МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ГЕОТЕХНИКА БЕЛАРУСИ: НАУКА И ПРАКТИКА
(г. Минск, БНТУ — 23–25.10.2013)

УДК 624.131

РОЛЬ СТРОИТЕЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ В ПОДДЕРЖАНИИ БИОСФЕРНОГО РАВНОВЕСИЯ

Ленкевич Р.И.
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В статье рассматривается возможность сохранения экологического равновесия в процессе строительства и эксплуатации объектов. Приводятся данные лабораторных испытаний по изменению прочностных характеристик грунтов под воздействием антропогенного вмешательства.

The article considers the possibility of conservation geological balance at the process of the construction and exploitation of objects and contains of the data of laboratory tests changing the strength characteristics of soil under the influence of human intervention.

Взаимодействие живой природы и строительной отрасли имеет два направления. Во-первых, строители первыми приходят на необжитые места и разрушают сложившееся экологические системы в результате отчуждения территории, интенсивного потребления природных ресурсов, нарушения геологического строения местности и гидрологических режимов, загрязнения вредными выбросами в атмосферу, грунтов, поверхностных и подземных вод. Все это приводит к частичной или необратимой деградации живой природы, флоры и фауны и нарушает экологическое равновесие территории.

Во-вторых, именно строительная отрасль способна встать на защиту окружающей среды, грамотно проводя инженерно-экологические

изыскания, обеспечивая безопасность строительных материалов и изделий, организуя экологический мониторинг, и особенно проводя инженерно-экологическую защиту от негативных воздействий, применяя современные технологии, которые способствуют сохранению экологического равновесия на застраиваемых территориях (рис. 1).

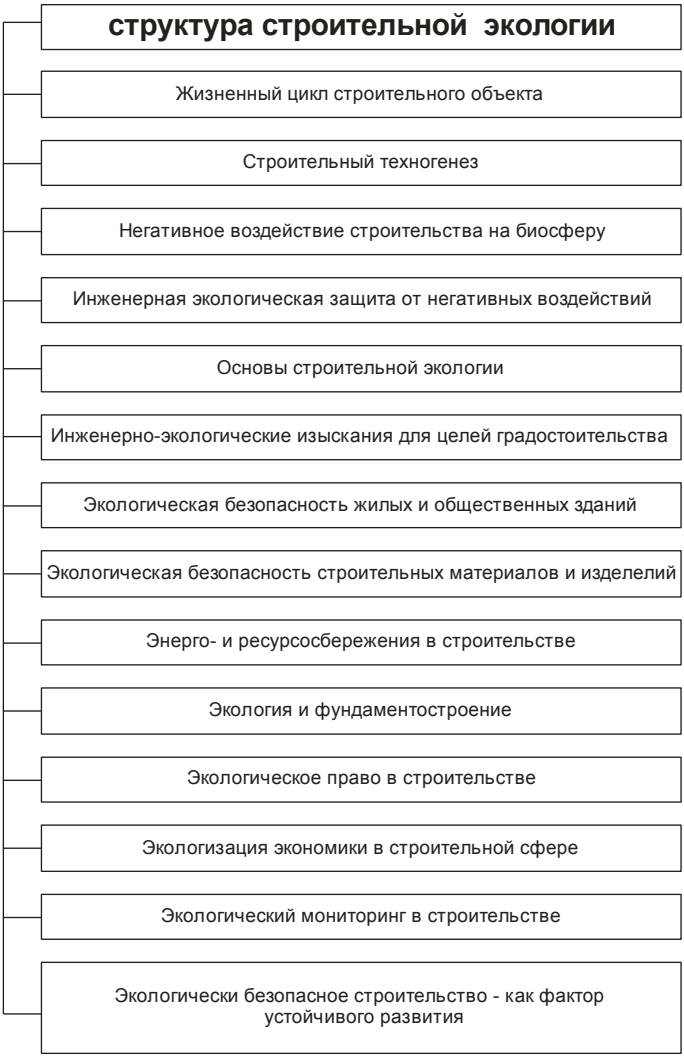

Рис. 1. Структура строительной экологии

В последнее время для характеристики строительного процесса используют термин «жизненный цикл строительного объекта», т.е. хронологическую последовательность этапов создания объекта до его утилизации (рис. 2). Больше чем на 100 лет вперед прогнозируются изменения, которые может внести данный строящийся объект в среду обитания. В международном стандарте ИСО 14042 «Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла» изложена оценка экологического влияния жизненного цикла строительного объекта на окружающую среду.

