



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Белорусский национальный
технический университет

СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ФАКУЛЬТЕТ

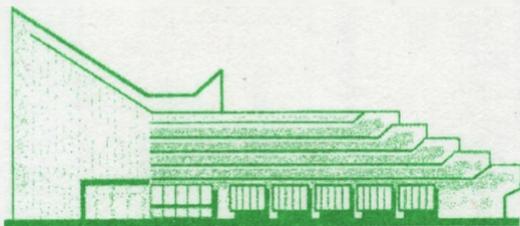
Строительный факультет

**Актуальные проблемы геотехники,
экологии и защиты населения
в чрезвычайных ситуациях**

*Материалы 68-й студенческой
научно-технической конференции*

Секция «Геотехника и экология в строительстве»

3 мая 2012 года



Минск
БНТУ
2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Строительный факультет

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОТЕХНИКИ,
ЭКОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

*Материалы 68-й студенческой
научно-технической конференции*

Секция «Геотехника и экология в строительстве»

3 мая 2012 года

Минск
БНТУ
2013

УДК 502/504+614.8.084.+624.15(06)

ББК 20.18я43

А43

Редакционная коллегия:

С. В. Игнатов, магистр техн. наук, ассистент кафедры
«Геотехника и экология в строительстве» (ответственный редактор);

В. Ф. Зверев, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой
«Железобетонные и каменные конструкции»;

Ю. В. Лях, канд. техн. наук, преподаватель кафедры
«Экономика строительства»;

И. Л. Бойко, канд. техн. наук, преподаватель кафедры
«Геотехника и экология в строительстве»;

В. Н. Кравцов, канд. техн. наук, преподаватель кафедры
«Геотехника и экология в строительстве»

Под общей редакцией д-ра техн. наук, профессора, зав. кафедрой
«Геотехника и экология в строительстве» **М. И. Никитенко**

Рецензенты:

В. А. Сернов, канд. техн. наук, доцент кафедры
«Геотехника и экология в строительстве», БНТУ;

К. Э. Повколас, канд. техн. наук, доцент кафедры
«Водохозяйственное строительство», БНТУ;

А. П. Кремнев, канд. техн. наук, доцент кафедры
«Строительных конструкций» ПГУ, г. Новополоцк

Сборник содержит материалы 68-й студенческой научно-технической конференции «Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях». В издании освещены материалы пленарного заседания, исследующие проблемы защиты окружающей среды, проектирования и конструирования экономичных конструкций нулевого цикла.

Предназначено для научно-педагогических работников, студентов, магистров и аспирантов.

ISBN 978-985-525-949-8

© Белорусский национальный
технический университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ахрамович А. В.</i> Взаимодействие свай в группе.....	6
<i>Адеджумо Т. В., Алхассан М.</i> Слабые грунты Нигерии и типы применяемых свай	8
<i>Алхассан М., Адеджумо Т. В.</i> Грунтовые условия нигерии.....	14
<i>Аль-Хаснави Р. М.</i> Высоконапорная струйная цементация при реконструкции зданий и сооружений в грунтовых условиях беларуси	18
<i>Березовская А. И., Галыня А. В.</i> Природные катастрофы на рубеже XX–XXI веков.....	22
<i>Бобкова Ю. А., Петрик А. В., Федарович К. Н., Швенда М. В.</i> Большой Барьерный риф – величайший в мире комплекс коралловых рифов и островов.....	24
<i>Бобрик А. Р., Довнар Д. Д.</i> Армирование грунтов полимерными и композитными материалами.....	26
<i>Богданович Т. М., Горбацевич Н. П.</i> Природные катастрофы на рубеже XXI века.....	28
<i>Боднарьусь А. П., Галкович Т. П.</i> Чрезвычайные ситуации экологического неблагополучия, вызванные шумовым загрязнением среды	30
<i>Борисенко В. А., Соколовская Ю. В.</i> Учет современной техносферы при проведении инженерно-экологических изысканий	33
<i>Брухан Т. А.</i> Геотекстиль, понятие, виды, функции. применение в строительстве	35
<i>Будько Е. В., Левчук Е. А.</i> Чрезвычайные ситуации экологического неблагополучия, вызванные электромагнитным загрязнением среды	36
<i>Буховецкий А. Г., Чернобылец А. Л.</i> Современная система дозиметрических величин	39
<i>Васильев Д. И., Морозов В. В.</i> Проблемы и перспективы утилизации ТБО в Минске	44

Воробей А. А. Сопrotивление грунтов сдвигу вокруг буроинъекционного корня анкера или свай.....	46
Габрусъ Е. А., Викторенко Т. Н. Современные технологии усиления оснований и фундаментов.....	49
Глотова Д. Д., Олиферчик И. Г., Семенченя И. Н., Папай Д. В., Степура М. Р. Горные породы Луны	52
Губский В. А., Подалинская В. В. Диатомит как фильтр и адсорбент загрязняющих веществ в воде.....	53
Драгун Н. В., Янушкевич О. В. Диатомит как адсорбент радионуклидов	55
Дудкова И. Н., Лукашевич Е. А. Генофонд биосферы в республике беларусь	58
Здитовец Е. И., Евтухова Е. В. Анализ поврежденности железобетонных элементов зданий сельскохозяйственного назначения	59
Иванов А. Н. Георадарное зондирование железнодорожной насыпи	64
Козлова М. Д. Особенности изложения материала о свайных фундаментах в разделе «Основания и фундаменты».....	67
Козловский Е. А., Литвинов А. А., Сасимович А. Е. Проблемы и перспективы использования нефтяного попутного газа.....	70
Кондратенко А. А., Бохан Д. В. Сравнительный анализ стеновых материалов, применяемых в индивидуальном домостроении.....	73
Кулагина Н. В. Что мы оставим после себя	75
Козунова О. В., Сигаи Е. А. Цилиндрический изгиб фундаментной плиты на многослойном основании с переменным модулем деформации.....	78
Косович С. В., Варакса А. С. Спящие вулканы.....	83
Лапатин П. В. Особенности проектирования оснований фундаментов с учетом динамических воздействий	84

