.2020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Колотилев Юрий Васильевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры высшей и прикладной математики; kolotilov_yury@mail.ru.

Воеводин Илья Геннадьевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный университет; канд. техн. наук; доцент кафедры информационных технологий и безопасности; ilya.voevodin@gmail.com.

Шейхгасанов Шамсутдин Кадиевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры высшей и прикладной математики; sheih0113@mail.ru.



SOLVING PROBLEM OF MULTICRITERIA CHOICE FOR RECONSTRUCTING DIESEL FUEL HYDROFINING PLANTS

Yu. V. Kolotilov¹, I. G. Voevodin², Sh. K. Sheikhgasanov¹

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russian Federation*

*Astrakhan State University,
Astrakhan, Russian Federation*

Abstract. The article describes a diesel fraction hydrofining plant as a rather complex object of management where an important criterion is the optimal resource management of the processes of technological units. This implies maintaining the optimal mode for regulation of the main parameters of the plants, which determine the output product quality. Under inadequate temperature and pressure values, as well as other insufficient operating parameters, the sulfur content in the raw material increases and the cost of the output product decreases. There are several types of hydrofining plants on the Russian market, each of them shows high operating efficiency under different modes. An iterative-fragmentary approach for developing a model of multifactor preferences for selecting the efficient hydrofining plants with optimal modes has been proposed. The results of hydrofining plants processing the different concentrations of sulfur in the raw material and different amounts of the raw material per year were taken as the initial data. Testing of the plants chosen for the study was carried out under different power loads for the raw materials, volumetric feed rates, temperature and hydrogen-containing gas circulation. The optimal choice of the hydrofining plant model and its operating parameters guarantees the high quality of diesel fuel.

Key words: hydrofining plant, volumetric feed rate, feed capacity, process temperature, stable hydrogenate output, hydrogen-containing gas circulation, criteria importance factors.

For citation: Kolotilov Yu. V., Voevodin I. G., Sheikhgasanov Sh. K. Solving problem of multicriteria choice for reconstructing diesel fuel hydrofining plants. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics*. 2021;1:7-15. (In Russ.) DOI: 10.24143/2072-9502-2021-1-7-15.

REFERENCES

1. Riabova V. I., Filatov A. K., Iakhin B. A., Antipov V. A., Sidorov G. M. Issledovanie effektivnosti reagentov dlia provedeniia deemul'satsii vodoneftianyk emul'sii [Research of effectiveness of reagents for demulsification of oil-water emulsions]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov*, 2017, no. 2 (108), pp. 52-58.
2. Baikov I. R., Smorodova O. V., Kitaev S. V., Petrov M. G., Riazapov N. R. Sovremennye tendentsii razvitiia nasosostroeniia dlia neftegazovoi otrasli [Modern trends in development of pump engineering for oil and gas industry]. *Territoriiia Neftegaz*, 2017, no. 5, pp. 30-36.
3. Al'mukhametova E. M. Teoreticheskoe issledovanie izmeneniia kontsentratsii deemul'gatora ot sootnosheniia faz v produktsii [Theoretical study of changes in demulsifier concentration from ratio of phases in production]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov*, 2014, no. 1 (95), pp. 26-29.
4. Gumerov A. G., Karamyshev V. G., Togasheva A. R., Khazipov R. Kh. Primenenie deemul'gatorov v protsessakh podgotovki nefi k transportu [Application of demulsifiers in processes of oil preparation for transport]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov*, 2006, no. 66, pp. 27-34.
5. Skhirtladze A. G., Fedotov A. V., Khomchenko V. G. *Avtomatizatsiia tekhnologicheskikh protsessov i proizvodstv: uchebnik* [Automation of technological processes and productions: textbook]. Moscow, Abris Publ., 2018. 565 p.

6. Anfilatov V. S., Emel'ianov A. A., Kukushkin A. A. *Sistemnyi analiz v upravlenii: uchebnoe popsobie* [System analysis in management: teaching guide]. Moscow, FiS Publ., 2018. 368 p.
7. Drogobytskii I. N. *Sistemnyi analiz v ekonomike* [System analysis in economics]. Moscow, IuNITI Publ., 2018. 423 p.
8. Volkova V. N., Denisov A. A. *Teoriia sistem i sistemnyi analiz* [Theory of systems and system analysis]. Moscow, Iurait Publ., 2018. 616 p.
9. Kravchenko T. K., Isaev D. V. *Sistemy podderzhki priniatiia reshenii* [Decision support systems]. Moscow, Iurait Publ., 2017. 292 p.
10. Bolotova L. S. *Sistemy podderzhki priniatiia reshenii* [Decision support systems]. Moscow, Iurait Publ., 2017. Part 1. 258 p.
11. Bolotova L. S. *Sistemy podderzhki priniatiia reshenii* [Decision support systems]. Moscow, Iurait Publ., 2017. Part 2. 250 p.
12. Aksenova O. A., Voitenko S. S., Gadasina L. V. i dr. *Teoriia priniatiia reshenii* [Decision-making theory]. Moscow, Iurait Publ., 2020. Vol. 1. 250 p.
13. Aksenova O. A., Voitenko S. S., Gadasina L. V. i dr. *Teoriia priniatiia reshenii* [Decision-making theory]. Moscow, Iurait Publ., 2020. Vol. 2. 431 p.
14. Aksenov K. A., Goncharova N. V. *Sistemy podderzhki priniatiia reshenii* [Decision support systems]. Moscow, Iurait Publ., 2020. Part 2. 103 p.
15. Aksenov K. A., Goncharova N. V., Aksenova O. P. *Sistemy podderzhki priniatiia reshenii* [Decision support systems]. Moscow, Iurait Publ., 2020. Part 2. 126 p.
16. Akhmedov K. S. *Osnovy teorii i printsipy razrabotki sistemy optimal'nogo planirovaniia i upravleniia rabotoi gazodobyvaiushchikh predpriatii. Dissertatsiia ... d-ra tekhn. nauk* [Fundamentals of theory and principles of development of optimal planning system and managing work of gas production enterprises. Diss. ... Dr.Tech.Sci.]. Stavropol', Izd-vo SKFU, 2019. 364 p.
17. Akhmedov K. S., Tolpaev V. A. *Razrabotka metodiki kolichestvennoi otsenki kachestva vypolneniia KRS i GTM* [Development of method for quantitative assessment of quality of workover and geological and technical measures]. *Oborudovanie i tekhnologii dlia neftegazovogo kompleksa*, 2017, no. 3, pp. 52-60.
18. Budiakov A. N. *Metody i algoritmy priniatiia reshenii po vyboru oborudovaniia tekhnicheskikh sistem pri nechetkikh tselevykh trebovaniiax. Dissertatsiia ... kand. tekhn. nauk* [Methods and algorithms for making decisions on choice of equipment for technical systems with fuzzy target requirements. Diss. ... Cand.Tech.Sci.]. Tambov, Izd-vo Tamb. GTU, 2018. 116 p.

The article submitted to the editors 03.12.2020

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kolotilov Yury Vasilievich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Higher and Applied Mathematics; kolotilov_yury@mail.ru.

Voevodin Ilya Gennadievich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State University; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Information Technologies and Security; ilya.voevodin@gmail.com.

Sheikhgasanov Shamsutdin Kadievich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Higher and Applied Mathematics; sheih0113@mail.ru.

