

Преобразование свойств и структуры глинистых грунтов различных минеральных типов под действием электроосмоса

Научный руководитель – Королёв Владимир Александрович

Нестеров Дмитрий Сергеевич

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: doktorfosch@mail.ru

Одной из глобальных проблем инженерной геологии и экологической геологии является очистка грунтов от разнообразных токсичных загрязнений. Для очистки слабопроницаемых глинистых грунтов от различных токсикантов, в частности от тяжёлых металлов, применяются электрокинетические методы, интенсивно развивающиеся в настоящее время. Происходящие в процессе очистки преобразования состава, строения и свойств глинистых грунтов остаются во многом слабо изученными. Для выявления подобных закономерностей были проведены модельные эксперименты на Са-формах грунтов различных минеральных типов по простейшей схеме очистки - электроосмотическому осушению ограниченного объёма грунта.

В качестве объектов исследования были использованы покровный суглинок ргQ_{III} (Москва), глуховецкий каолин eN₁ (Украина), биясалинская иллитовая mK_{1a} (Крым) и махарадзевская монтмориллонитовая hdPg₂ (Грузия) глины. Физико-химическая активность глинистых грунтов возрастает от суглинка к монтмориллонитовой глине.

Электроосмотические испытания проводились на глинистых пастах, приготовленных при влажности верхнего предела пластичности, в однокамерной ячейке при постоянной силе тока 10 мА. После окончания испытания в 5 точках по длине образца измерялась плотность и отбирались пробы для определения влажности, приготовления водных вытяжек, суспензии, а также для изучения микростроения с помощью РЭМ. Подобным же образом проводились измерения и отбирались пробы из начальной пасты.

В результате электроосмоса в среднем из 3 испытаний плотность суглинка возрастает от 1,94 до 1,97 г/см³, каолина - от 1,61 до 1,77 г/см³, а иллитовой глины - от 1,59 до 1,75 г/см³. Влажность суглинка уменьшилась от 25 до 18%, каолина - от 50 до 34%, иллитовой глины - от 45 до 38%. В соответствии с этим происходило также изменение плотности скелета грунтов: суглинка - от 1,54 до 1,60 г/см³, каолина - от 1,07 до 1,16 г/см³, биясалинской глины - от 1,10 до 1,26 г/см³. Таким образом, в целом в глинистых грунтах с большей физико-химической активностью происходят более контрастные изменения показателей физических свойств.

В результате реакций электролиза воды на электродах во всех грунтах произошло формирование градиента рН: у анода образовалась кислая среда, а у катода - щелочная. Под воздействием электромиграции ионов и реакций электролиза солесодержание суглинка в целом не изменилось, а каолина - уменьшилось в 2 раза. Кроме этого, изменение рН в грунте между электродами привело к изменению ζ-потенциала частиц грунтов: у катода его величины увеличились по модулю ($\zeta < 0$), а у анода произошла перезарядка частиц ($\zeta > 0$).

Преобразования в двойном электрическом слое (ДЭС) частиц грунтов и воздействие электроосмотического потока привело к трансформации микроструктуры грунтов. В анодной и катодной зонах суглинка произошла агрегация частиц из-за сжатия ДЭС, что привело к увеличению доли крупных пор в его структуре. В структуре каолина у электродов произошло увеличение доли мелких пор из-за расширения ДЭС, а также наблюдалось значительное увеличение анизотропии пор из-за воздействия потока.