Ласица Е. А. Сейсмичность территории Беларуси и некоторые строительные аспекты сейсмозащиты зданий и сооружений	87
Леонович А. О., Пыжик Т. В. Альтернативные виды источников энергии	91
Лозейко К. В. Экологические проблемы г. Минска и пути их решения	93
Макаревич М. В., Копыркин А. И. Геотермальные тепловые насосы	95
Павловицкий С. В., Пропольский Д. Э. Геотермальная энергетика в Беларуси	98
Почопко А. В., Рудникова И. А. Расчет несущей способности свай, выполненных с использованием струйной технологии	100
Саиф Сами Хуссейн Аль-Тамими Экспериментальные исследования мелкозаглубленных металлических винтовых свай.....	101
Сермяжко Д. А., Кузькина Е. Е. Сравнение существующих методов определения модуля деформации грунта	104
Сига́й Е. А. Нелинейный расчет элементов строения железнодорожного пути под действием экипажной нагрузки.....	106
Солдатенко Я. А., Роцин А. В., Малишевский Е. С., Говейнович М. П. Тектонические разломы.....	110
Специан В. С., Врублевский П. С., Ввозный Д. А. Усиление грунтов с помощью подпорных стенок	112
Сугак О. В. Анализ результатов испытания буронабивных свай, устраиваемых по различным технологиям	115
Тронда Т. В. Взаимодействие свай с оголовками с грунтом основания	119
Шульга Д. О., Специан В. С., Врублевский П. С. Расчетные модели грунтовых оснований однородных и анизотропных ..	123

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВАЙ В ГРУППЕ

Ахрамович А. В.

(научный руководитель Сернов В. А.)

БНТУ, Минск, Беларусь

Анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований взаимного влияния элементов свайного фундамента показал, что осадка фундамента зависит от шага свай в группе. С уменьшением шага и увеличением длины свай их взаимное влияние увеличивается. В соответствии с нормативными документами осадка свайного фундамента рассчитывается как для условного массива без учета взаимодействия свай в группе независимо от шага свай.

Для оценки взаимного влияния свай в данной работе исследовалась зависимость осадки свай в группе от изменения шага свай, длины свай и их количества.

Согласно п. 5.26 СНБ 5.01.01–99 расчет осадки в большинстве случаев ведется методом послойного суммирования, с использованием графических построений.

Полученное значение необходимо сравнить с предельно допускаемой осадкой:

$$S < S_n,$$

где S – конечная осадка отдельного фундамента, определяемая расчетом;

S_n – предельная величина деформации основания фундамента зданий и сооружений, принимаемая по СНБ 5.01.01–99.

Расчет осадки свай выполнен при помощи программного комплекса Plaxis. Были рассмотрены 8 различных вариантов, варьировались такие параметры как длина свай (5 м и 10 м) и их количество (1, 3, 5, 7 свай), нагрузка на сваю в составе группы прикладывалась такая же, как и на одиночную.

Нами были введены коэффициенты K_5 и K_{10} – коэффициенты группового эффекта для свай длиной 5 и 10 метров соответственно.

На представленном графике несложно проследить, что коэффициент влияния (коэффициент группового эффекта) с увеличением количества свай в группе возрастает, причем для свай длиной 10 метров коэффициент возрастает более существенно.

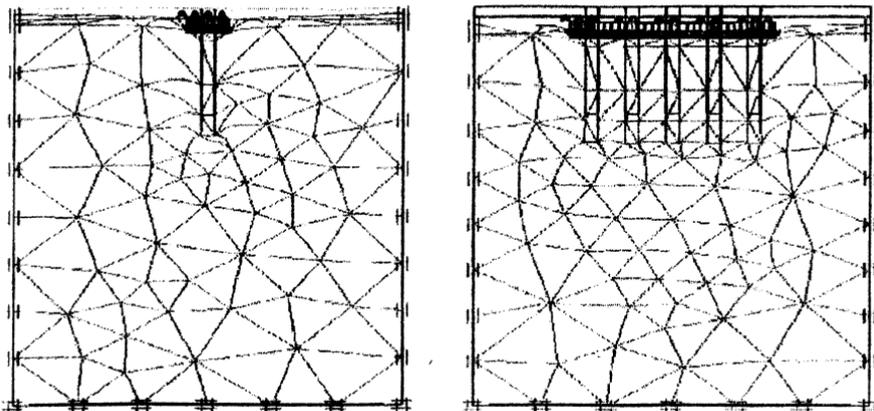


Рис. 1. Расчетные модели одной и пяти свай длиной 5 м

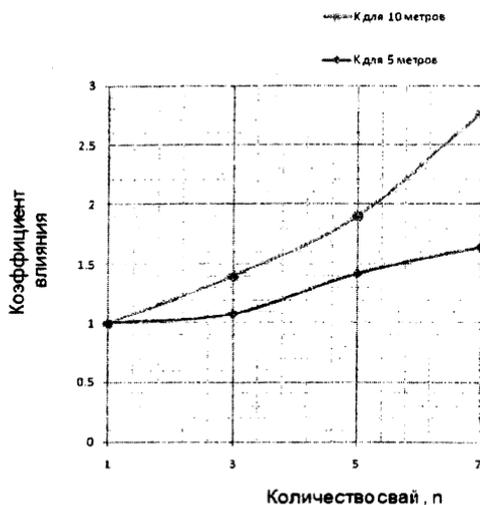


Рис. 2. График зависимости $K = f(n)$

Осадку группы свай S целесообразно определять по осадке одиночной сваи, полученной расчетом или по результатам испытаний статической нагрузкой с учетом их взаимного влияния, по формуле:

$$S = S_1 \cdot K_g,$$

где S_1 – осадка одиночной свай от доли нагрузки, приходящейся на нее в составе свайного фундамента с несущим ростверком, определяется расчетом в соответствии с действующими ТНПА либо по данным статических испытаний;

K_g – коэффициент группового эффекта, определяется в зависимости от шага свай a , их количества в группе n и гибкости l/d (l – длина свай, м; d – диаметр свай, м);

Таким образом, традиционная расчетная схема для определения осадки свайного фундамента упрощена необоснованно, и в действующий нормативный документ необходимо вводить поправки.

