

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Санкт-Петербургский государственный университет

Институт наук о Земле

Кафедра экологической геологии

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДО– И НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

**Труды международной молодежной
научной конференции**

XIX

Санкт-Петербург
2019

ББК 26
УДК 55; 504; 574

Экологические проблемы природо- и недропользования: Труды международной молодежной научной конференции. Том XIX / Под ред. В. В. Куриленко – СПб.: СПбГУ, 2019. – 450 с.

В данном издании представлены материалы XIX международной молодежной научной конференции «Экологические проблемы природо- и недропользования», «*Экогеология – 2019*», организаторами которой являлись Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета и геологический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Эти труды продолжают знакомить читателя с ролью наук о Земле в решении общих научных и образовательных экологических задач. Отражены современные вопросы теории и методологии решения экологических проблем, возникающих при природо- и недропользовании, перспективы развития экологического направления в геологии, а также состояние и перспективы развития эколого-геологического образования.

Адресуется специалистам в области наук о Земле и естественнонаучного образования, студентам, аспирантам и преподавателям вузов.

© Коллектив авторов, 2019
© СПбГУ, 2019



03-07 июня 2019

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, кафедры экологической геологии;

Геологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель: Куриленко В.В. (СПбГУ),

Сопредседатели: Трофимов В.Т. (МГУ), Кай Сан (Харбинский институт технологий, Китай)

Заместитель председателя: Изосимова О.С. (СПбГУ)

Ученые секретари: Лебедев С.В., Подлипский В.В., Зеленковский П. С. (СПбГУ)

ЧЛЕНЫ ПРОГРАММНОГО КОМИТЕТА:

Алексеев В.А., профессор Южного федерального университета; Антонов В.В., профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Национального минерально-сырьевого университета "Горный"; Вревский А.Б., директор Института геологии и геохронологии докембрия РАН; Гричук Д.В., профессор кафедры геохимии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; Каминский В.Д., директор Всероссийского научно-исследовательского института геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга; Королев В.А., профессор кафедры геохимии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; Маржалек Х., профессор Вроцлавского университета, Польша; Петров С.В., доцент кафедры геологии месторождений полезных ископаемых СПбГУ; Румынин В.Г., профессор кафедры гидрогеологии СПбГУ; Серебрицкий И.А., заместитель председателя комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности администрации СПб; Чарыкова М.В., профессор кафедры геохимии СПбГУ; Южи Фенг, профессор Харбинского института технологий, Китай.

условиях, и до почти 1 в отложениях с отчетливо выраженными восстановительными условиями. По нашим данным, для донных отложений станций 9146 и 9170 соотношение $V/(V+Ni)$ варьируется от 0,4 до 0,6–0,7, в среднем составляет 0,5, а для осадков станции 9149 от 0,3 до 0,6, в среднем составляет 0,4 (рис. 1, в).

Отношение V/Mn в донных отложениях глубоководных станций варьируется от 0,1 до 0,2, в среднем составляя 0,2, тогда как для донных отложений станции 9149 оно изменяется от 0,02 до 0,2, в среднем составляя 0,1 (рис.1, г).

Для отложений станций 9146 и 9170 характерна лишь незначительная динамика изменения трех последних рассмотренных отношений. Тогда как для отложений станции 9149 наблюдается увеличение всех трех отношений в толще осадков 9–5 см, т.е. в период накопления этих осадков преобладали восстановительные условия схожие с условиями на станции 9146 и 9170.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что нижняя толща осадка станции 9149 накапливалась в прибрежной зоне в окислительных условиях, затем в результате морской трансгрессии условия изменились на более глубоководные, с возможным сероводородным заражением, а в настоящее время осадконакопление вновь идет в мелководных, хорошо аэрируемых условиях.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проекты № 14-27-00114-П).

