

Шабанов Евгений Анатольевич – к.т.н., доцент,
Вершинин Дмитрий Сергеевич – ст. преподаватель
Кузбасский государственный технический университет им.
Т. Ф. Горбачева г. Кемерово

Shabanov EA, Candidate of Technical Sciences, docent
Vershinin DS, Senior Lecturer
T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЯХ СООРУЖЕНИЙ

COMPUTER MODELS OF PHYSICAL PROCESSES IN OIL- CONTAMINATED SOIL FOUNDATIONS OF STRUCTURES

Аннотация: В данной статье проведен сравнительный анализ методов и особенностей лабораторного эксперимента по электрохимической очистке загрязненного грунта в резервуаре с натурным экспериментом, проведенным на участке грунтового массива в реальных условиях, но искусственно загрязненном нефтепродуктами (бензин, отработанное масло).

Ключевые слова: Загрязнение, нефтепродукты, моделирование, глинистые грунты, неоднородности, электрическое поле.

Одна из главных задач, стоящих перед современным обществом – это сохранение и восстановление окружающей среды от отрицательного антропогенного воздействия. Несмотря на то, что загрязнение литосферы (грунтов) прямого вредного воздействия на человека не оказывает, в отличие от загрязнения атмосферы и гидросферы, однако данная проблема в долгосрочной перспективе может вызвать еще большие катаклизмы [1]. Нефтепродукты являются одними из самых распространённых загрязнителей грунтов, так как все процессы жизнедеятельности современного общества связаны с потреблением нефти и нефтепродуктов, которое в свою очередь сопровождается регулярными утечками в малых объемах с накопительным эффектом, а также авариями и техногенными катастрофами, в результате которых в грунт попадает огромное количество загрязнителя – нефтепродуктов [2].

В настоящее время существует множество способов диагностирования загрязнений грунтов нефтепродуктами, однако все они сводятся к отбору проб и их исследованию в лаборатории, например таким способом как инфракрасной спектроскопией. В работах [3-5]

приведены разработки метода оперативного мониторинга процессов загрязнения и очистки грунтов от нефтепродуктов, который позволяет косвенно по удельному электрическому сопротивлению определять концентрацию загрязнения, что не требует извлечение пробы грунта и ускоренно позволяет определить границы зоны загрязнения. Метод основан на электрических свойствах нефтепродуктов, которые обладают электросопротивлением на 6 порядков выше электросопротивления естественного грунта.

Для очистки загрязненных грунтов существует множество различных способов, основной из которых – это непосредственное извлечение грунта с заменой на чистый, но данный метод, имея явные экономические преимущества, может быть применен лишь на открытой и пригодной для этого территории. Одним из перспективных методов очистки считается электрохимический метод, основанный на пропускании через массив грунта электрического тока и растворение загрязнителя активными веществами.

Для исследования данного метода были проведены расчеты фильтрационных электроосмотических полей с помощью программного комплекса раздела PDE библиотеки MATLAB, производящих расчет методом конечных элементов.

В результате проделанной работы были построены графики изолиний относительной скорости фильтрации в горизонтальной плоскости (рис.1) и плоскости основной оси (рис.2).

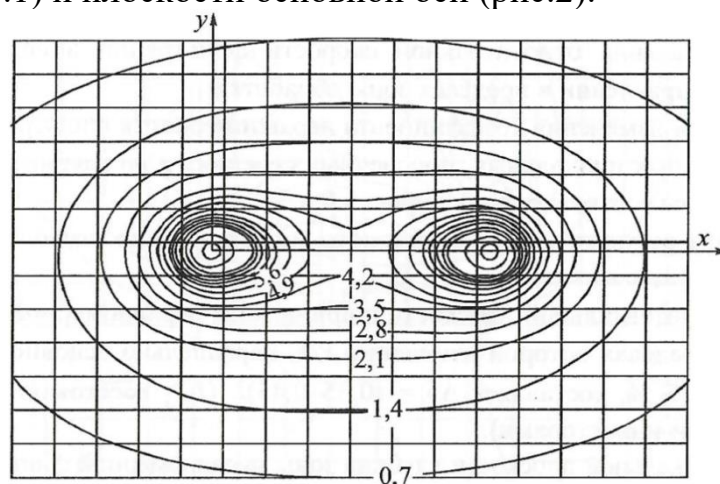


Рис.1. Изолинии относительной скорости фильтрации V/k (в В/м) в горизонтальной плоскости