СЛАБЫЕ ГРУНТЫ НИГЕРИИ И ТИПЫ ПРИМЕНЯЕМЫХ СВАЙ

Адеджумо Т. В., Алхассан М.
(научный руководитель Бойко И. Л.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Аннотация

Приведены описаны различные типы слабых грунтов распространенных по нигерийской географической территории, оценки их физико-механических характеристик для определения и рекомендации соответствующего типов свайных фундаментов на них, для несущих и поддержки различных зданий и других сооружений.

Нигерия – западноафриканская страна, расположенная в тропической зоне в непосредственной близости к экватору от 4° до 14° северной широты и от 2° до 15° восточной долготы. На севере она граничит с республикой Нигер, на востоке республикой Камерун, а на западе республикой Бенин. На северо-востоке страны расположено озеро Чад, на юге страна омывается водами Гвинейского залива Атлантического океана, а север страны расположен на южной окраине пустыни Сахары. Площадь Нигерии составляет $923\,768\text{ км}^2$ [1].

Геоморфология грунтов Нигерии и четвертичная история их формировалась под влиянием интенсивности и периодичности дождей [2].

Породами, слагающими холмы, являются старые и молодые граниты и кварциты. Характерным рельефом участков, занимаемых осадочными породами, являются обширные плоские и очень пологие наклонные равнины, которые разделены остатками плоских покрытых латеритовыми грунтами холмов. Высота этих холмов достигает 300 м [3].

В более засушливой северной части Нигерии мощность слоев грунта, сложенных продуктами выветривания достигает не более 15 м. Состав и характеристики элювиальных грунтов во многом зависят от состава горных пород, из которых они сформированы [3]. Геологические разрезы отражают степень выветривания грунтов по глубине начиная от коренных пород к умеренно и чрезвычайно выветренным породам и заканчивая полностью выветренными породами, растительными грунтами и гумусом верхнего слоя почвы. Геологические разрезы могут значительно различаться в зависимости от типов и состава материнских пород, скорости эрозии, зависящей от региональных климатических условий [4].

Основные типы грунтов Нигерии и их распространение на территории страны представлено на рис. 1 [4].



Рис. 1. Типы и распространения грунтов Нигерии

На территории страны можно выделить четыре группы грунтов:

- 1) Слабые грунты (слаборазвитые и гидроморфные).
- 2) Вертисоли (значительно изменяющие объем при изменении влажности).
- 3) Ферралитические грунты (суглинки и глины, с достаточной несущей способностью).
- 4) Железистый тропический грунт (с высокой несущей способностью).

Слабые грунты Нигерии

Делювиальные грунты (слаборазвитые и гидроморфные) наиболее широко распространены в Нигерии вдоль берегов рек, и прибрежных районах. Слабые грунты распространены вдоль рек и в прибрежной зоне океана. Представлены кварцевыми песками в смеси с глинами, состоящими из каолинита и гидрослюды. Физические и механические свойства слабых грунтов имеют значительные отличия, поскольку охватывают различные генетические группы [4, 6]. В зависимости от состава, слабые грунты подразделяются на следующие типы:

а) органические слабые грунты (торфы, некоторые виды сапропелей и т. п.), содержащие более 55 % по весу органических веществ;

б) органо-минеральные слабые грунты (зоторфованные глины, зоторфованные илы и т. п.), содержащие от 10 до 55 % органических веществ;

в) минеральные слабые грунты (илы, иольдиевые глины, переувлажненные глинистые грунты, грунты мокрых солончаков и т. п.), содержащие менее 10 % органических включений.

К слабым грунтам, кроме перечисленных относятся лёссовидные просадочные грунты, пlyingуны и др.

Глина – в состав этих грунтов входят мелкие частицы величиной не более 0,002 мм по USCS (0,005 мм). Эти частицы в основном имеют форму чешуек. Влажность глины влияет на ее несущую способность. Например, несущая способность глины в пластичном и разжиженном состоянии очень низка, в то время как сухая глина может выдерживать относительно большие нагрузки. Существуют также и ленточные глины, то есть глины, в которых присутствуют песчаные прослойки в районах Лагосе, Сокото и Адамава. Несущая способность таких глин крайне низка, так как они подвержены быстрому разжижению.

Торф – своеобразное, относительно молодое геологическое образование, создающееся в результате отмирания болотной растительности при избыточном количестве влаги и недостаточном доступе воздуха. Для торфа в его естественном состоянии характерна высокая влажность – от 150 до 290 %. Сухое вещество торфа состоит из не вполне разложившихся растительных остатков – растительного волокна, продуктов разложения растительных остатков – темного бесструктурного вещества (гумуса) и неорганических примесей (зола). Черноземы хлопка грунты в Адамава область, Нигерии упала в эту группу.

Сапропели представляют собой озерные отложения, образующиеся в водоемах в результате отмирания заселяющих их животных и растительных организмов и оседания минеральных частиц, заносимых водой и ветром.

Торфы и сапропели являются типичными представителями болотных грунтов. В состав болотных отложений входят также жидкие образования (прослойки внутризалежных вод, вода со сплавиной и т. д.). Это наиболее встречающихся в Локоже, Ово, Джебе, Энагое, Кадуне и Гомбе.

При отсутствии данных испытаний к слабым грунтам следует относить: торф и заторфованные грунты, илы, сапропели, глинистые грунты с коэффициентом консистенции более 0,5, иольдиевые глины, грунты мокрых солончаков. Наиболее распространены в Нигерии глинистые грунты [7].

Физико-механические характеристики нескольких разновидностей слабых грунтов в различных районах Нигерии приведены в табл. 1.

