

7. П19-04 к СНБ 5.01.01-99. Проектирование и устройство фундаментов из свай набивных с уплотненным основанием. – Минск : МАиС РБ : РУП «Стройтехнорм», 2006. – 88 с.

8. СТБ 2242-2011. Грунты. Методы полевых испытаний сваями. – Введ. 01.07.2012. – Минск: Стройтехнорм, 2012. – 37 с.

9. Лях, В.Н. Экспериментальные исследования работы набивных микросвайных фундаментов в намывных грунтах // Фундаменты на искусственных основаниях в условиях Белорусской ССР : Сб. тр. ИСиА. – Минск: МАиС РБ, 1986. – С. 30 – 35.

10 ТКП 45-5.01-254-2012 Основания и фундаменты зданий и сооружений. Основные положения. Строительные нормы проектирования»: – Введ. 05.01.2012. – Минск: МАиС РБ, 2012.– 102 с.

УДК 624.131.52

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИСЧНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГРУНТОВ, ЗАКРЕПЛЕННЫХ ПЕРУКСУСНО-СИЛИКАТНЫМИ РАСТВОРАМИ

Левенко А. М., ассистент

(Харьковский национальный университет городского хозяйства
имени А. Н. Бекетова, г. Харьков, Украина)

В современном мире вопросы загрязнения окружающей среды стоят очень остро. В последнее время они стали выходить на первое место в мировых отношениях и при сотрудничестве различных мировых хозяйственных деятелей. В странах выделяются значительные средства как на мероприятия по предотвращению загрязнения окружающей среды, так и на борьбу с их последствиями.

Загрязнение грунтов – один из наиболее опасных видов деградации земель. Это связано с рядом причин. Многие загрязняющие вещества способны к дальнему переносу от локальных источников загрязнения и к глобальному рассеянию. Концентрация их в различных природных средах регионов, удаленных от крупных промышленных центров, имеет тенденцию роста, и это не может не настораживать.

В ходе интенсивного хозяйственного освоения территорий, грунты подвергаются воздействию различных загрязнителей, как органических, так и неорганических. Их воздействие отражается на составе, строении и свойствах грунтов. Различные грунты по-разному реагируют на загрязнители, одни из них более «чувствительны» к ним, а другие менее. Наибольшие изменения в структуре при загрязнении характерны для глинистых, суглинков, отчасти – супесей [9]. В меньшей мере они влияют на структуру песчаных и крупнообломочных грунтов. Наименее подвержена влиянию загрязнителей структура скальных грунтов – магматических, метаморфических и осадочных сцементированных.

Однако это не означает, что структура скальных грунтов полностью устойчива по отношению к загрязнителям. Все зависит от типа и характера загрязнения, концентрации и механизма воздействия с компонентами грунта.

Так или иначе, на структуре всех грунтов сказывается, в первую очередь, количество и концентрация загрязнителя. Чем больше, тем сильнее изменения в структуре грунтов.

Количественное содержание в грунте загрязнителя может быть выражено в различных шкалах концентраций [8]. Так, можно характеризовать содержание загрязнителей в грунте по его массе и тогда удобно использовать шкалу массовых концентраций.

Если характеризовать содержание загрязнителей в грунте по его объему, то используется шкала объемных концентраций.

Таким образом, в общем случае грунт рассматривается как пятикомпонентная система, суммарный объем которой складывается из:

- объема твердой минеральной части;
- объема воды – порового раствора;
- объема газовой фазы – поровый воздух;
- объем биотического компонента;
- объем собственно загрязнителя, который может быть представлен как твердой, жидкой или газовой фазой.

Соотношение объемов твердой минеральной части, воды, газа, биотических компонентов и загрязнителя в грунте может быть разным. Если не учитывать объем биотических компонентов (который может быть незначительным), то загрязненный грунт можно рассматривать как четырехкомпонентную систему.

В общем случае объемные содержания всех четырех компонентов в грунте можно рассматривать как независимые переменные. Поэтому отражение каким-либо наглядным способом всех возможных сочетаний этих компонентов является довольно сложной задачей.

