

Возрастание потребности промышленности нефтехимического комплекса в углеводородном сырье требует вовлечения в переработку нефтесодержащих грунтов (НСГ). Актуальность и масштабность проблемы обусловлены возрастанием аварий на нефте(продукто)проводах в связи с превышением сроков их эксплуатации в результате которых образуется большое количество нефтесодержащих грунтов [1]. Нефтесодержащие грунты имеют большую неоднородность по влажности, по составу органической и минеральной частей, что необходимо учитывать при создании технологических процессов для их переработки. Известные методы переработки нефтесодержащих грунтов, различаются применяемыми технологиями, конструктивными особенностями, возможностями ресурсосбережения, энерго- и капиталоемкостью. Выбор наиболее эффективного метода переработки, должен базироваться на принципах сбережения невозобновляемых природных ресурсов и экономической целесообразности применяемых технологий [2], включающих условия наиболее полного извлечения углеводородов, превращения переработанного грунта – конечного продукта утилизации (КПУ) в инертный материал для использования в хозяйственном обороте полученных технически-полезных продуктов. Проведем оценку альтернатив на основе сравнения весов критериев в условиях неполной информации при условии, что необходимо переработать нефтесодержащий грунт с содержанием нефти порядка 10%, Зададимся целью выбрать наиболее рациональный, но в то же время экономически целесообразный (обеспечивающий приемлемую себестоимость) метод переработки. В качестве альтернатив рассмотрим наиболее часто используемые методы: низкотемпературной термической десорбции (НТД), трехфазной сепарации (ТФС), термический (Т), экстрагирования (Э), реагентного капсулирования (РК), реагентного капсулирования с предварительным экстрагированием углеводородов нефти (РКПЭ). Для оценки методов используем вышперечисленные критерии: извлечение вторичных сырьевых ресурсов (ИВСР), дальнейшее применение конечного продукта утилизации (ПКПУ) и экологическая безопасность конечного продукта утилизации (ЭБКПУ). В случае, когда невозможно четко и объективно оценить и выбрать какой либо вариант из рассмотренных альтернатив, используют процедуру Саати [3]. В соответствии с указанной процедуры осуществляют парные сравнения альтернатив (метод строчных сумм) с проставлением баллов по шкале следующего типа: 1 - одинаковая значимость; 3 - слабая значимость; 5 - существенная значимость; 7 - очевидная значимость; 9 - абсолютная значимость; 2, 4, 6, 8 - ситуация, когда необходимо принимать компромиссное решение. Сопоставим рассмотренные технологии по вышперечисленным критериям с расчетом весовых коэффициентов альтернатив. На рис. 1-3 представлены результаты сравнений. В табл. 1 проведены данные парного сравнения критериев и весовых коэффициентов критериев по степени их важности. Рис. 1 - Сравнение методов

по критерию ИВСП Таблица 1 - Оценка частных критериев по степени важности

Критерии ИВСП	ПКПУ	ЭБКПУ	r_j	ИВСП	1,00	5,00	0,20	0,28	ПКПУ	0,20	1,00	0,11	0,05
ЭБКПУ	0,20	9,00	1,00	0,67	Сумма	1,00	Подпись: Рис. 2 - Сравнение методов по критерию ПКПУ						

Рис. 3 - Сравнение методов по критерию ЭБКПУ В табл. 2

представлены сводные результаты линейной свертки и интегральные оценки альтернатив. Таблица 2 - Сводные данные Критерии Альтернативы ИВСП ПКПУ ЭБКПУ r_j

НТД	0,36	0,10	0,18	0,23	ТФС	0,20	0,08	0,05	0,09	Т	0,03	0,21	0,27	0,20	Э	0,19	0,08	0,05	0,09	РК	0,03	0,24	0,16	0,13	РКПЭ	0,19	0,29	0,29	0,26	Сумма	1,00
-----	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	---	------	------	------	------	---	------	------	------	------	----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	------

Выбор метода переработки часто обусловлен его стоимостью, и в этой связи важно при минимальных затратах получить необходимый эффект. В табл. 3 представлены средневзвешенные данные из литературных источников по затратам на переработку одной тонны нефтесодержащего грунта и соответствующие нормированные значения затрат, а также комплексный критерий, представляющий отношение интегральной оценки, учитывающей ресурсосберегающий и экологический аспекты к стоимости метода. Таблица 3 - Данные по стоимости переработки НСГ № Альтернативы Стоимость переработки 1 т НСГ в долл. США Нормированное значение затрат S_j

1. НТД	125	0,21	1,10	2. ТФС	120	0,20	0,45	3. Т	100	0,17	1,18	4. Э	60	0,10	0,90	5. РК	80	0,13	1,00	6. РКПЭ	110	0,19	1,37
--------	-----	------	------	--------	-----	------	------	------	-----	------	------	------	----	------	------	-------	----	------	------	---------	-----	------	------

Таким образом, сравнение различных известных методов переработки нефтесодержащих грунтов показывает, что одним из методов, наиболее удовлетворяющих условию эффективность/стоимость, может быть отнесен метод реагентного капсулирования при условии предварительного извлечения из нефтегрунтов углеводородов нефти. Но при этом, следует отметить, что количество используемого реагента зависит от концентрации нефтяного компонента в нефтегрунте [4] и это количество составляет основную долю затрат при переработке нефтесодержащих грунтов методом реагентного капсулирования