Виды применяемых свай в Нигерии

При устройстве свайного поля фундамента используются сваи следующих основных типов:

бурозавинчиваемая свая – свая, состоящая из металлической трубы с крестообразным наконечником и спиральной навивкой, погружаемая в грунт путем ее вращения в сочетании с вдавливанием;

буроинъекционная свая – буровая свая диаметром 0,15–0,25 м, устраиваемая в грунте путем нагнетания (инъекции) в скважину мелкозернистой бетонной смеси и установки арматурного каркаса;

буронабивная свая – бетонная или железобетонная свая диаметром 0,4–1,2 м, устраиваемая в грунте путем укладки бетонной смеси в скважину;

винтовая свая – свая, состоящая из металлической винтовой лопасти и трубчатого металлического ствола со значительно меньшей, по сравнению с лопастью, площадью поперечного сечения, погружаемая в грунт путем ее завинчивания в сочетании с вдавливанием;

забивная свая – железобетонная, стальная или деревянная свая, погружаемая в грунт без его выемки или в лидерную скважин. К забивным сваям также относятся железобетонные сваи-оболочки, диаметром до 0,8 м, заглубляемые вибропогружателем без выемки или с частичной выемкой грунта и не заполняемые бетонной смесью.

Таблица 1

**Физико-механические свойства
нескольких слабых грунтов Нигерии**

	Природная влажность W , %	Влажность на границе текучести W_L , %	Влажность на границе раскатывания W_p , %	Удельный вес частиц γ_s , Кн/м^3	Удельное сцепление C Кн/м^2	Угол внутреннего трения φ , °	Удельный вес при природной влажности γ_b , Кн/м^3	Модуль деформации E , МПа	Линейные деформации набухания, %	Давление набухания, КПа
Лагос-торфы, глины	76,2	54,5	27,1	25,1	22,4	19,5	17,2	8,9	9,4	120,6
Биний-илистые-глины	45,3	44,1	22,3	25,6	19,6	16,8	18,1	10,4	8,7	121,2
Сокото-глиные сланцы	21,3	27,4	15,8	24,9	11,8	22,9	24,6	11,6	16,2	125,2
Портгаркорт-торфы, глины	48,7	40,2	25,3	25,2	26,2	20,5	20,7	9,3	8,9	123,1
Майдугури-черная глина	23,1	24,2	17,4	24,8	15,7	26,5	25,2	14,2	11,8	127,1
Отупко-лесс, глины	37,5	32,5	24,5	25,4	20,7	15,8	18,9	9,5	12,1	122,1
Энугу- илистые-глины	33,4	28,4	23,6	25,7	22,3	18,2	19,6	12,8	10,4	120,8

Выводы

1. Физико-механические свойства нескольких слабых грунтов распространены по нигерийской территории были представлены, которые будут помогать строителям и фундамент эксперты в своих решениях.

2. Глина является основным слабым грунтам в Нигерии, хотя и другие слабые грунты, как торф, супесь могут присутствовать, чтобы сделать ее органической глины, неорганические глины, черная глина или красноватые глины.

3. В зависимости от многих факторов типы сваи используют в Нигерии включают бурозавинчиваемая свая, буруинъекционная свая, буронабивная свая, винтовая свая и забивная свая.

Литература

1. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/AFRICAEXT/NIGERIAEXTN-18/05/2011>.

2. Durotoye, B. Geomorphology and Quaternary deposits of Nigeria / B. Durotoye // Tropical soils of Nigeria I Engineering Practice /ed. by S. A. Ola – A. A. Balkema- Rotterdam, 1983. – P. 1–17.

3. McCurry, P. A General Review of the Geology of the Precambrian to Lower Palaeozoic Rocks of Northern Nigeria / P. McCurry // Geology of Nigeria-2nd edition / ed. by C. A. Kogbe. Abiprint & Pak Ltd. Ibadan, Nigeria, 1989. – C. 13–38.

4. Malomo, S. Weathering and weathering products of Nigerian rocks– Engineering implications / S. Malomo // Tropical soils of Nigeria in Engineering Practice /ed. by S. A. Ola – A. A. Balkema- Rotterdam 1983. – P. 40–60.

5. Rahaman, M. A. Sedimentary and crystalline rocks of Nigeria / M. A. Rahaman, S. Malomo // Tropical soils of Nigeria in Engineering Practice /edited by S. A. Ola – A. A. Balkema- Rotterdam, 1983. – P. 18–38.

6. Carter, M. Correlation of soil properties / M. Carter, S. Bentley : Pentech press publishers : London, 1991. – 130 p.

ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ НИГЕРИИ

Алхассан М., Адеджумо Т. В.
(научный руководитель Бойко И. Л.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Аннотация

Приведены характерные для Нигерии грунтовые условия, описаны основные строительные свойства наиболее широко представленных на территории страны грунтов, механизмы их образования, дана оценка грунтов как оснований зданий и сооружений, описаны их физико-механические характеристики.

Введение

В климате Нигерии выделяются влажные и сухие (междождевые) периоды года. Сезонные дожди формируются под влиянием юго-западных муссонных ветров с моря и теплого сухого пыльного северо-восточного пассата, называемого «гаматтан», со стороны пустыни Сахара. Геоморфология грунтов Нигерии и четвертичная история их формировалась под влиянием интенсивности и периодичности дождей.

Грунты Нигерии сложены осадочными и кристаллическими породами, распределенными по территории страны в почти равных пропорциях [1–5].

Климатические условия тропического региона определяют формирование осадочных грунтов, образование которых происходит в основном путем процесса химического выветривания магматических, осадочных и метаморфических горных пород. Имеют место и процессы физического выветривания. Выветренные перемещенные материалы образуют элювиальные отложения. В этом регионе в конечных продуктах выветривания часто присутствует оксид железа. Он придает красноватую, коричневатую и желтоватую окраску грунтам, обычно называемым «латеритами» [1]. Наиболее распространены в Нигерии глинистые грунты.

Часто встречающимися элювиальными грунтами Нигерии являются суглинки и глины, содержащие оксиды железа и феррасолы, имеющие схожие физико-механические характеристики.