Рис. 2. Основные стадии жизненного цикла строительного объекта

Мы считаем, что экологическое сопровождение на каждой стадии этого цикла следует рассматривать не только как оценку интен-

сивности негативного воздействия на окружающую среду (загрязнение, образование отходов, размеры потребления природных ресурсов и т.д.), но и предложение технических санитарно-защитных и архитектурно-планировочных решений, которые способны снизить это воздействие.

В последнее десятилетия возрасла техногенная нагрузка на подземные воды в связи с работой крупных горнодобывающих предприятиятий, химических, нефтеперерабатывающих и др. производств, животноводческих комплексов, коммунального хозяйства, переноса и осаждения газовых выбросов, внесения удобрений, пестицидов и т.д., что приводит к повышению или формированию агрессивности подземных грунтовых вод, изменяя их естественный природный состав.

Высокая водопроницаемость покровных отложений Беларуси предопределяет их слабую естественную защищенность от загрязнения. На участках особенно интенсивных антропогенных нагрузок, а также в зонах депрессионных воронок артезианских скважин загрязнения проникают в более глубокие напорные водоносные горизонты до 40–50 м, а в отдельных случаях до 100–200 м. Перечень загрязняющих компонентов достаточно широк (Cl, SO_2^{-2}, K^+, Na^+) тяжелые металлы, нитраты и др.) Так, например на территории Мозырской ТЭЦ количество хлоридов в подземных превышает ПДК в 6 раз, на территории ТБО «Северный» в Минске содержание хлоридов в подземных водах превышено в 2 раза, кадмия – в 3 раза, алюминия – до 10 раз, содержание аммония достигает 80 ПДК.

Чтобы обезопасить экологические системы от воздействия потока загрязняющих веществ, содержащихся в грунтовых водах вблизи типовых объектов необходимо на пути их миграции устраивать барьеры. Это прежде всего устройство противофильтрационных завес и ограждений в виде глинистых, грунтобитумных, бетонопленочных и др. экранов. На практике устраивают горизонтальные и наклонные или вертикальные экраны из пылевато-глинистых грунтов. Скорость распространения загрязнения в толще экрана зависит от гранулометрического состава грунта, пористости и регулируется еще многими факторами: минералогическим составом части, способностью этих частиц к адсорбции, образование солей в толще экрана и т.д.

Материалы для строительства экрана должны выдерживать физические нагрузки, которым он подвергается во время строительства в течении эксплуатации и в период стабилизации агрессивных составляющих. В результате фильтрации пород через поры различных растворов солей, кислот, щелочей, изменяются физико-механические свойства и прочностные характеристики грунта, из которого устроен экран.

На кафедре проводились исследования свойств суглинков, из которых устраиваются экраны на предмет изменения их физических и прочностных характеристик в процессе эксплуатации. Изучалось изменение гранулометрического состава, числа пластичности (Jp), удельного сцепления (C) и коэффициента внутреннего трения (tgφ) при воздействии на них сернокислого магния. Выбран Mg_2SO4 по той причине, что сульфаты занимают 2-е место после хлоридов по усредненным характеристикам фильтрата полигонов ТБО. Испытания проводились в 2 этапа.

Первый этап – определение физических и прочностных характеристик грунта №1 при фильтрации через них воды и 10 процентного сульфата магния (Mg_2SO4) в течении 30 дней.

Второй этап – определение тех же характеристик на образцах № 2 после фильтрации воды и раствора через 300 дней.

Гранулометрический состав исследования суглинков представлен в табл. 1. По истечении 30 дней фильтации раствора в гранулометрическом составе грунта № 1, а также в его прочностных характеристиках изменений не произошло. В результате длительного воздействия раствора грунт № 2 претерпел существенные изменения. Значительно уменьшилось число глинистых фракций, несколько снизилось количество песчаных фракций и существенно увеличилось содержание пылеватых частиц.

В результате воздействия раствора несколько увеличились границы текучести и раскатывания для обоих суглинков, но при этом число пластичности изменилось только в пределах допустимой погрешности (табл. 2).

Следовательно, долговременная фильтрация раствора существенно не повлияла на границы текучести и границы раскатывания.

Результаты определения сопротивление сдвигу суглинков 1 и 2 до и после воздействия на них раствора (табл. 3) являются результатом

статистической обработки 5-6 значений, полученных при одной и той же вертикальной нагрузке, т.е. всего испытано более 60 образцов.

