



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

СЕРГЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Выпуск 8

**Инженерно-экологические изыскания
в строительстве:
теоретические основы, методика, методы
и практика**



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ ГЕОЭКОЛОГИИ,
ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГИДРОГЕОЛОГИИ

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

СЕРГЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, МЕТОДИКА, МЕТОДЫ И ПРАКТИКА

Выпуск 8

**Материалы годичной сессии
Научного совета РАН по проблемам геоэкологии,
инженерной геологии и гидрогеологии
(23 марта 2006 г.)**

Москва
ГЕОС
2006

ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ПОЧВ ОТ УГЛЕВОДОРОДОВ КАК ФАКТОР УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕСУРСА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В.А. Королев, О.В. Романюха

МГУ им. М.В. Ломоносова; 119899, Воробьевы горы, МГУ, геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии. Тел. 939-35-87, korolev@geol.msu.ru

На сегодняшний день для многих крупных городов важной и актуальной проблемой является загрязнение почв нефтепродуктами. Перегруженность многих городов автотранспортом и объектами, которые, так или иначе, связаны с нефтяной промышленностью, создает опасность углеводородного загрязнения геологической среды и изменения геохимической обстановки. Физический износ технологического оборудования, отсутствие контроля за его состоянием, утечки с АЗС и неконтролируемые сбросы машинного масла, все это приводит к проливам нефтепродуктов на местности и попаданию их в почву. При этом происходит гибель почвенных биогеоценозов и деградация почв. Загрязнение городских территорий нефтепродуктами не только наносит экономический ущерб, но и вызывает серьезные нарушения санитарного режима, снижение самоочищающей способности почв, что в свою очередь, ведет к повышению риска распространения патогенных и условно-патогенных микроорганизмов.

В настоящее время разработка эффективных методов очистки почв от нефти является одной из важнейших задач в области экологической геологии. Одним из методов, позволяющих очистить непосредственно в массиве почвенный покров от углеводородных загрязнений, является электрокинетический способ. Применение данного метода в комплексе с другими позволяет в короткие сроки устранить разливы нефти на почве и значительно улучшить санитарное состояние на территориях, непосредственно прилегающих к технологическим объектам.

Исследования электрохимической миграции жидких углеводородов в почвах – одно из важных научных направлений, имеющих большое научное и практическое значение. Последнее связано с проблемами реабилитации территорий, подвергшихся нефтяному загрязнению. Всестороннее изучение вопросов электрохимической миграции углеводородов в почвах необходимо для оценки перспективности использования этого явления при разработке новых экологических технологий и новых методов очистки. Исследование закономерностей и факторов, влияющих на электрокинетическую очистку почв от углеводородов, чему и посвящена настоящая работа, позволит лучше разобраться в механизмах миграции и удаления нефтяных загрязнений.

Исследования электрохимической миграции нефти под действием постоянного электрического тока осуществлялись нами как на модельных, так и природных почвах различной генетической принадлежности. В качестве объекта исследований были выбраны: дерново-подзолистая, серая лесная, темно-серая лесная и типичная черноземная, черноземная луговая и торфяная почвы. Выбор этих почв обусловлен их широким распространением в природе и существенными различиями в свойствах. Образцы природных почв отбирались из почвенных разрезов по горизонтам. Модельные образцы были приготовлены из пасты, исходная

влажность которых соответствовала верхнему пределу пластичности. К природным и модельным образцам добавлялось известное количество нефти, которая затем удалялась из образца с помощью воздействия поля постоянного электрического тока и электроосмоса. В опытах в качестве порового использовался раствор NaCl концентрации 0,01 Н. В данных исследованиях нефть добавлялась в количестве, соответствующем соотношению «вода: нефть» 1 : 0,6.

Изучение миграции нефти в водо-нефтенасыщенных почвах осуществлялось с помощью электроосмотической установки однокамерного типа, в которой образец находился в трубке длиной 10 см и диаметром 2,5 см. К торцам трубки с образцом подключался постоянный электрический ток, и в ходе эксперимента контролировались параметры тока, а также собирался фильтрат. После опыта, который длился в среднем около 5–8 часов, трубка разбиралась, образец разрезался на части, и в каждой части определялась влажность и содержание нефти.