Влияние на свойства элювиальных грунтов как оснований фундаментов оказывает не только состав их материнских (коренных) пород, но и текстура, состоящая из различных слоев, залегающих почти параллельно поверхности земли. Эти горизонты генетически связаны и отражают процессы выветривания. Текстура элювиальных грунтов является важным аспектом, оказывающим значительное влияние на строительные свойства грунтов основания. Геологические разрезы отражают степень выветривания грунтов по глубине начиная от коренных пород к умеренно и чрезвычайно выветренным породам и заканчивая полностью выветренными породами, растительными грунтами и гумусом верхнего слоя почвы (рис. 1).

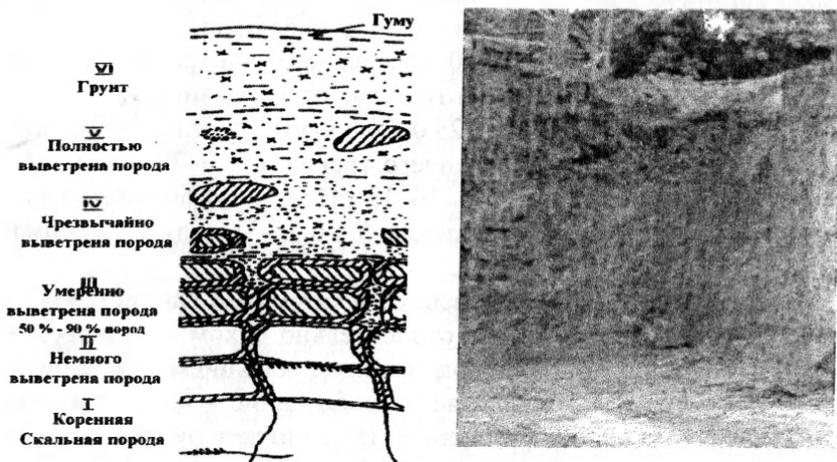


Рис. 1. Типичный геологический разрез для тропического климата Нигерии

Делювиальные грунты (слаборазвитые и гидроморфные) наиболее широко распространены в Нигерии вдоль берегов рек, и прибрежных районах.

В северо-восточной части страны в прибрежной зоне озера Чад встречаются относящиеся к тропическим элювиальным грунтам вертисоли, отличительная способность которых значительно набухать или уменьшаться в объеме при изменении влажности.

На территории страны можно выделить четыре группы грунтов: – слабые грунты (слаборазвитые и гидроморфные);

- вертисоли (значительно изменяющие объем при изменении влажности);
- ферралитические грунты (суглинки и глины, с достаточной несущей способностью);
- железистый тропический грунт (с высокой несущей способностью).

Слабые грунты распространены вдоль рек и в прибрежной зоне океана. Представлены кварцевыми песками в смеси с глинами, состоящими из каолинита и гидрослюд. Такие грунты имеют высокую пластичность и невысокую прочность, что ограничивает их использование в качестве основания плитных фундаментов. Исследование органических глин в районе Лагоса показало, что их физико-механические характеристики лежат в следующих пределах: природная влажность $W = 15\text{--}120\%$; влажность на границе текучести $W_L = 20\text{--}150\%$; влажность на границе раскатывания $W_p = 10\text{--}50\%$; удельный вес частиц $\gamma_s = 25,0\text{--}26,0 \text{ кН/м}^3$; удельное сцепление $C = 3,0\text{--}31,0 \text{ кПа}$; угол внутреннего трения $\varphi = 0\text{--}7^\circ$; удельный вес при природной влажности $\gamma_b = 16\text{--}19 \text{ кН/м}^3$; коэффициент пористости $e = 0,65\text{--}1,2$; степень влажности $S_r = 0,55\text{--}1$; модуль деформации $E = 6\text{--}16 \text{ МПа}$.

Вертисоли представлены черными тяжелыми глинистыми грунтами, сформировавшимися в относительно сухом саванновом климате и состоящими из пород, богатых кальцием. Механические свойства вертисолей определяет преобладание в их составе глинистых частиц из монтмориллонита. Их отличает низкая водопроницаемость, высокая пластичность, набухание и усадка. При исследовании вертисолей северо-восточной Нигерии были определены следующие пределы физико-механических характеристик: природная влажность $W = 8\text{--}40\%$; влажность на границе текучести $W_L = 78\text{--}93\%$; влажность на границе раскатывания $W_p = 21\text{--}31\%$; показатель текучести $I_L = 47\text{--}2\%$; удельное сцепление $C = 120\text{--}220 \text{ кПа}$; угол внутреннего трения $\varphi = 4\text{--}12^\circ$; линейные деформации набухания – $11\text{--}21\%$; удельный вес частиц $\gamma_s = 25,0\text{--}25,6 \text{ кН/м}^3$; набухание без приложения нагрузки – $50\text{--}90\%$; давление набухания – $120\text{--}130 \text{ кПа}$; удельный вес при природной влажности $\gamma_b = 19\text{--}21 \text{ кН/м}^3$; коэффициент пористости $e = 0,35\text{--}1,3$; степень влажности $S_r = 0,5\text{--}1$; модуль деформации $E = 7\text{--}18 \text{ МПа}$.

Использование вертисолей в качестве основания фундаментов приводит к недопустимым деформациям, появлению трещин в надземных конструкциях и развитию аварий зданий и сооружений даже при применении конструктивных мер, компенсирующих неравномерность осадок. В силу этого вертисоли в основании фундаментов заменяются другими грунтами с хорошими строительными свойствами, либо прорезаются сваями.