Если грунт имеет постоянную пористость, то переменными будут уже только три компонента, причем лишь два из них будут независимыми. А если грунт кроме постоянной пористости имеет еще постоянное содержание загрязнителя, то в этом случае переменными будут уже два компонента, из которых только один будет независимым, т.к. содержание одного из них будет определять и содержание другого. Наиболее сложная ситуация возникает при анализе многокомпонентного грунта с несколькими компонентами-загрязнителями.

Все возможные соотношения компонентов необходимо иметь в виду при анализе их содержания в грунте и исследовании факторов, влияющих на изменение свойств загрязненных грунтов и содержание компонентов.

Объемная доля загрязнителя в грунте не может быть больше объема пор т.к. максимальный объем загрязнителя, который может содержаться в грунте, определяется объемом пор данного грунта. Для того, чтобы характеризовать степень заполнения пор загрязнителем (независимо от его фазового состояния), можно использовать показатель, аналогичный коэффициенту водонасыщения или степени влажности грунта, который в литературе называют степенью загрязнения пор.

Жидкие загрязняющие компоненты могут находиться в грунтах в различном виде. От того, как жидкие загрязнители располагаются в поровом пространстве грунта, зависит их влияние на свойства грунтов и способы их возможного удаления.

Формы возможного расположения жидких загрязнителей в дисперсных и скальных грунтах, имея некоторые отличия, во многом схожи.

Так, жидкие загрязнители могут находиться на поверхности частиц или стенок трещин в виде сконденсированных или адсорбированных компонентов, формирующих манжеты или более или менее протяженные прерывистые адсорбционные пленки.

Жидкие пленки загрязнителей могут и полностью покрывать поверхность частиц или стенок трещин в грунтах, образуя сплошной

слой загрязнителей определенной толщины. В зависимости от состава и свойств жидких загрязнителей, в частности проявления ими свойств поверхностно-активных веществ, концентрация адсорбционных слоев и пленок загрязнителей в поровом или трещинном пространстве может быть различной.

Наряду с этим жидкие загрязнители могут находиться в порах дисперсных грунтов в виде рассеянных капель или в виде эмульсий несмешивающихся жидкостей. Последнее характерно для жидких загрязнителей, нерастворимых в водных поровых растворах грунтов.

В том случае, если жидкий загрязнитель полностью заполняет все поры или трещины грунта, формируется наибольшая концентрация загрязнителя.

Свойства загрязненных грунтов сильно отличаются от свойств исходных грунтов. Различные загрязнители могут влиять на физические свойства грунтов, изменяя у последних плотность, пористость, фильтрационные свойства, физико-химические и физико-механические свойства и т.п. [8].

Плотность загрязненного грунта определяется плотностью его компонентов. Плотность загрязненных грунтов, содержащих нефтепродукты, обычно ниже незагрязненных грунтов из-за того, что плотность нефтепродуктов обычно ниже 1 г/см^3 . Напротив, смесь тяжелых загрязнителей (органических и неорганических), с плотностью выше 1 г/см^3 , повышает плотность грунтов.

Проницаемость пород при попадании в них загрязнителей часто является решающим фактором, определяющим формирование ореолов распространения загрязнителей. При этом проницаемость пород определяется не только по воде, но и по конкретному загрязнителю, физические свойства которого определяются его составом.

Физико-механические свойства загрязненных грунтов изучены в наименьшей степени. Оценка физико-механических свойств необходима для разработки технологий по их очистке.

Увеличение деформируемости загрязненных грунтов объясняется следующими причинами [8]:

- загрязнитель понижает прочность контактов между структурными элементами;
- загрязнитель частично растворяет контакты между структурными элементами;

– загрязнитель снижает трение между частицами на контактах частиц грунта.

В целом, загрязненный грунт обладает свойствами, отличными от свойств того же незагрязненного грунта. Оценка этих свойств необходима для применения и разработки методов по борьбе с последствиями загрязнения грунтов оснований.

Загрязнение и ухудшение экологического состояния геологической среды за счет неконтролируемого накопления в грунтах различных промышленных отходов представляет собой особую опасность. В связи с этим в современных условиях, наряду с устранением источников загрязнения, необходима разработка новых способов и технологий по локализации участков загрязнения.