Результаты экспериментов показали, что после проведения электрохимической очистки вдоль оси образцов почв происходит изменение влажности, которая увеличивается от анода к катоду вследствие электроосмотического переноса воды: одновременно с этим содержание нефти вдоль оси образца перераспределяется и увеличивается от катода к аноду. В целом, количество удаляемых таким образом углеводородов составило от 30 до 70 %. Результаты этих исследований показаны на рисунке и в таблице.

Хотя в анодной зоне концентрация нефти снижается, лучше очищается катодная зона. Вероятно, это связано с тем, что в процессе электроосмоса в анодной зоне образца формируется кислая среда ($\text{pH} = 3\text{--}4$), а в катодной – щелочная ($\text{pH} = 12\text{--}14$) [1, 2]. Образующиеся щелочные условия, вероятно, способствуют лучшему растворению некоторых фракций нефти и переходу их из эмульсии в раствор, так как нефть растворима в щелочах, но нерастворима в кислотах. Затем растворенные в щелочи фракции нефти движутся к катоду с поровым электроосмотическим раствором и легче удаляются из образца. На основе полученных результатов можно предположить, что использование в качестве порового раствора щелочных буферных растворов может существенно повысить эффективность электрокинетической очистки нефтезагрязненных почв при электрокинетической очистке в проточном (промывном) режиме.

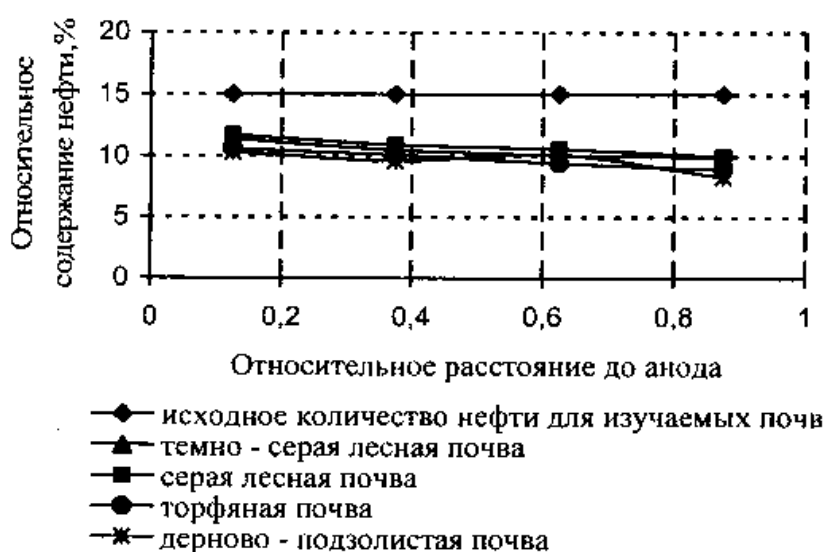


Рис. Перераспределение нефти вдоль оси образцов после проведения электрокинетической очистки.

Таблица. Результаты электрокинетических исследований

Название почвы	Горизонты	Результаты очистки
		Эффективность очистки, %
Чернозем обыкновенный	A ₁	49
Темно серая лесная	A ₁	31
	AB	30
	B ₁	27
Дерново-подзолистая	A ₁	71
	A ₁ A ₂	69
	A ₂	66
Серая лесная	A ₁	29
	A ₁ A ₂	27
	B ₁	24
Черноземная луговая	A ₁	42
Типичная черноземная	A ₁	44
Торфяная почва	T ⁿ	59

В ходе проведенных экспериментов изучались следующие факторы, влияющие на эффективность электроосмотической очистки: исходная влажность почв, исходная плотность, гранулометрический состав почв, их минеральный состав и содержание гумуса, генетические особенности почв.

