

Р. Ш. Суфиянов

ПОСТРОЕНИЕ РЕГРЕССИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ГРУНТОВ

Ключевые слова: гранулометрический состав, влажность, нефтесодержащий грунт, экстрагирование углеводородов, полный факторный эксперимент.

Проведены экспериментальные исследования процесса извлечения углеводородов различного фракционного состава из нефтесодержащих грунтов, отличающихся по гранулометрическому составу и влажности. Приведены результаты проведенного полного факторного эксперимента.

Keywords: particle size distribution, humidity, oily soil, extraction of hydrocarbons, a full factorial experiment.

Experimental studies of the process of extracting hydrocarbons of different fractional composition of oil-contaminated soils with different particle size distributions and humidity. Presented the results of the full factorial experiment.

Одной из задач, стоящих перед разработчиками технологических процессов переработки нефтесодержащих грунтов (НСГ) с целью извлечения из них вторичных сырьевых ресурсов – углеводородов с помощью растворителей [1, 2], является определение зависимостей между степенью их извлечения (α) и влияющих на этот параметр факторов.

Важными факторами, оказывающими влияние на эффективность процесса, являются гранулометрический состав [3], влажность грунта и фракционный состав нефтяной компоненты. С целью определения степени их влияния были проведены соответствующие эксперименты.

На рис.1 представлены результаты определения степени эффективности извлечения углеводородов разного фракционного состава из образцов нефтесодержащего песка. Подготовка образцов осуществлялась следующим образом. В образцы из чистого песка в определенных массовых долях были добавлены нефть, светлая и темная фракции, подготовленные из этой же нефти, с интервалами температур кипения, соответственно, от 50 до 250 °C и ≥ 250 °C.

Массовые доли нефтяной компоненты рассчитывались исходя из принятых в условиях экспе-

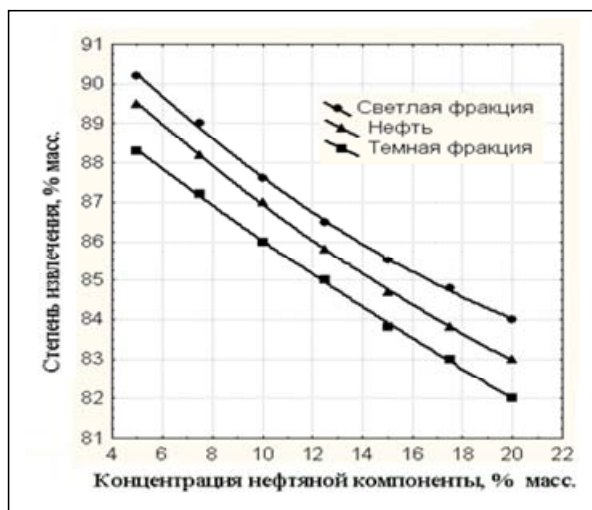


Рис. 1 – Зависимости степени извлечения углеводородов из нефтесодержащего песка

римента концентраций: 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; 20 % масс.

На рис. 2 представлены результаты исследования процесса извлечения углеводородов из образцов нефтесодержащей глины, подготовленных аналогичным способом. При этом в качестве основы образцов использовали мелкодисперсную глину, полученную путем измельчения твердой и сухой глины.

Как видно из полученных результатов, степени извлечения углеводородов из образцов песка и

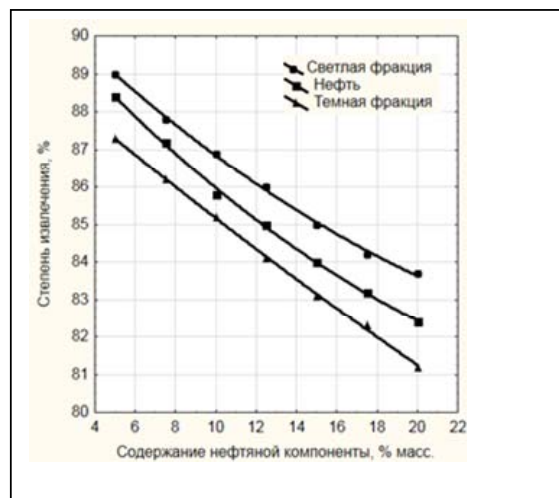


Рис. 2 – Зависимости степени извлечения углеводородов из нефтесодержащей глины

глины отличаются несущественно, что можно объяснить, прежде всего, тем, что исследуемые образцы практически не содержали воды (их влажность составляла $\sim 1\%$), которая, как известно, оказывает существенное влияние на адсорбционно-десорбционные свойства НСГ.