Железистые и ферралитические грунты широко распространены в Нигерии и относятся к надежным основаниям. Это, как правило, плотные элювиальные глинистые грунты, в которых с увеличением глубины происходит постепенный переход от полностью выветренного грунта к коренной породе. Их обычно называют красным тропическим грунтом и считают хорошим основанием. Они являются грунтами средней пластичности и не подвержены набуханию и усадке благодаря составу слагающих их минералов. При исследовании железистых и ферралитических грунтов Нигерии следующие пределы физико-механических характеристик были определены: природная влажность $W = 6,55-38 \%$; влажность на границе текучести $W_L = 36-50 \%$; влажность на границе раскатывания $W_p = 18-44 \%$; показатель текучести $I_L = 6-26 \%$; удельный вес частиц $\gamma_s = 25,3-27,0 \text{ кН/м}^3$; удельное сцепление $C = 24-140 \text{ кПа}$; угол внутреннего трения $\varphi = 18-26^\circ$; удельный вес при природной влажности $\gamma_b = 17-21 \text{ кН/м}^3$; коэффициент пористости $e = 0,5-0,8$; степень влажности $S_r = 0,3-1$; модуль деформации $E = 8-29 \text{ МПа}$. Предельное давление, для такого грунта, составляет $240-310 \text{ кПа}$, а при большом содержании латеритового гравия до 500 кПа .

Вывод

– инженерно-геологические условия Нигерии представлены различными грунтами, строительные свойства которых меняются в значительных пределах;

– на территории страны можно выделить четыре основные группы грунтов: слабые (слаборазвитые и гидроморфные); вертисоли (значительно изменяющие объем при изменении влажности); ферралитические (суглинки и глины, с достаточной несущей способностью); железистые тропические грунты с высокой несущей способностью;

– на строительные свойства грунтов решающее влияние оказали состав горных пород, из которых они сформировались, климат и рельеф местности, структура и текстура грунта;

– в связи со значительным разнообразием строительных свойств грунтов при проектировании и строительстве зданий и сооружений на территории страны следует выбирать тип и конструкции фундаментов, обеспечивающих надежную эксплуатацию зданий и наименьшие затраты на их устройство.

Литература

1. Durotoye, B. Geomorphology and Quaternary Deposits of Nigeria / B. Durotoye // Tropical Soils of Nigeria in Engineering Practice /edited by S. A. Ola – A. A. Balkema- Rotterdam, 1983. – P. 1–17.
2. Rahaman, M. A. Sedimentary and crystalline rocks of Nigeria / M. A. Rahaman, S. Malomo // Tropical Soils of Nigeria in Engineering Practice /edited by S. A. Ola – A. A. Balkema- Rotterdam, 1983. – P. 18–38.
3. Shitta, K. A. Lithostratigraphy of Nigeria-Review / K. A. Shitta: Proceedings of 32nd seminar on Engineering Geothermal Reservoir, Stanford University – Stanford, California – 2007. – P. 1–9.
4. McCurry, P. A General Review of the Geology of the Precambrian to Lower Palaeozoic Rocks of Northern Nigeria/ P. McCurry, // Geology of Nigeria-2nd edition / edited by C. A. Kogbe. Abiprint & Pak Ltd. Ibadan, Nigeria, 1989. – P. 13–38.
5. Rahaman, M. A. Review of the Basement Geology of Southwestern Nigeria / M. A. Rahaman // Geology of Nigeria -2nd edition / ed. by C. A. Kogbe. Abiprint & Pak Ltd. Ibadan, Nigeria, 1989. –P. 39–56.

ВЫСОКОНАПОРНАЯ СТРУЙНАЯ ЦЕМЕНТАЦИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Аль-Хаснави Р. М.

(научный руководитель Бойко И. Л.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Аннотация

В докладе рассматриваются возможности оборудования для инъекционного упрочнения грунта по технологии «Jet grouting method». Приведены примеры применения данной технологии на ряде объектов в городе Минске.

Введение

Реконструкция зданий и сооружений неразрывно связана с решением сложных геотехнических задач. К таким задачам можно отнести удержание конструкций существующих зданий и сооружений и исключение их деформаций при строительстве в непосредственной близости от них новых, устройстве дополнительных подземных объемов в существующих зданиях, в том числе ниже уровня подземных вод и в неблагоприятных грунтовых условиях. Неправильно выбранная технология и последовательность выполнения работ, недостаточная изученность или недооценка инженерно-геологических условий площадки строительства зачастую приводят к необратимым последствиям или значительным дополнительным затратам на устранение аварийных ситуаций. Важную роль в стоимости связанных с геотехнической реконструкцией работ, выборе способа и технологии их выполнения играет наличие современной техники и оборудования у подрядных организаций.

Для искусственного закрепления грунтовых массивов и создания различных геотехнических конструкций сейчас достаточно широко используется «струйная технология», известная как «Jet grouting method». Это оборудование позволяет устраивать сваи в виде неармированных (или с центральным армированием) бетонных столбов диаметром до 2,0...2,5 м, улучшать свойства грунтов с недостаточной несущей способностью. Отличительной стороной такого оборудования является отсутствие динамических воздействий при производстве работ, что позволяет применять его в новом строительстве, вблизи существующих зданий при реконструкции, а также в условиях плотной застройки.

«Струйная технология» является научно-техническим направлением в современной геотехнике. Она предусматривает выполнение операций:

- подземное гидравлическое разрушение естественной структуры грунтов, в том числе на большой глубине;
- вынос на поверхность земли разрушенных грунтов;
- перемешивание разрушенных грунтов с твердеющим раствором или полное их замещение материалом с заданными свойствами;

Применение оборудования «JetGrouting» позволяет решать широкий спектр технических задач: закреплять естественные и насыпные грунты (мелиорация грунтов), изменяя их характеристики и

структуру грунтового массива на месте залегания (in situ), замещать их твердеющими материалами, выполнять подземные несущие и противофильтрационные конструкции, элементы зданий и сооружений, отдельные сооружения и создавать массивы грунтов с заданными свойствами. С помощью «струйной технологии» можно сооружать под землей фундаменты, сваи, искусственные основания, подпорные стены, горизонтальные или наклонные плиты и экраны, противофильтрационные диафрагмы, завесы и ванны, дренажные конструкции и пр.