Результаты электрокинетической очистки показали, что интенсивность миграции нефти возрастает с увеличением количества глинистых минералов и уменьшением содержания водорастворимых солей, так как при прочих равных условиях при этом возрастает толщина диффузного слоя ДЭС, а, следовательно, и скорость электроосмотического переноса. Кроме того, было зафиксировано, что в образцах с более высокой пористостью и низкой плотностью идет более интенсивное вытеснение нефти из пор фильтрующейся водой. Полученные данные также свидетельствуют о том, что снижение числа пластичности (I_p), показателя гидрофильности (K_h) и коллоидной активности (K_a) приводит к уменьшению интенсивности электрохимической миграции и, как следствие, степени очистки почв от углеводородов, так как эти показатели определяют скорость электроосмотической миграции и ее вклад в суммарный процесс электрохимического массопереноса.

В таблице представлены результаты проведенных исследований, свидетельствующие о том, что после пропускания тока величина степени очистки от углеводородов практически у всех образцов была различна. Согласно полученным данным лучший эффект очистки был достигнут в дерново-подзолистой и торфяной почве, для которых суммарная степень очистки всего образца составила 71% и 59% соответственно. Второе по величине количество удаленной нефти наблюдалось в черноземе обыкновенным (49%), черноземной типичной (44%) и черноземной луговой почве (42%), при этом можно отметить, что направление электрохимического массопереноса сохранилось. Минимальное количество вышедшей нефти было зафиксировано в серой лесной (29%) и темно-серой лесной (31%) почвах.

Кроме того, согласно полученным данным степень очистки вниз по почвенному профилю уменьшается. Так, в дерново-подзолистой почве в гумусовом горизонте (A₁) она составила 69%, элювиальном гумусовом (A₁A₂) – 69%, и в элювиальном подзолистом (A₂) – 66%. Та же закономерность наблюдалась в остальных образцах почв.

Аналогичные результаты были получены нами на серии природных образцов почв ненарушенной структуры, отбираемых из определенного горизонта. Во всех образцах наблюдалась очистка почв от нефти, хотя интенсивность этого процесса зависела от химико-минерального состава исследуемых образцов, их физических, структурных и физико-химических особенностей. При этом, максимальная степень очистки была достигнута в дерново-подзолистой почве и составила 69%, а минимальная в серой лесной – 27%.

В целом степень очистки исследуемых почв ненарушенной структуры незначительно отличается от ранее установленной для образцов нарушенной структуры.

Хорошая корреляция кривых перераспределения нефти с профилями изменения влажности и pH порового раствора подтверждает зависимость миграции углеводородов от интенсивности электроосмотического переноса, т.е. все факторы, повышавшие интенсивность электроосмотического переноса, способствуют увеличению интенсивности очистки почв от жидких углеводородов.

Таким образом, показана эффективность электрокинетического метода очистки почв от жидких углеводородов, что имеет важное значение для очистки загрязненных городских и урбанизированных территорий. Полученные результаты исследований электрокинетической миграции нефти в почвах можно рассматривать, как основу для дальнейшей разработки промышленных методов и технологий очистки почв, что имеет большое практическое значение для решения экологических проблем и реабилитации городских и других территорий, загрязненных нефтью.

Литература

1. *Королев В.А.* Очистка грунтов от загрязнений. М.: МАИК «Наука / Интерпериодика», 2001, 365 с.
2. *Королев В.А., Некрасова М.А., Полищук С.Л.* Роль электроповерхностных явлений в механизмах вторичной миграции нефти // Геология нефти и газа. 1997. № 6, с. 28–32.

ТЕХНОГЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ГИДРОСФЕРЫ В РАЙОНЕ ВОРОНЕЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И.И. Косинова, С.А. Коробкина

Воронежский государственный университет, геологический факультет,
кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
e-mail: kosinova777@yandex.ru.

Воронежское водохранилище, построенное в 1972 г., расположено в черте города Воронежа. Оно является основным источником промышленного водоснабжения предприятий г. Воронежа и обеспечивает работу централизованных водозаборов города. Загрязнение окружающей среды в районе интенсивного развития промышленности привело к резкому нарушению баланса тяжелых металлов, накоплению загрязняющих веществ в донных отложениях, природных водах и системах питьевого водоснабжения [3].

Донные отложения являются накопителями многих вредных веществ, приносимых как рекой Воронеж, так и сбрасываемых через системы промышленных сбросов (АООТ «Воронежшина», АООТ «Воронежсинтезкау-