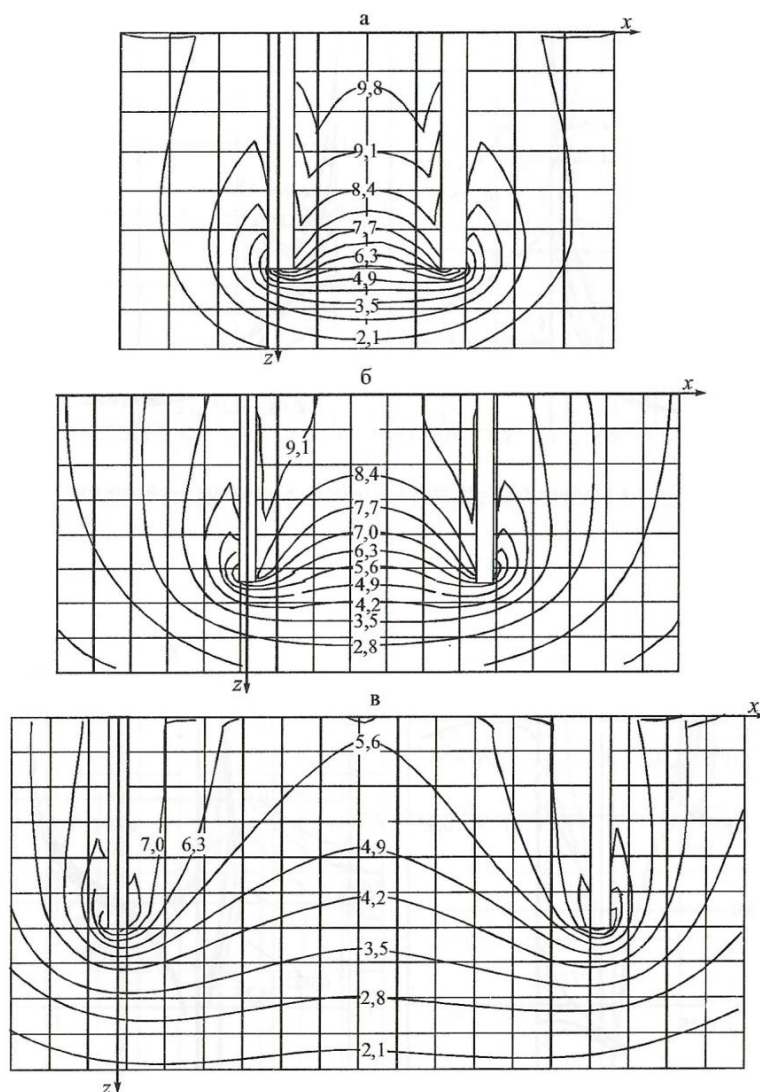


Рис.2. Изолинии относительной скорости фильтрации V/k (в В/м) при $H/L = 2$ (а), $H/L = 1$ (б), $H/L = 0,5$ (в) в плоскости основной оси x установки

Анализ результатов компьютерного моделирования позволяет сделать следующие выводы:

- в горизонтальной плоскости ширина зоны неравномерной фильтрации, в пределах которой изменение V/k , параллельно основной оси x превышает 5 %, составляет $\Delta y = (0,35-0,45)L$ (L – расстояние между электродами-инъекторами);

- в вертикальной плоскости глубина зоны неравномерной фильтрации, в пределах которой изменение V/k , параллельно основной оси x превышает 20 %, составляет $\Delta z = (0,7-0,9)H$ (H – глубина электрода-инъектора), причем меньшее значение Δz соответствует большим отношениям H/L ;

- в границах зоны электрохимической очистки в пространстве между электродами относительная скорость фильтрации V/k , достигает установившегося значения в средней зоне при $x = L/2$, при этом в пределах $z/H < 0,7$ коэффициент неоднородности фильтрации K_n не превышает 1,5.

Исследование проводилось в рамках гранта МК-1212.2020.5 «Геолого-геофизический мониторинг процессов электрохимической очистки грунтовых оснований сооружений от нефтяных загрязнений».

Список литературы

1. Кочетов О. С. Методы сохранения литосферы от загрязнений / О. С. Кочетов, М. В. Сошенко, М. В. Лебедева // Академическая публицистика. 2017. № 12. С. 25-28.
2. Еремеев Е. Г. Загрязнение грунтов нефтепродуктами и способы их ремедиации / Е. Г. Еремеев, А. С. Сахарова // Бюллетень строительной техники. 2020. № 12 (1036). С. 23-24.
3. Шабанов Е. А. Исследование физических свойств грунтов при электроосмотической обработке / Е. А. Шабанов, С. М. Простов, М. В. Гуцал // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2015. № 1 (107). С. 3-7.
4. Простов С. М. Электрофизический мониторинг процессов электроосмотической очистки грунтов от нефтезагрязнений на лабораторных установках / С. М. Простов, Е. А. Шабанов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. № 1 (119). С. 3-15.
5. Простов С. М. Метод оценки загрязнения нефтепродуктами по электрическим свойствам грунтов / С. М. Простов, М. В. Гуцал, Е. А. Шабанов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2015. № 6 (112). С. 38-45.