Технология высоконапорной цементации грунтов нашла применение на ряде объектов в г. Минске и др. городах Беларуси. Так при реконструкции цирка в г. Минске на берегу р. Свислочь потребовалось выполнить заглубленный объем под магазин сменных арен. Геотехнические условия оказались сложными – отметка дна котлована для устройства заглубленного объема располагалась на 3,44 м ниже уровня подземной воды и подошв существующих фундаментов, а основание сложено песчаными грунтами с большими коэффициентами фильтрации. Устройство водопонижения в таких условиях неизбежно вызвало бы значительные деформации фундаментов и существующих конструкций здания цирка. Положение осложняла невозможность использования крупногабаритной буровой техники для устройства свай в стесненных габаритах внутри здания. Задача казалась технически неразрешимой или осуществление ее влекло значительное увеличение сроков и стоимости строительства. В связи с этим генеральный проектировщик – институт «Минскпроект» – обратился за консультацией к специалистам кафедры «Геотехника и экология в строительстве» БНТУ и под научным руководством ее заведующего – доктора технических наук, профессора Никитенко М.И. был разработан проект создания противофильтрационной ванны. Стены и днище ее предполагалось выполнить из пересекающихся свай и цилиндрических элементов, выполняемых в обводненном грунте по технологии высоконапорной инъекции с помощью малогабаритного оборудования «JetGrouting».

Применение оборудования «JetGrouting» для высоконапорной инъекции при реконструкции здания цирка позволило значительно удешевить и сократить сроки строительства, обеспечив своевременный ввод объекта.

Высоконапорная цементация нашла применение и при строительстве канализационного коллектора «Центр» в г. Минске. Закрепление грунтов струйной цементацией у наружной стенки колодца для входа и выхода проходческого щита позволило исключить вывалы грунта.

Высоконапорная инъекция используется для улучшения свойств слабых грунтов при залегании их на значительной глубине под подошвами фундаментов, когда известные способы оказываются неприменимы технически или применение их влечет большие материальные затраты. Так наличие линз и слоев рыхлых песчаных или малопрочных глинистых грунтов в активной зоне под подошвами фундаментов не позволяет использовать такие основания без улучшения их свойств. Наиболее простым и дешевым способом усиления в таких условиях оказывается армирование слабых слоев грунта вертикальными цементно-грунтовыми столбами, изготавливаемыми по технологии «JetGrouting».

Заключение

Таким образом, «струйная технология» является одним из наиболее популярных решений в современной геотехнике. Данная технология позволяет использовать ее при решении различных сложных задач строительства. Оборудование «JetGrouting» существенно расширило технические возможности, применение его позволяет получить больший эффект в сравнении с традиционными методами усиления оснований и фундаментов.

Литература

1. Геотехнические реконструкции оснований и фундаментов зданий и сооружений : пособие П 10-01 к СНБ 5.01.01–99. – Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2001. – 120 с.
2. Проектирование и устройство буроинъекционных анкеров и свай : пособие П 18-04 к СНБ 5.01.01–99. – Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2005. – 79 с.
3. Фундаменты и подземные сооружения, возводимые с использованием струйной технологии : ТКП 45-5.01-45–2006 (02250). – Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2006. – 33 с.

ПРИРОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ НА РУБЕЖЕ XX–XXI ВЕКОВ

Березовская А. И., Галыня А. В.
(научный руководитель Мякота В. Г.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Аннотация

Рассмотрены основные природные катастрофы, изменившие представление о взаимоотношении цивилизации и природы

Введение

На протяжении всей своей истории человечество сталкивалось с различными видами природных катастроф. Они меняли представление цивилизации о процессах, происходящих на планете Земля, и заставляли задуматься о существовании самой жизни. В последнее время человек стал считать себя «венцом природы», поставил окружающий мир на колени. Все это связано с развитием научно-технического прогресса, и тем, что человечество теряет тонкую связь с планетой.

Основная группа природных опасностей представлена климатическими (рис. 1). На их долю приходится около 75 %, на долю геологических – более 13 %. Наибольшее распространение в мире имеют тропические штормы, наводнения, землетрясения и засухи. Эти виды опасных явлений составляют соответственно 34, 32, 13 и 9 % от общего числа. На остальные виды приходится 12 %. (рис. 1)

Географически природные катастрофы распространены во всех уголках планеты.

В мире нет ни одного региона, где бы не происходили крупнейшие природные бедствия. Особенно распространены разрушительные природные явления с максимальными экономическими ущербами на Азиатском континенте (39 % от общего числа крупнейших катастроф), в Южной и Северной Америке (26 %), Европе (13 %), Африке (13 %), Океании (9 %) (рис. 2).

Заключение

1. Как бы не велики были опасности, связанные с природными катастрофами, они по количеству жертв на границе 20-21 веков уступили техногенным катастрофам, именно с ними связаны и главная опасность и страхи всего человечества.



Рис. 1. Структура природных катастроф [2]

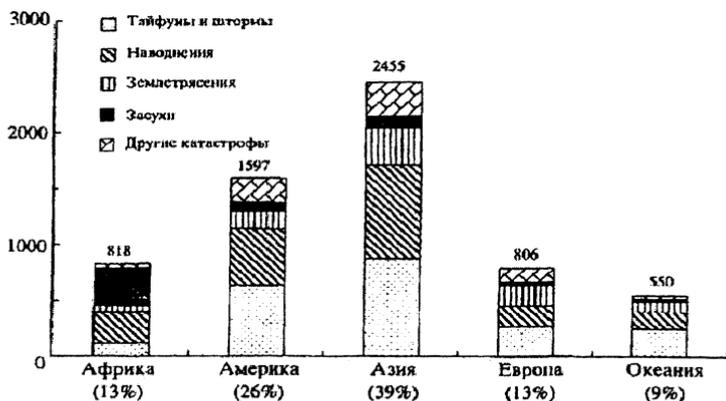


Рис. 2. Распространение природных катастроф по континентам [2]

2. Наблюдается рост природных катастроф и усиление их разрушающего действия, так как человечество оказалось не готово к ударам стихии.

3. Как мы видим, человечество не готово к природным катастрофам. Это связано в первую очередь с тем, что создана искусственная среда обитания, которая не в состоянии противостоять стихии.

