

ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕДОБЫЧИ, НЕФТЕХИМИИ, НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

УДК 502.171

Я. С. Мухтаров, Р. Ш. Суфиянов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ

Ключевые слова: обезвреживание нефтезагрязненных грунтов, экстрагирование углеводородов.

Обоснована технология обезвреживания нефтезагрязненных грунтов и определены технологические параметры процесса экстрагирования углеводородов нефти низкокипящим экстрагентом.

Keywords: rendering safe oily soils, extracting petroleum hydrocarbons.

The technology for rendering safe oily soils is validated and process parameters for extracting petroleum hydrocarbons with volatile extractant are determined

Для нейтрализации отрицательного воздействия нефтесодержащих грунтов (НСГ) на окружающую природную среду предложено множество методов, отличающихся аппаратным оформлением и технологическими режимами. Выбор метода обезвреживания нефтесодержащих грунтов представляет собой многокритериальную задачу и зависит от множества факторов: физико-химического состава НСГ, экологических требований к конечному продукту обезвреживания (КПО), затрат на обезвреживание и т.д.

Предположим, нам необходимо обезвредить нефтезагрязненный грунт, содержащий около 15% нефти (нефтепродуктов). Рассмотрим наиболее известные методы обезвреживания: низкотемпературную термическую десорбцию (НТД), трехфазную сепарацию (ТФС), термообработку (Т), экстрагирование (Э), химический метод (Х), химический с предварительным экстрагированием углеводородов нефти (ХПЭ).

Используя аналитическую иерархическую процедуру Саати [1], проведем оценку i -альтернатив на основе сравнения весов j -критериев в условиях неполной информации и зададимся целью выбрать наиболее эффективный и экономически целесообразный метод обезвреживания НСГ.

Для оценки методов используем следующие три критерия: экологическую безопасность конечного продукта обезвреживания (ЭБКПО); извлечение вторичных сырьевых ресурсов (ИВСР); применение конечного продукта обезвреживания (ПКПО).

Когда имеющиеся объективные оценки приближительны, в соответствии с процедурой Саати [1] рекомендуется использование парных сравнений альтернатив (метод строчных сумм) по шкале следующего типа: 1 – одинаковая значимость; 3 – слабая значимость; 5 – существенная значимость; 7 – очевидная значимость; 9 – абсолютная значимость; 2, 4, 6, 8 – ситуации, когда необходимо компромиссное решение. Сопоставим перечисленные методы по критериям с расчетом весовых коэффициентов альтернатив.

Сравниваем критерии по степени их важности с учётом весовых коэффициентов критериев. В табл. 1 представлены сводные результаты линейной свертки и интегральные оценки альтернатив P_i .

Таблица 1 - Сводные данные

	Критерии				P_i
		ЭБКПО	ИВСР	ПКПО	
Альтернативы	НТД	0,18	0,36	0,10	0,23
	ТФС	0,05	0,20	0,08	0,09
	Т	0,27	0,03	0,21	0,20
	Э	0,05	0,19	0,08	0,09
	Х	0,16	0,03	0,24	0,13
	ХПЭ	0,29	0,19	0,29	0,26
Сумма					1,00

Таким образом, сравнение различных известных методов обезвреживания нефтесодержащих грунтов показывает, что к одним из наиболее удовлетворяющих условию эффективность/стоимость с наибольшей вероятностью может быть отнесен химический метод обезвреживания, но при условии предварительного извлечения углеводородов.

Расходы, связанные с предварительным экстрагированием углеводородов из НСГ, могут быть уменьшены возвращением в оборот извлеченных вторичных сырьевых ресурсов и снижением количества затрачиваемого оксида кальция, применяющегося при их последующем химическом обезвреживании [2-4].

В качестве экстрагента для извлечения углеводородов был выбран метиленхлорид. Выбор данного растворителя обусловлен тем, что он обладает селективностью по отношению к углеводородам нефти, имеет низкую температуру кипения, что снижает затраты на регенерацию экстрагента; отличается высокой плотностью, что важно для эффективного разделения экстракта; кроме того, метиленхлорид негорюч, невзрывоопасен и нетоксичен.

Были проведены эксперименты по опреде-

лению влияния кратности соотношения «растворитель : НСГ» на эффективность экстракции углеводородов из нефтесодержащих грунтов метилхлоридом. В качестве НСГ использовались образцы, приготовленные на основе песка с добавлением нефти в количестве 5, 10 и 15%.

На рис. 1 и 2 представлены графики изменения количества извлекаемых углеводородов в зависимости от количества содержания нефти в ис-

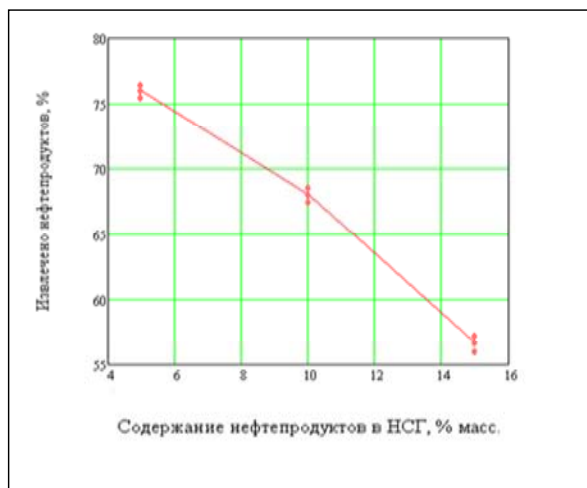


Рис. 1 - График зависимости степени извлечения нефтепродуктов (%) в зависимости от содержания нефти в НСГ при соотношении «растворитель : НСГ» = 2:1