Литература:

- [1] Страхов Н.М. Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. М.: Наука, 1976. 300 с.
- [2] Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 289 с.
- [3] Naeher S., Gilli A., North R.P., Hamann Y., Schubert C.J. Tracing bottom water oxygenation with sedimentary Mn/Fe ratios in Lake Zurich, Switzerland. Chem. Geol., 352, 2013, p. 125-133.
- [4] Hatch J.R., Leventhal J.S. Relationship between inferred redox potential of the depositional environment and geochemistry of the Upper Pennsylvanian (Missourian) Stark Shale Member of the Dennis Limestone, Wabaunsee County, Kansas, U.S.A. // Chem. Geol. 1992. V. 99. P. 65-82.
- [5] Lewan M.D. Factors controlling the proportionality of vanadium to nickel in crude oils // Geochim. Cosmochim. Acta. 1984. V. 48. P. 2231-2238.

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СВОЙСТВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПРИ ИХ ОЧИСТКЕ ЭЛЕКТРООСМОСОМ

Нестеров Д.С., Королёв В.А.

МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, Москва

TRANSFORMATIONS OF CLAY SOILS PROPERTIES DURING THEIR REMEDIATION BY ELECTRO-OSMOSIS

Nesterov D.S., Korolev V.A.,
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow

Annotation. the results of lab-scale experiments on electro-osmotic remediation of clay soils by the isolated mass drainage scheme are presented. The transformations of moisture content, density, dry density, porosity, and consistency index are shown. The conclusions of possible connections of these transformations with mineral composition of soils are drawn.

Keywords: electro-osmosis, clay, loam, kaolin, illite clay, density, porosity.

Разработка технологий реабилитации окружающей среды от различных токсичных загрязнений является одной из основных проблем экологической геологии. Очистка слабопроницаемых глинистых грунтов от токсиантов по-прежнему остается сложной задачей [1-2]. Перспективной технологией очистки подобных грунтов является электрокинетический метод, заключающий в приложении разности электрических потенциалов к водонасыщенному грунту и экстракции загрязняющих веществ через перфорированные электроды [3]. В ходе электрокинетической очистки происходят преобразования всех свойств грунтов (физических, физико-химических и физико-механических), а также их состава, строения и состояния. Это, в свою очередь, оказывает влияние на дальнейшее протекание очистки, а также на возможность использования грунтов в качестве оснований сооружений. Настоящее исследование посвящено изучению закономерностей преобразования физических свойств грунтов при их очистке электроосмосом.

В качестве объектов исследования были использованы покровный суглинок (Москва), глуховецкий каолин (Украина), биясалинская иллитовая глина (Крым). Суглинок сложен преимущественно кварцем (80%) с примесью глинистых минералов и плагиоклазов. Каолин представлен каолинитом (75%) и примесями кварца и иллита. Биясалинская глина состоит преимущественно из иллита (70%) с существенными примесями других глинистых минералов и карбонатов.

Эксперименты по электроосмосу проводились в ячейке открытого типа с возможностью вывода фильтрата из катодной части при постоянной силе тока 10 мА. Каждый опыт проводился до достижения напряжением значения 200 В. Для каждого грунта проводилось по 3 эксперимента. Испытания проводились на глинистых пастах, приготовленных при влажности верхнего предела пластичности на 0,01 н растворе CaCl_2 . После опыта образец делился на 5 частей и в каждой части определяли влажность и плотность. Затем согласно ГОСТ 25100-2011 для каждой части рассчитывались плотность скелета, пористость и показатель консистенции [4]. Такие же показатели определялись и для исходных глинистых паст.

Результаты экспериментов приведены в таблице 1. Приложение электрического поля к грунту вызывает в нём перераспределение влажности.

Для всех грунтов влажность снижается от катода к аноду. Средняя степень осушения суглинка составила 7%, каолина – 15%, а иллитовой глины – 8%. Таким образом, наиболее эффективно был осушен каолин.

Таблица 1. Распределение параметров физических свойств грунтов по длине образцов до и после электроосмоса

