

С.М. Простов, профессор, д-р техн. наук
(КузГТУ)

М.В. Гуцал, доцент, к-т техн. наук
(КузГТУ)

Е.А. Шабанов, ст. преподаватель
(КузГТУ)

г. Кемерово

СПОСОБ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ГРУНТЕ

Загрязнение грунтов нефтепродуктами при авариях на месторождениях, при транспортировке и хранении представляет собой острую экологическую проблему. Рост техногенного воздействия на окружающую среду предопределяет необходимость проведения комплекса исследований, направленных на обеспечение безопасного функционирования природных и природно-технических систем.

При очистке грунта от загрязнителя возникает вопрос оценки начального и остаточного загрязнения с целью обоснования наиболее эффективных параметров технологии очистки. Существующие методики количественной оценки содержания нефтяных углеводородов либо весьма трудоемки, либо связаны со значительной потерей времени, необходимого на подготовку и лабораторные испытания образцов загрязненного грунта. В данной работе рассмотрена методика, основанная на количественной оценке содержания нефтепродуктов по измеряемому удельному электрическому сопротивлению (УЭС) загрязненного грунта.

Эффективное УЭС влагонасыщенной горной породы, представляющей собой трехфазную среду, описывается классической эмпирической зависимостью [1]

$$\rho_k = \frac{\alpha \kappa_n}{m^\beta W^\gamma} \rho_e, \quad (1)$$

где m – пористость (поровая пустотность); W – коэффициент влагонасыщения пространства пор и трещин; ρ_e – УЭС раствора, заполняющего поровое пространство, Ом·м; κ_n , α , β , γ – эмпирические параметры, зависящие от структурно-текстурных особенностей исследуемых грунтов (пород); κ_n – параметр, учитывающий поверхностную проводимость глинистого микрослоя на поверхности пор; α – параметр, зависящий от типа геологического отложения; β – параметр, определяемый структурой порового пространства (в основном извилистостью каналов, для уплотненных несвязных грунтов $\beta = 1,3-2,2$); γ – параметр, зависящий от смачиваемости раствором поверхности пор ($\gamma = 1,8-3,5$).

С целью получения данных об электрофизических и электрохимических свойствах природных водных растворов и жидкостей, содержащих загрязняющие вещества, насыщающих грунты, проведены экспериментальные исследования электрических свойств растворов электролитов, содержащих нефтепродукты, с измерением на постоянном и переменном электрическом токе.

На рис. 1 и 2 представлены результаты измерений УЭС $\rho_{\text{Э}}$ раствора NaCl в зависимости от концентрации соли в растворе и частоты переменного тока, УЭС ρ_{H} автомобильных масел и бензина. Из анализа полученных результатов следует, что все нефтепродукты электрически весьма контрастны, т.к. их УЭС не менее чем на 3 порядка превышает УЭС природных водных растворов.

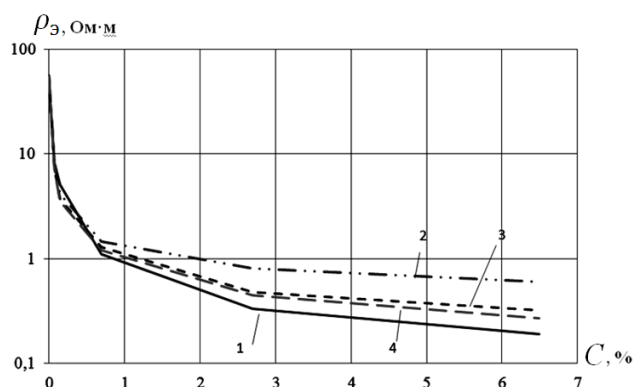


Рис. 1. Зависимость УЭС раствора $\rho_{\text{Э}}$ от концентрации соли C в растворе:
 1 – постоянный ток;
 2 - переменный ток, $f=10$ Гц;
 3 – 200 Гц;
 4 - 1000 Гц

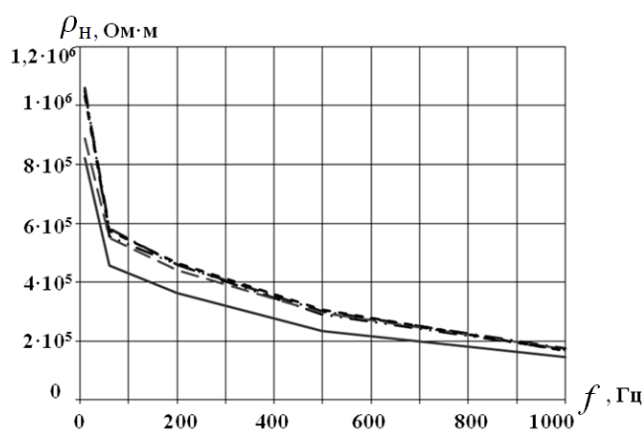


Рис. 2. Зависимость УЭС ρ_{H} моторного масла от частоты переменного тока:
 - *G-Energy F Synth 0W-40*;
 --- - *Mobil Synt S 5W-40*;
 - - - - *Shell Helix Ultra* (отработанное);
 — · · - *Shell Helix Ultra*;
 — - бензин *Аи-92*

Для дальнейшей теоретической оценки содержания нефтепродукта в заполняющей поры грунта жидкости использована зависимость логарифмического средневзвешенного для двухкомпонентной среды, позволяющего с большой достоверностью рассчитать искомую величину [2]:

$$\lg \rho_B = V_H \lg \rho_H + V_{\text{Э}} \lg \rho_{\text{Э}}, \quad (2)$$

где ρ_B , ρ_H , $\rho_{\text{Э}}$ - УЭС соответственно средневзвешенного, нефтепродукта и электролита; V_H , $V_{\text{Э}}$ – объем в растворе соответственно нефтепродукта и электролита.

