



**Moscow State University  
Geology Department  
&  
Schlumberger.**

**Schlumberger**

# **NEW IDEAS IN GEOLOGY AND GEOCHEMISTRY OF OIL AND GAS**

**(by the 290th anniversary M.V. Lomonosov)**

## **Petroleum Geology in XXI century**

**Materials of the fifth  
International Conference**

**Chief Editors academician B. Sokolov and Dr. E.Ablia**

**Part I**

**MSU 2001**

промышленных методов очистки грунтов от нефтяных загрязнений.

В ходе проведения экспериментов нами было установлено, что в поле постоянного электрического тока нефть передвигается от анода к катоду, увлекаясь в движение вследствие вязкого трения электроосмотического потока воды. Часть нефти вытесняется из пор фильтрующейся водой. Кроме того, возможен также и другой механизм миграции нефти. Он связан с особенностями рН среды, формирующимися в приэлектродных зонах. Как известно в анодной зоне рН увеличивается до 10-12 и более. Образующиеся щелочные условия вероятно способствуют растворению некоторых фракций нефти и переходу их из эмульсии в раствор. Далее растворенные в щелочи фракции нефти двигаются к катоду с электроосмотическим раствором и легко удаляются из образца. Так что при электрокинетической очистке грунтов от нефти очевидно правильнее говорить о электрохимическом механизме этого процесса.

#### *Литература*

1. Королев В.А., Некрасова М.А. Очистка глинистых грунтов от углеводородных загрязнений с помощью электрического тока. - Тр. Межд. н.-практ. конф. «Инж.-геол. обеспечение недропользования и охраны геол. среды», Пермь, ПГУ, 1997, с. 70-72 Korolev V.A. Laws of the electrochemical soils remediation from petroleum pollution. - Proc. of the 3<sup>rd</sup> Symp. on Electrokinetic Remediation (EREM-2001), Karlsruhe, April 18-20, 2001.

### **ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЛИН С НЕФТЯНЫМИ ЗАГРЯЗНЕНИЯМИ**

**В.А.Королев\*, В.А.Шевнин\*\*, А.А.Рыжов\*\*\*** (\*Геологический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова, \*\*ИМП, \*\*\*Геофизический ф-т МГГА)

**Peculiarity of electrical properties of clay soils with petroleum pollution**  
V.A.Korolev\*, V.A.Shevnin\*\*, A.A.Ryzhov\*\*\* (\*Faculty of Geology MSU named M.V.Lomonosov, \*\*IMP, \*\*\*Faculty of Geophysics MGGA)

The peculiarity of electrical properties of clay soils on the territory of the petroleum refinery in Mexico are investigated. With application of a method of vertical electrical sounding (VES) the morphology of petroleum pollution is established. The correlation of petroleum pollution with the clay soils is marked.

Изучены особенности нефтяного загрязнения и электрических свойств глин на территории одного из нефтеперерабатывающих заводов в Мексике (район Мексиканского залива). Загрязнение существует давно и в настоящее время проводятся работы по ремедиации территории завода. Настоящий этап исследований ставит целью оценить нынешнее экологическое состояние грунтов, изменения под влиянием прошедшей ремедиации и наметить места, объемы и последовательность продолжения ремедиации. Первоначальная модель загрязнения представлялась в таком виде. Уровень грунтовых вод лежит на глубине около 2.5 м. Есть изменения глубины УГВ, связанные с двумя известными разломами. Нефтяное загрязнение находится сверху УГВ. В северо-

восточной части территории были заложены две канавы, из которых несколько лет откачивали воду с нефтепродуктами для очистки геологической среды. Кроме того, эти канавы были призваны остановить движение загрязнения на северо-восток (с потоком подземных вод в этом направлении) в сторону жилых кварталов города. Такая откачка загрязненных вод (с 1993 г.) позволила уменьшить толщину слоя нефтепродуктов выше УГВ с максимум 60 см (1993 г.) до 5 см (2000 г.).

Для изучения особенностей пространственного распространения нефтяного загрязнения на этой территории был впервые применен метод ВЭЗ. До этого использовалось только бурение и химическое опробование. Большая часть территории завода покрыта бетоном толщиной 20 см, на территории находится много зданий и сооружений. Высокий уровень геологических и электромагнитных помех затруднил выполнение ВЭЗ и особенно анализ данных. Для снижения влияния помех использовалась специальная технология двухсторонних трехэлектродных зондирований с обработкой результатов с подавлением геологических помех [1, 5].

Система профилей ВЭЗ позволила оценить изучаемый объект, как в плане, так и по глубине. По нескольким скважинам была измерена фоновая электропроводность подземных вод, на основе которой были теоретически рассчитаны сопротивления песков и глин. В местах загрязнений эти сопротивления оказались существенно ниже фоновых. Аналогичные аномалии низкого сопротивления ранее отмечались в России, их наблюдали и геофизики других стран. Одна из возможных и наиболее вероятных причин низких сопротивлений – роль бактерий в биодеградации нефти. Сопоставление теоретических расчетов электрических свойств грунтов и результатов ВЭЗ позволило более четко выявить места загрязнений.