Грунт	Исходная паста	Относительное расстояние от анода L/L ₀ (после опыта)				
		0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
Весовая влажность W, %						
Суглинок	25	13	17	18	20	20
Каолин	50	21	31	32	41	45
Иллитовая глина	45	28	38	40	39	39
Плотность ρ, г/см ³						
Суглинок	1,94	2,16	2,13	1,93	1,87	1,76
Каолин	1,61	1,84	1,81	1,78	1,77	1,64
Иллитовая глина	1,59	1,94	1,82	1,73	1,78	1,67
Плотность скелета грунта ρ _d , г/см ³						
Суглинок	1,57	1,92	1,83	1,63	1,56	1,47
Каолин	1,07	1,40	1,37	1,31	1,30	1,20
Иллитовая глина	1,10	1,53	1,32	1,24	1,28	1,20
Пористость, %						
Суглинок	42	29	33	40	43	46
Каолин	59	47	48	50	52	55
Иллитовая глина	60	44	52	55	54	56
Показатель консистенции, ед. (консистенция*)						
Суглинок	1,22 (тк)	0,11 (п/т)	0,56 (м/п)	0,67 (м/п)	0,89 (тк/п)	0,89 (тк/п)
Каолин	1,00 (тк/п)	-0,53 (т)	0,03 (п/т)	0,05 (п/т)	0,42 (т/п)	0,63 (м/п)
Иллитовая глина	0,95 (тк/п)	0,18 (п/т)	0,66 (м/п)	0,73 (м/п)	0,68 (м/п)	0,68 (м/п)

*Примечание. Консистенция: т – твёрдая, п/т – полутвёрдая, т/п – тугопластичная, м/п – мягкопластичная, тк/п – текучепластичная, тк – текучая.

Осушение грунтов вызывает изменение их плотности. При этом среди изученных грунтов она меняется различным образом. Плотность глуховецкого каолина и биясалинской глины возрастает вдоль всей длины образца относительно начальной. Плотность суглинка возрастает относительно начальной только в анодной зоне, а в катодной – снижается. Уменьшение плотности суглинка у катода, возможно, связано с задержкой фильтрата в этой зоне и увеличением влажности. При проведении электроосмотической очистки суглинка в пределах хозяйственно используемых территорий может потребоваться использование методов технической мелиорации для поддержания показателей его прочностных свойств на требуемом уровне.

Среди изученных грунтов наиболее сильно плотность возрастает относительно исходной у биясалинской глины.

Изменение плотности скелета грунтов соответствует закономерностям изменения их влажности и плотности. В целом, характеры изменения плотности и плотности скелета грунтов совпадают. Однако, сильнее всего плотность скелета увеличивается относительно начальной у глуховецкого каолина.

Воздействие электроосмотического потока и осушение приводит к изменению пористости грунтов. Для каждого изученного грунта она увеличивается от анода к катоду. Пористость глуховецкого каолина и биясалинской глины после обработки электроосмосом снизилась относительно начальной по всей длине образца. Пористость суглинка в результате воздействия электроосмоса снизилась относительно исходной в анодной зоне и увеличилась в катодной. Наиболее значительное снижение пористости было зафиксировано для глуховецкого каолина.

Также осушение глинистых грунтов электроосмосом привело к изменению их состояния. Исходные пасты каолина и иллитовой глины обладали текучепластичной консистенцией, а паста суглинка – текучей. В целом, для всех изученных грунтов показатель консистенции снизился относительно исходного. Консистенция суглинка и иллитовой глины изменились похожим образом. Наиболее значительное изменение консистенции было отмечено для каолина.

Таким образом, было подтверждено, что действие электроосмоса на глинистые грунты вызывает изменение их физических свойств – снижение влажности и пористости, повышение плотности, изменение их консистенции и др. При этом трансформация физических свойств глин под влиянием электроосмоса происходит более контрастно у грунтов с большей физико-химической активностью. Происходящие в грунте в ходе обработки электроосмосом изменения физических свойств могут использоваться для целенаправленной модификации глин при их очистке от загрязнителей.

Литература:

- [1] Королёв В.А. Очистка и восстановление геологической среды / Уч. пособие для вузов. – М., ООО «Самполиграфист», 2019. – 430 с.
- [2] Королёв В.А. Теория электроповерхностных явлений в грунтах и их применение. – М.: ООО «Сам полиграфист», 2015. – 468 с.
- [3] Reddy K.R., Cameselle C. Overview of electrochemical remediation technologies. In: *Electrochemical Remediation Technologies for Polluted Soils, Sediments and Groundwater*; // Reddy, K.R.; Cameselle, C., Eds.; A John Willey & Sons, Inc.: Hoboken, New Jersey, 2009; 3-28.
- [4] ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – М., 2011.