Предложенная методика реализована в среде Free Pascal (программный продукт Lazarus), алгоритм (блок-схема) компьютерной программы представлен на рис. 3.

В первом блоке программы на основе измеренного УЭС пробы жидкости ρ_{en} с использованием зависимости (1), экспериментальных и справочных данных определяют оптимальные значения структурных параметров β и γ , при которых расчетные значения минимально отличаются от экспериментальных. Во втором блоке на основе полученных результатов с использованием зависимости (2) вычисляют степень загрязнения грунта.

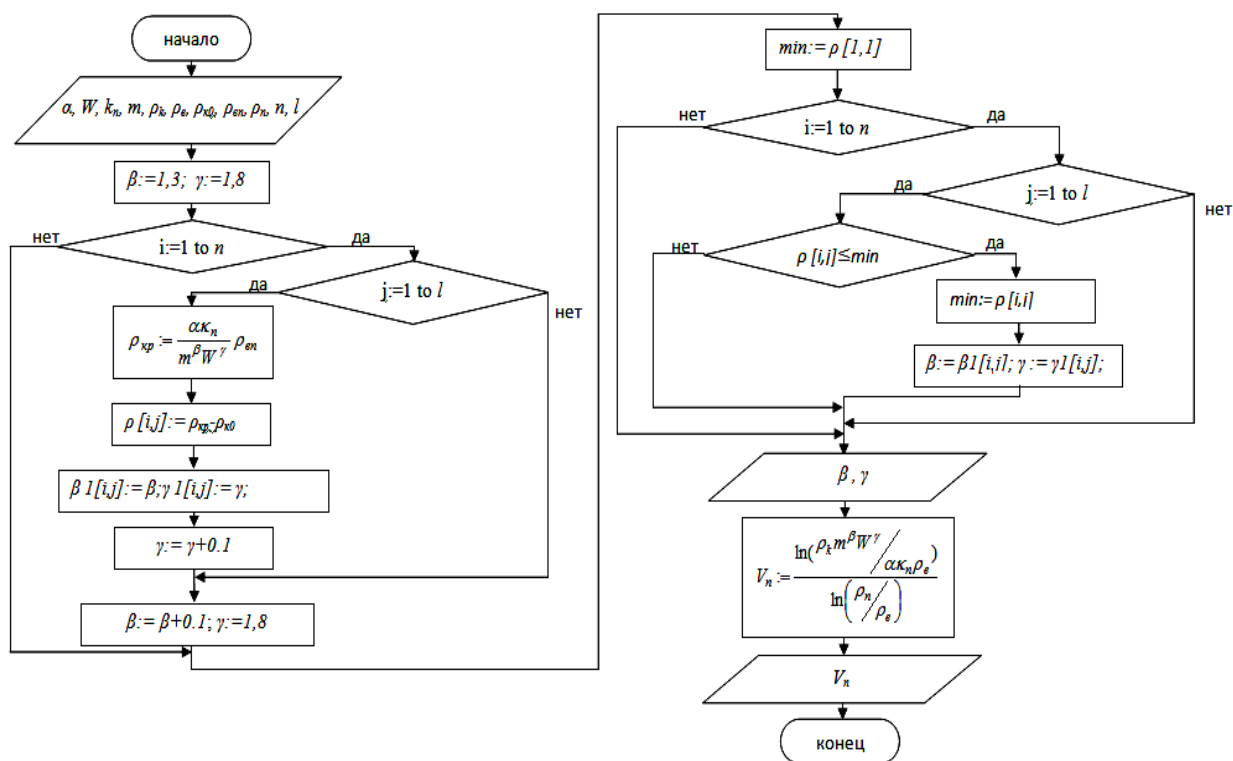


Рис. 3. Блок-схема расчета степени загрязнения грунта нефтепродуктами $\rho_e, \rho_{\kappa 0}, \rho_n$ – УЭС соответственно электролита, грунта вне загрязненной зоны, нефтепродукта; n и l – задаваемое количество циклов поиска оптимальных значений β и γ

Предложенная методика позволяет:

- оперативно оценить степень загрязнения грунта нефтью или нефтепродуктами;
- обосновать рекомендации для принятия решений по выбору оптимальных параметров технологии очистки нефтезагрязненных грунтов и восстановлению природной среды.

Список литературы

1. Простов, С. М. Геоэлектрический контроль зон укрепления глинистых горных пород / С. М. Простов, В. А. Хямяляйнен, М. В. Гуцал, С. П. Бахаева; РАЕН. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 2005. - 127 с.
2. Ржевский, В. В. Основы физики горных пород. – 4-е изд., перераб. и доп. / В. В. Ржевский, Г. Я. Новик. – Москва.: Недра, 1984. – 359 с.