С целью комплексной оценки влияния на α фракционного состава нефтяной компоненты, влажности и гранулометрического состава грунта был поставлен полный факторный эксперимент типа 2^3 [4], интервалы варьирования представлены в табл. 1.

После проверки значимости и адекватности получены следующие уравнения регрессии:

для образцов с нефтью

$$\alpha = 84,40 - 3,24X_1 - 1,40X_2 + 0,45X_3 - 0,15X_{1,2} - 0,28X_{1,3} + 0,03X_{2,3} + 0,05X_{1,2,3} \quad (1)$$

для образцов со светлой фракцией

$$\alpha = 85,30 - 3,18X_1 - 1,30X_2 + 0,43X_3 - 0,30X_{1,2} - 0,23X_{1,3} + 0,03X_{2,3} + 0,05X_{1,2,3} \quad (2)$$

для образцов с темной фракцией

$$\alpha = 83,40 - 3,29X_1 - 1,36X_2 + 0,46X_3 - 0,19X_{1,2} - 0,21X_{1,3} + 0,21X_{2,3} + 0,05X_{1,2,3} \quad (3)$$

Основное влияние на степень извлечения углеводородов из НСГ среди рассмотренных факторов оказывает содержание нефтяной компоненты, затем влажность и гранулометрический состав.

Таблица 1 - Факторы и их интервалы варьирования

Обозначение	Наименование	Уровни варьирования		
		-1	0	1
X_1	Содержание нефтяной компоненты, % масс.	5,0	12,5	0,0
X_2	Влажность, %	1	8	5
X_3	Гранулометрический состав	Глина	Смесь 50/50	Песок

С целью оценки влияния очередности попадания воды или нефти в грунт, были проведены соответствующие эксперименты. Такие ситуации могут возникать при воздействии атмосферных осадков на местах аварийных разливов нефти, например: аварийный разлив произошел на влажный грунт или на место аварийного разлива выпали осадки.

При проведении исследований при подготовке образцов (из песка и глины) меняли очередность добавления нефти и воды. Для различия, образцы в которые предварительно была добавлена вода, названы предварительно увлажненными. Результаты определения степени извлечения углеводородов из образцов представлены в табл. 2.

В образцах из песка α снижается от 1,8 до 2,2% при 5% -ном содержании нефтяной компоненты, а в образцах из глины от 3,2 до 3,7% при 20% -ном содержании.

Наиболее существенное влияние очередности попадания нефти и воды проявляется в нефтесодержащих глинах от 20,4 до 21,9 %.

Таким образом, подводя итоги проведенных

Таблица 2 - Степень извлечения углеводородов из НСГ

Тип грунта	Содержание нефтяной компоненты (5 %)			Содержание нефтяной компоненты (20 %)		
	Светлая	Нефть	Темная	Светлая	Нефть	Темная
Глина сухая	88,9	87,4	88,3	83,6	82,4	81,2
Глина предварительно увлажненная	67,8	67,1	67,4	61,7	61,2	60,8
Песок сухой	90,1	89,4	88,3	84	83,0	82,1
Песок предварительно увлажненный	88,2	87,2	86,5	80,7	79,8	78,4

исследований необходимо отметить следующее:

1. Существенное влияние на степень извлечения углеводородов из нефтесодержащих глин оказывает наличие воды в порах, которая препятствует массопередаче и снижает эффективность процесса экстрагирования углеводородов.

2. При проведении технологического процесса переработки нефтесодержащих глинистых грунтов экстрагированием из них углеводородов, необходимо учитывать, что на величину α могут оказывать существенное влияние и климатические условия их образования.

3. Получены зависимости α углеводородов из песка и глины, содержащих нефтяную компоненту, различных фракционных составов. По мере роста утяжеления фракции (увеличения молекулярной массы углеводородов) нефтяной компоненты прослеживается тенденция снижения степени их извлечения.

4. Проведен полный факторный эксперимент по определению влияния на α гранулометрического состава и влажности грунта, и также фракционного состава нефтяной компоненты. Полученные регрессионные уравнения могут быть использованы для предварительной оценки α углеводородов с учетом перечисленных факторов.

Литература

1. Мухтаров, Я.С. Исследование процесса экстрагирования углеводородов из нефтесодержащих грунтов /Я.С. Мухтаров, Р.Ш. Суфиянов //Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2012. – № 14. – С. 190-192.
2. Мухтаров, Я.С. Моделирование 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.
3. Лашков, В.А. Исследование структурно-механических характеристик нефтезагрязненных грунтов /В.А. Лашков, Р.Ш. Суфиянов //Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2012. – № 10. – С. 256-258.
4. Ахназарова, С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. – М.: Высшая шк., 1985. – 327 с.