Современные требования к подходам решения различных техногенных проблем требуют обязательного учета влияния принимаемых мер на экологическое состояние окружающей среды [7]. Широко распространенными методами борьбы с химическим набуханием грунтов есть методы инъекционного закрепления грунтов оснований.

Физико-химический процесс закрепления грунтов силикатизацией основан на хорошем проникновении силикатного раствора, имеющего небольшую вязкость, в грунт и на быстром выделении пленки геля кремниевой кислоты, цементирующей грунт.

Все рецептуры однорастворного способа силикатизация основанные на создании гелеобразующих растворов с малой вязкостью, которая должна храниться в течение всего времени нагнетания раствора в грунт. Продолжительность нагнетания зависит от проницаемости грунта в отдельной зоне его закрепления.

В процессе лабораторных исследований были рассмотрены вопросы устойчивости грунтов загрязненных растворами перуксусной кислоты, закрепленных растворами силиката натрия, по отношению к агрессивным средам [1, 2; 3; 4, 5, 6].

Согласно технологии [81, 82] опытные образцы, закрепленные силикатными растворами, помещались на хранение в периодически обновляемые агрессивные растворы. В качестве агрессивных сред использовались водопроводная вода с концентрацией ионов $pH = 8,1-8,3$ и 3% раствор перуксусной кислоты. Выбор кислоты был обусловлен тем, что даже после проведения работ по закреплению

загрязненных грунтов остается опасность их повторного замачивания исследуемой кислотой.

По истечении срока 30 дней и 90 дней опытные образцы извлекались и испытывались на прочность при сжатии.

Результаты проведенных испытаний указаны в таблице 1.

Таблица 1

Предел прочности при сжатии закрепленного грунта
в агрессивных средах

Исследуемые грунты	Агрессивная среда	Предел прочности при сжатии $R_{сж}$, Мпа, при сроке хранения в агрессивной среде, сут.	
		30	90
Песок пылеватый, $W = 7,5\%$, $\rho = 1,75г / см^3$, $\gamma = 17,5кН / м^3$, $\rho_s = 2,67г / см^3$, $\rho_d = 1,69г / см^3$	Вода рН=8,3	238	288
	Перукусная кислота 3%	337	301
Супесь пластичная $W = 15,8\%$, $I_p = 10,6\%$; $I_L = 0,28$, $\rho = 1,89г / см^3$, $\rho_s = 2,85г / см^3$, $\gamma = 18,9кН / м^3$	Вода рН=8,3	143	199
	Перукусная кислота 3%	217	286
Суглинок тугопластичный $W = 15,8\%$, $I_p = 10,6\%$; $I_L = 0,28$, $\rho = 1,89г / см^3$, $\rho_s = 2,85г / см^3$, $\gamma = 18,9кН / м^3$	Вода рН=8,3	140	196

Окончание табл. 1

Исследуемые грунты	Агрессивная среда	Предел прочности при сжатии $R_{сж}$, Мпа, при сроке хранения в агрессивной среде, сут.	
		30	90
Глина полутвердая $W = 40,8\%$, $I_p = 25,1\%$; $I_L = 0,079$, $\rho = 1,75 \text{ г/см}^3$, $\rho_s = 2,71 \text{ г/см}^3$,	Перексусная кислота 3%	185	216
	Вода рН=8,3	290	342
	Перексусная кислота 3%	335	348

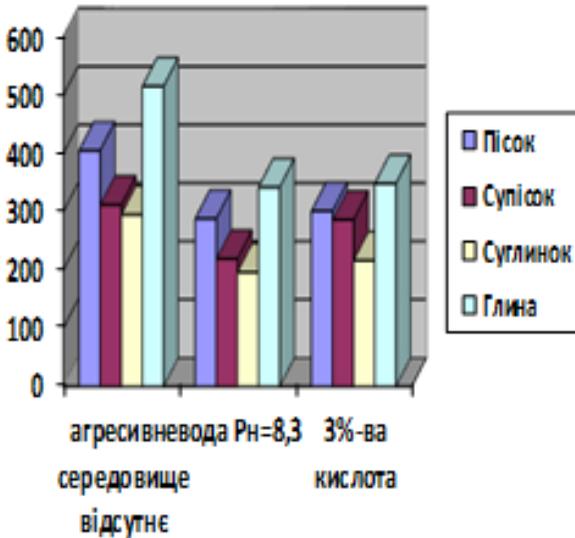


Рис. 1. График изменения почности закрепленных грунтов под воздействием агрессивных сред