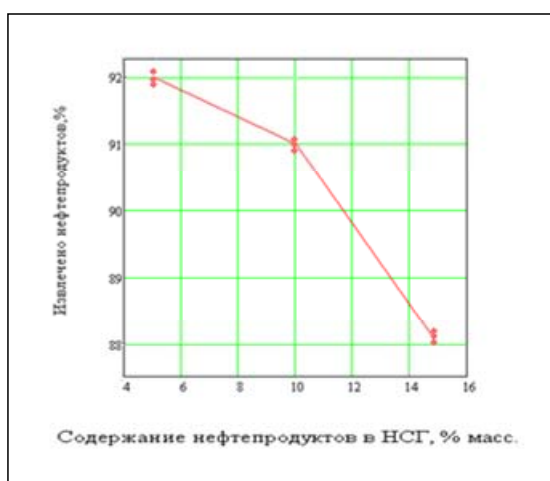


Рис. 2 - График зависимости степени извлечения нефтепродуктов (%) в зависимости от содержания нефти в НСГ при соотношении «растворитель : НСГ» = 4:1

ходных образцах при кратности соотношения 2 : 1 и 4 : 1 соответственно.

Установлено, что при увеличении соотношения от 2 : 1 до 4 : 1 для НСГ с 5% нефти эффективность экстрагирования нефтепродуктов возрастает от 76 до 92%, а для НСГ с 15% нефти от 57 до 88%. При этом влияние кратности разбавления заметнее всего проявляется при повышении содержания нефтепродуктов в НСГ: для НСГ с 5% нефти степень извлечения нефтепродуктов при повышении кратности возросла на 21%, а для НСГ с 15% нефти на 54%.

Температура в ходе процесса оказывает существенное влияние на эффективность экстрагирования, поэтому для определения данной зависимости были проведены соответствующие эксперименты. На рис. 3 представлены полученные результаты

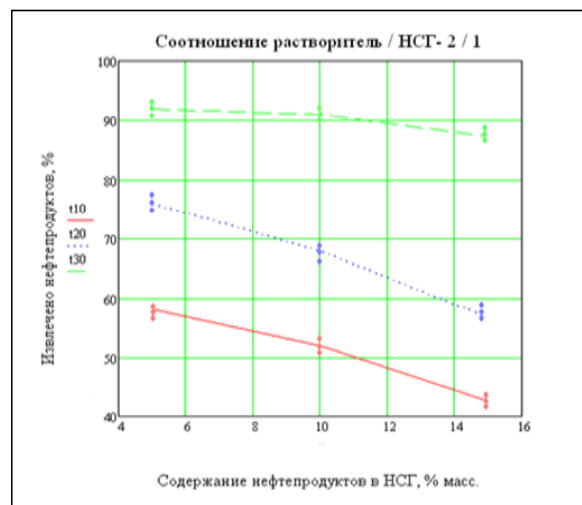


Рис. 3 - Графики зависимости степени извлечения нефтепродуктов (%) в зависимости от температуры проведения экстракции и содержания нефти в НСГ при соотношении «растворитель : НСГ» = 2:1: — при 10°C; ... при 20°C; - - - при 30°C

для соотношения «растворитель : НСГ» = 2 : 1, а на рис. 4 для соотношения 4 : 1.

Минимальная эффективность извлечения



Рис. 4 - Графики зависимости степени извлечения нефтепродуктов (%) в зависимости от температуры проведения экстракции и содержания нефти в НСГ при соотношении «растворитель : НСГ» = 4:1: — при 10°C; ... при 20°C; - - - при 30°C

углеводородов нефтепродуктов (43%) достигнута при температуре проведения процесса 10°C для НСГ с 15%-ми нефти (при соотношении «растворитель : НСГ» = 2 : 1), а максимальная (94%) при температуре 30°C для НСГ с 5%-ми нефти (при соотношении «растворитель : НСГ» = 4 : 1).

При этом наибольший градиент извлекаемости углеводородов (от 57 до 88%) отмечен в ин-

тервале температур 20–30°C для НСГ с 15%-ми нефти при соотношении «растворитель : НСГ» = 2 : 1 и в интервале температур 10–20°C (от 75 до 88%) для НСГ с 15%-ми нефти, при соотношении «растворитель : НСГ» = 4 : 1.

Проведенные эксперименты показали, что на извлечение нефтепродуктов при максимальной температуре проведения эксперимента (30°C), содержание нефти в НСГ оказывает незначительное влияние вне зависимости от соотношения «растворитель : НСГ». При соотношении «растворитель : НСГ» = 4 : 1 процесс экстракции более устойчив к изменениям содержания нефти в НСГ, что особенно важно в реальных условиях, когда содержание нефти (нефтепродуктов) в нефтесодержащих грунтах нестабильно.

Литература

1. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ. / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
2. Суфиянов, Р.Ш. Исследование влияния реагентов на эффективность химического обезвреживания нефтесодержащих грунтов / Р.Ш. Суфиянов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2011. – № 4. – С. 12-16.
3. Мухтаров, Я.С. Влияние потерь растворителя на рентабельность процесса обезвреживания нефтезагрязненных грунтов / Я.С. Мухтаров, Р.Ш. Суфиянов, В.А. Лашков // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2012. – № 11. – С. 197-198.
4. Мухтаров, Я.С. Моделирование процесса обращения с нефтезагрязненными грунтами / Я.С. Мухтаров, Р.Ш. Суфиянов, Н.И. Гданский, В.А. Лашков // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2012. – № 11. – С. 201-204.

© **Я. С. Мухтаров** – д-р техн. наук, проф. каф. машиноведения КНИТУ, lashkov_dm@kstu.ru; **Р.Ш. Суфиянов** – канд. техн. наук, доц. каф. переработки природных материалов МГУИЭ.