

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 622.17

МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОЛЕОТХОДОВ

Кологривко А.А., канд. техн. наук, доцент,
начальник управления подготовки научных кадров
высшей квалификации, доцент кафедры «Горные работы»

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Беларусь

Инженерно-геологические особенности солеотходов, складированные в солеотвалы, представляют практическое значение при проектировании, поскольку от их состава, водно-физических свойств, технологии складирования в значительной степени зависят развивающиеся в солеотвалах процессы консолидации, водно-эрозионные и карстогенные процессы, вследствие чего формируются прочностные свойства солеотходов, изменяющиеся во времени. Изучение физико-механических характеристик отходов обогащения калийного производства имеет практическое значение для прогнозирования развития хвостового хозяйства калийных предприятий и, как следствие, снижения техногенеза в районе ведения работ по складированию солеотходов.

В результате процессов уплотнения и литификации солеотходы имеют ряд особенностей, связанные с наличием в их составе водорастворимых солей NaCl, KCl и наличием в их поровом пространстве высокоминерализованных рассолов. Количество растворимых солей зависит от качества добываемой руды, технологии ее обогащения, возраста и условий эксплуатации солеотвала, технологии складирования солеотходов, климатических условий района складирования, места и глубины отбора образцов. Изучение указанных составляющих, позволяет считать, что они находятся в исключительно сложном соотношении и в различной физико-механической и физико-химической зависимости.

Так, методы определения гранулометрического состава грунтов,

описанные в общих методиках, включают предварительную сушку образцов, их растирание и отмывку солей. Применительно к солеотходам такие методы непригодны из-за высокого содержания в них легко механически разрушаемых и водорастворимых кристаллов солей, наличия в поровом пространстве концентрированных рассолов. При высушивании испытываемых образцов из рассола выкристаллизовываются соли, которые цементируют солевые и глинистые частицы, при этом вновь возникшие связи бывают прочнее, чем сами частицы. Поэтому определение гранулометрического состава основывается на рассеивании проб на отдельные фракции мокрым способом в маточном щелоке с минерализацией примерно 300 г/л при комнатной температуре с использованием стандартного набора сит. Таким образом, выделяются фракции крупнее 0,1 мм. Содержание фракций менее 0,1 мм определяется пипеточным методом с использованием того же маточного щелока вместо пресной воды для приготовления суспензии.

При определении влажности засоленных грунтов стандартным методом путем высушивания образцов до постоянного веса при температуре 105-107 °С стандартные методы также неприемлемы, поскольку поровым заполнителем является высоко концентрированный рассол, из которого выпаривается вода, а соль выкристаллизовывается в порах грунта. Это приводит к изменению плотности, пористости соледержащих грунтов и их весовой влажности. Каждой плотности рассола, находящегося в порах соледержащих грунтов в естественных условиях, соответствует определенная минерализация. В этой связи используется перерасчет влажности, определенной обычным методом, на рассолосодержание, учитывающий, что при высушивании масса скелета увеличивается за счет выпадения из рассола дополнительной массы солей.

Плотность частиц солеотвальных грунтов зависит от их минералогического состава. Зная рассолосодержание соледержащих грунтов и условную плотность частиц, определенную стандартным пикнометрическим методом, определяется истинная плотность частиц солеотвальных пород при данном рассолосодержании. Плотность солеотвальных пород определяется методом парафинирования и методом режущих колец на монолитах, отобранных из скважин. Изучение фильтрационных свойств солеотвальных пород

имеет важное значение в выявлении водно-солевого баланса. Определение коэффициента фильтрации проводится на образцах с ненарушенной структурой, отобранных из разведочных скважин, шурфов, штолен. В качестве жидкости используется рассол с плотностью $1,230 \text{ г/см}^3$ и минерализацией 360 г/л . Для определения коэффициента фильтрации в полевых условиях бурятся скважины, обсаживаются трубами с тщательным заделыванием затрубного пространства. В трубы заливается рассол с плотностью $1,23 \text{ г/см}^3$ и следят за его уровнем. Для определения характеристик прочности и деформируемости солеотходов применяются лабораторные методы. Так, деформационные свойства солеотходов определяются в одометрах. Компрессионные испытания могут проводиться по известной методике в стальных кольцах, не допускающих бокового расширения образца. В результате испытаний получают коэффициент сжимаемости и модуль деформации. Для испытаний используются образцы ненарушенной структуры с естественной влажностью (рассолосодержанием). Абсолютную деформацию образца определяют с точностью до $0,01$, относительную – $0,001$.