Таблица 1

Гранулометрический состав грунта

Грунт	**Состояние грунта**	**Содержание фракций, %**		
		Песчаная 0,5–01 мм	**Пылеватая 0,1–0,005 мм**	**Глинистая 0,005–0,001 мм**
Суглинок № 1	Исходное	28,6	55,6	15,8
	После воздействия раствора Mg_2SO_4 в течении 30 дней	28,5	56,6	14,9
Суглинок № 2	Исходное	29,1	57,1	13,8
	После воздействия раствора Mg_2SO_4 в течении 300 дней	26,5	68,5	7,0

Таблица 2

Показатели пластичности

Грунт	**Состояние грунта**	**Граница текучести, %**	**Граница раскатывания, %**	**Число пластичности**
Суглинок № 1	Исходное	21,5	10	11,5
	После воздействия раствора Mg_2SO_4 в течении 30 дней	22,3	11,0	11
Суглинок № 2	Исходное	23,7	11,0	12,0
	После воздействия раствора Mg_2SO_4 в течении 300 дней	26,5	13	12,5

Таблица 3

Сопротивление грунтов сдвигу τ (кПа)

Состояние грунта	**Давление Р, кПа**			**Удельное сцепление С, кПа**	**tgφ**
	100	**200**	**300**		
Суглинок № 1					
Исходное	32,5	37,5	42,5	27,5	0,05
После воздействия раствора Mg_2SO_4 в течении 30 дней	32,4	37,4	42,6	27,2	0,052
Суглинок № 2					
Исходное	36,2	38,7	48,7	33,7	0,0625
После воздействия раствора Mg_2SO_4 в течении 30 дней	44,5	49,5	62,5	35,5	0,09

Значение tgφ и С были вычислены с использованием всей совокупности опытных данных, обработанных методом наименьших квадратов. При долговременной фильтрации раствора наблюдается увеличение сопротивление сдвигу суглинка № 2. Хотя имеется выпадение из общей картины двух образцов во время испытания суглинка № 2 при вертикальной нагрузки 200 кПа, опытные данные достаточно хорошо апроксимируются прямой линей, которая имеет вид $\tau = P\text{tg}\varphi + C$ (рис. 3). У суглинка № 2 при фильтрации Mg_2SO_4 отмечено увеличение, как сцепления, так и угла внутреннего трения. Это можно объяснить образованием в грунте новых химических соединений, в первую очередь гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), а также возможно других солей, которые цементируют частицы грунта. Эти соли образовались при воздействии сульфат иона с кальцием, натрием и магнием.

О том, что при фильтрации раствора происходит цементирование частиц грунта гипсом свидетельствует также уменьшение количества глинистых и увеличение пылеватых фракций (см. табл. 1). Зафиксированные в опытах изменения гранулометрического состава суглинков и главным образом рост числа пылеватых фракций

привели к увеличению угла внутреннего трения. Цементация частиц происходила по всему объему образцов, благодаря чему выросло сцепление суглинков.

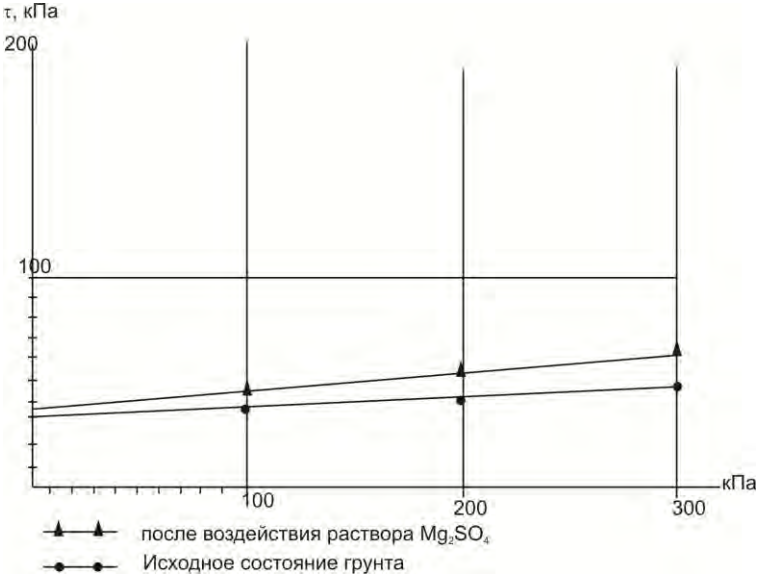

Рис. 3. Графики зависимости сопротивления сдвигу от нормальной нагрузки (по данным опытов, проведенных с суглинком № 2)

Результаты исследования позволяют более обосновано подойти к оценке устойчивости устраеваемых геотехнических барьеров и заранее прогнозировать изменения в грунтах ограждающих устройств, подвергающихся воздействию фильтрующихся производственных стоков.

Литература

1. Павилонский, В.М. Изменения проницаемости суглинка при длительной фильтрации раствора едкого натра. – М. : ВОДГЕО, 1977.

2. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2010 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2011.

3. Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла : СТБ ИСО 14042–2003.