Методом ВЭЗ загрязнение обнаружено на двух уровнях (над УГВ на 2-2.5 м от поверхности) и в зоне полного водонасыщения (на глубине от 4 до 10 м). Движение нефти ниже уровня грунтовых вод отмечалось нами и ранее и связано возможно с увеличением плотности нефтепродуктов под влиянием биодеградации до величин превышающих плотность воды. В плане загрязнения локализованы в нескольких зонах преимущественно линейного очертания, связанных с предполагаемыми разломами. Часть разломов была известна ранее, дополнительные выявлены по данным ВЭЗ.

Нефтяное загрязнение в основном выявлено работами 2000 г. в глинах, а не в песках. Локализация нефтяного загрязнения именно в глинах может объясняться несколькими причинами [3].

Во-первых, глины по сравнению с песками обладают во много раз большей сорбционной способностью, в том числе и по отношению к нефти. В водонасыщенных песках (ниже УГВ) нефтяное загрязнение вообще не будет задерживаться, а будет мигрировать по потоку, сорбируясь в конечном итоге на каком-либо депонирующем барьере, чаще всего – глинистом. В зоне аэрации в песках нефть может задерживаться на время, но далее будет либо разлагаться микроорганизмами и окисляться, либо уходить вниз с инфильтрацией осадков. Важно отметить, что миграция нефтяного пятна существенно

интенсифицируется в водонасыщенных грунтах, когда нефть может двигаться в порах по пленкам связанной воды или увлекаться в движении пленками фильтрующейся влаги за счет вязкого трения. Это особенно легко осуществляется в песках и трудно – в глинах. Во-вторых, глины могут создавать чисто структурную ловушку для мигрирующего нефтяного пятна. В этом случае они чаще всего являются покрышками для всплывающих ниже УГВ нефтяных загрязнений. В-третьих, могут быть и собственно геологические причины, связанные с структурными особенностями конкретного геологического разреза. В-четвертых, микробиологическое разложение нефти может быть приурочено именно к контакту песчаных грунтов с глинистыми. Если сами глинистые отложения обогащены определенными микроорганизмами, вызывающими биодegradацию нефти, то при контакте последних с нефтью может происходить их активизация. В-пятых, наличие градиентов естественного электрического поля в разрезе может вызывать миграцию нефти, увлекаемую электроосмотическим потоком воды [2], что особенно выражено именно в глинах.

Таким образом, с одной стороны сопротивления глин после загрязнения становятся самыми малыми на участке работ и они хорошо фиксируются. С другой стороны – сопротивления песков в результате загрязнения снижаются до сопротивления суглинков, что не так четко видно на фоне незагрязненных суглинков. Факт преобладания загрязнения в глинах подтвержден и химическими анализами.

Модель среды с загрязненными участками подтверждается химическими анализами. Блоковая структура территории разделенной системой разломов, построенная по ВЭЗ, позволила обнаружить различный состав загрязнений в каждом блоке. Объяснение этого факта – либо разные источники загрязнения, либо разный возраст и разная степень изменения-биодegradации нефтепродуктов в каждом блоке. Тот факт, что загрязнение в основном находится в глинах и широко распространено ниже УГВ мняет планы будущей ремедиации данной территории.

#### *Литература*

1. *Геоэкологическое обследование предприятий нефтяной промышленности. / Под ред. Шевнина В.А. и Модина И.Н. – М., Изд. РУССО, 1999. – 511 с. Королев В.А., Некрасова М.А., Полицук С.Л. Роль электроповерхностных явлений в механизмах вторичной миграции нефти. – Геология нефти и газа, 1997, № 6, с. 28-32. Modin I.N., Shevnin V.A., Bobatchev A.A., Bolshakov D.K., Leonov D.A., Vladov M.L. Investigations of oil pollution with electrical prospecting methods. – Proceedings of 3rd EEGS-ES Meeting. Aarhus, Denmark, 8-11 September 1997. P.267-270. Ritz M., Robain H., Pervago E., Albouy Y., Camerlynck Ch., Desclotres M. and Mariko A. Improvement to resistivity pseudosection modelling by removal of near-surface inhomogeneity effects: application to a soil system in south Cameroon. – Geophysical Prospecting, 1999, 47, pp. 85 – 101. Рыжов А.А., Судоплатов А.Д. Расчет удельной электропроводности песчано-глинистых пород и использование функциональных зависимостей при решении гидрогеологических задач //Научно-техн. достижения и передовой опыт в области геологии и разведки недр. – М., 1990. С. 27-41.*