Из графика видно, что снижение прочности образцов закрепленного грунта после воздействия на них воды составляет 36-47%, а под влиянием 3% кислоты – 26-42%.

Проведенные лабораторные испытания указывают на то, что закрепленные образцы закисленного грунта являются устойчивыми к воздействию агрессивных сред в течении длительного периода.

Проведенные исследования согласуются с [1, 2, 3, 4], где указано, что наиболее сильное снижение прочности закрепления происходит в воде, имеющей слабую щелочную реакцию ($\text{pH} = 8,2 - 8,5$) и составляет 44-48%. В растворах кислот снижение прочности при сжатии составляет 38-50%.

Это связано, прежде всего, с устойчивостью к кислотной агрессии геля перуксусной кислоты, который является главным вяжущим материалом в исследуемой рецептуре.

Из анализа вышеизложенных исследований можно судить, что значение предела прочности при сжатии закрепленных образцов, после воздействия на них агрессивных растворов, достаточно для длительного сохранения закрепленных массивов в условиях аварийного замачивания кислыми промышленными стоками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ржаницын Б.А. Химическое закрепление грунтов в строительстве. М. : Стройиздат, 1986. 263 с.
2. Мишурова Т.В. Закрепление песчаных оснований, загрязненных фосфорнокислыми промстоками, в условиях действующего производства : дисс. канд. техн. наук : 05.23.02. Д., 2001. 171 с.
3. Бронжаев М.Ф. Метод расчёта параметров химического закрепления грунтовых массивов, загрязнённых фосфорнокислыми промстоками : дисс. канд. техн. наук : 05.23.02. Д., 1997. 179 с.
4. Соколович В.Е. Химическое закрепление грунтов. М. : Стройиздат, 1980. С. 118.
5. Соколович В.Е., Заварин В.С. Устойчивость песчаных грунтов, закреплённых способом однорастворной силикатизации. Основания и фундаменты в сложных инженерно-геологических условиях. Межвузовский сборник. Казань, 1989. С. 12-14.

6. Чаликова Е.С., Степанова Е.В. Долговечность силикатных тампонажных растворов. Материалы к пятому совещанию по закреплению и уплотнению грунтов. Новосибирск, 1966. С. 163-167.

7. Patil V.M., Patil K.A. Effect of industrial waste and RBI Grade 81 on swelling characteristics of clayey soil. Facta Universitatis Series : Architecture and Civil Engineering. 2013; 11(3), hh 231-236.

8. <http://www.geol.vsu.ru/ecology/ForStudents/4Graduate/GroundCleaning/Lecture2.pdf>

9. <http://ru-ecology.info/term/77410/>

УДК 624.154.046.2

ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПЕСЧАНЫХ ОСНОВАНИЙ СВАЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЗОНДИРОВАНИЯ

Бабак М. С. канд. техн. наук, доцент, **Никитенко М. И.**

д-р техн. наук, профессор,

(Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Беларусь)

Семенюк С. Д. д.т.н., профессор

(УО «Белорусско-российский университет»)

Введение

Уточненная методика расчета несущей способности песчаных грунтов в основании буронабивных и забивных свай по данным статического зондирования была предложена [1] на базе синтеза существующих методов [2,6,7,8,9,10], а также выполненных в БНТУ экспериментальных и теоретических исследований. В ней использованы известные формулы с поправочными коэффициентами для учета технологии и глубины погружения в несущий слой грунта указанных свай, диаметров их стволов и пят при корректировке расчетных схем использования полученных сопротивлений грунтов зондированию в пределах активной зоны по глубине основания.