Определение прочностных свойств солеотходов проводится методом одноплоскостного среза по схеме «консолидированно-дренированного испытания». Для этого используются солеотвалы породы ненарушенного сложения с природной влажностью (рассолосодержанием). Для определения их сопротивления срезу, угла внутреннего трения и сцепления проводятся испытания образцов грунта в одноплоскостных срезных приборах с фиксированной плоскостью среза путем сдвига одной части образца относительно другой его части касательной нагрузкой при одновременном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

Для определения угла внутреннего трения и сцепления проводятся по три испытания при различных значениях нормального напряжения. По измеренным в процессе испытания значениям касательной и нормальной нагрузок вычисляются касательные и нормальные напряжения. Угол внутреннего трения и сцепление определяются как параметры линейной зависимости.

Фильтрационные свойства свежих солеотходов по отношению к рассолу (шламовой пульпе) изучаются на приборах, представляющих собой стеклянные колонны диаметром 6 см , высотой до 100 см

с перфорированным дном. В нижней части колонны укладывается слой свежих солеотходов мощностью 10 см, плотность сухого грунта и рассолосодержание которых соответственно равны $1,25 \text{ г/см}^3$ и 16 %. На солеотходы заливается глинисто-солевая шламовая пульпа с плотностью $1,45 \text{ г/см}^3$. Наблюдения за понижением уровня ведутся через определенные промежутки времени. В колоннах при фильтрации жидкой составляющей рассола, одновременно из пульпы идет осаждение твердых частиц, шлама и коагуляция верхнего слоя солеотходов мелкими частицами того же шлама. Через несколько часов в верхней части колонны прослеживается расслоение шламовой пульпы.

Анализ изучения методик определения физико-механических свойств солеотходов позволяет заключить, что полученные по ним результаты исследований (испытаний образцов) выполняются с учетом корректировок общих методик определения физико-механических свойств грунтов применительно для избыточно засоленных пород, особенностями которых является наличие в них водорастворимых солей NaCl, KCl и присутствие в их поровом пространстве высокоминерализованных (хлоридно-натриево-калиевых) рассолов.

Список литературы

1. Колпашников, Г.А. Техногенез и геологическая среда / Г.А. Колпашников. – Минск: БНТУ. – 2006. – 182 с.
2. Смычник, А.Д. Геоэкология калийного производства / А.Д. Смычник, Б.А. Богатов, С.Ф. Шемет. – Минск: ЗАО «Юнипак», 2005. – 204 с.
3. Богатов, Б.А. Открытые горные работы калийного производства в Беларуси / Б.А. Богатов, А.Д. Смычник, С.Ф. Шемет. – Минск: УП «Технопринт». – 2004. – 255 с.
4. Физико-механические свойства новых материалов, полученных из глиносодержащих отходов калийного производства / Е.В. Лавевская и др. // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2016. – №8. – С. 148–155.

5. Проектирование оснований сооружений на насыпных соляных грунтах: ВСН 14 – 85. – Введ. 01.01.1985 Минудобрений. – 1986. – 48 с.

УДК 338.22.01

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ПОЛИТИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Байнев В.Ф., д-р экон. наук, профессор
зав. кафедрой инновационного менеджмента

Белорусский государственный университет
г. Минск, Республика Беларусь

В наиболее развитых странах Запада современный этап прогресса науки, техники, технологий, экономики отождествляется с четвертой промышленной революцией. Согласно принятой в странах Евразийского экономического союза (ЕАЭС) терминологии, данная фаза научно-технического прогресса соответствует становлению шестого технологического уклада. В Китае, который ныне уверенно оспаривает технологическое лидерство Запада, четвертая индустриальная революция совпала с этапом построения экономики знаний. Однако, не смотря на различающуюся терминологию, во всех этих случаях речь идет о фундаментальных трансформациях технико-технологического и политико-экономического базиса.

Так, благодаря «промышленному интернету» становится реальностью скоординированная работа по взаимообусловленным программам множества оснащенных оборудованием с числовым программным управлением производств, в том числе базирующихся в разных отраслях, регионах, странах, континентах. Изменение интеллектуальным ядром такой производственной системы общей программы ее функционирования позволяет быстро и эффективно (гибко) перенастраивать производственные процессы множества взаимосвязанных предприятий, синхронно переключая их на выпуск другой, в том числе инновационной продукции. Таким обра-