После стремительного прорыва в космос и сделанных там потрясающих открытий человечество вновь обращает свои взгляды к

своему общему дому – планете Земля. Проблемы Земли должны занять важное место среди фундаментальных и практических задач, ибо от их решения во многом зависит будущее нашей цивилизации и общее мировоззрение, определяющее перспективы дальнейшего развития общества.

Литература

1. Особенности эволюции биосферы на современном этапе / Г.А. Колпашников [и др.] // Актуальні проблеми психології: збірник наукових праць Інституту психології імені Г. С. Костюка НАПН України. – Житомир: Від-во ЖДУ ім І. Франко, 2011. – Т. VII: Екологічна психологія. – Вып. 26. – С. 251–263.
2. Осипов, В. И. Природные катастрофы на рубеже 21 века / В. И. Осипов // Вестник РАН. – 2011. – № 4. – С. 291–302.

БОЛЬШОЙ БАРЬЕРНЫЙ РИФ – ВЕЛИЧАЙШИЙ В МИРЕ КОМПЛЕКС КОРАЛЛОВЫХ РИФОВ И ОСТРОВОВ

Бобкова Ю. А., Петрик А. В., Федарович К. Н., Швенда М. В.
(научный руководитель Уласик Т. М.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Большой Барьерный риф – гряда коралловых рифов и островов в Коралловом море, протянувшаяся вдоль северо-восточного побережья Австралии на 2500 км. Большой Барьерный риф не составляет единой непрерывной цепи, он образован множеством отдельных коралловых островков и рифов различной формы и величины, частично заметно возвышающихся над поверхностью, частично лишь слегка выступающих из воды и отделенных друг от друга проходами. Он простирается с юга на север начинаясь у тропика Козерога между городами Гладстон и Бандаберг и заканчиваясь в водах пролива Торреса, отделяющего Австралию от Новой Гвинеи. Его общая площадь 348 698 кв. км. В северной части ширина около 2 км, в южной – 152 км. Большая часть рифов находится под водой (обнажаются во время отливов).

Основная часть рифа состоит из более 2900 отдельных рифов размерами от 0,01 кв. км до 100 кв. км, которые окружены почти

540 барьерами, образующими более чем 600 прибрежных островов, включая 250 континентальных островов.

Большой Барьерный риф является самой большой в мире экосистемой, поскольку представляет собой колонию коралловых полипов. Развитие данной экосистемы зависит от условий, сложившихся в мелких, богатых солнечным светом водах неподалеку от побережья.

Здесь обитает более 400 видов кораллов. Большинство из них принадлежит к твердым кораллам – грибовидные кораллы, кораллы-мозговики и т. н. «оленьи рога». Окраска данных кораллов может быть от красной до темно-желтой.

На Большом барьерном рифе обитает около 1500 видов морских рыб, нескольких видов китов, а также множество дельфинов, включая касаток.

Острова Южного Рифа – место размножения морских черепах. Здесь обитает также огромное число ракообразных: крабов, креветок, лангустов и омаров. Встречается здесь и смертельно опасные для человека синекольчатые осьминоги (*Napalochlaena*), размеры которых не превышают 15 см.

Кроме всевозможных обитателей моря, Большой Барьерный риф дает убежище более чем 240 видам птиц.

Уязвимость экосистем коралловых рифов объясняется тем, что для роста кораллов необходимы особые условия. Температура воды не должна быть ниже 17,5 °С (идеальная температура 22–27 °С) Вода, в которой растут кораллы, должна обладать определённой соленостью, поэтому риф заканчивается у берегов Новой Гвинеи, где река Флай выносит в океан большое количество пресной воды. Огромный урон хрупкому равновесию коралловых рифов наносят тропические ураганы. Глобальное потепление несет угрозу для существования рифов – обесцвечивание. Данный процесс является одной из наиболее распространенных и малоизученных проблем коралловых рифов.

В наши дни коралловые рифы больше всего страдают от деятельности человека. Известную опасность представляет и массовый туризм. С развитием туристической инфраструктуры неизбежно загрязняются прибрежные морские воды.

Сегодня весь Большой Барьерный риф объявлен морским парком, а в 1981 году внесен ЮНЕСКО в список «Всемирное наследие». Вся акватория и острова сейчас разделены на шесть зон до-

ступности. Зона наиболее строгого контроля охраняется для научных исследований. Самая доступная – зона общего использования, здесь разрешен траловый лов, судоходство и другие виды умеренной эксплуатации природных ресурсов, такие как туризм, продажа кораллов и др.

АРМИРОВАНИЕ ГРУНТОВ ПОЛИМЕРНЫМИ И КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Бобрик А. Р., Довнар Д. Д.
(научный руководитель Игнатов С. В.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Аннотация

В данной работе приведены основные материалы, используемые для усиления грунта. Каждый материал представлен с кратким описанием его основных свойств, характеристик и областей применения.

Введение

Под армированием основания понимается улучшение физико-механических качеств грунтового массива, служащего основанием, путем устройства в нем более прочных элементов, совместно работающих с грунтом и конструктивно не связанных с фундаментом какими-либо выпусками или омоноличиванием.

Армирование грунтов оснований выполняют для устранения просадочности лессовых грунтов, повышения прочности и устойчивости оснований, повышения устойчивости подпорных стенок, откосов земляных сооружений и оползневых склонов.

В зависимости от физико-механических характеристик грунтов и задач, которые решаются при армировании, выбирается характер расположения армирующих элементов и технология их выполнения.

Основными задачами армирования оснований являются: упрочнение и повышение устойчивости оснований, в том числе на оползнеопасных склонах; упрочнение и укрепление насыпей и откосов земляных сооружений, армирование обратных засыпок подпорных

стен и повышение устойчивости подпорных стен, а также исключение выпора грунта из-под сооружений.

Технология выполнения армирования оснований в значительной степени зависит от характера основания и особенностей напластований грунтов.

В основном армирование находит применение в структурно-неустойчивых грунтах, таких, как лессовые просадочные, слабые водонасыщенные, рыхлые песчаные и насыпные грунты.

Геосинтетические материалы – класс строительных материалов, как правило, синтетических, а также из другого сырья (минерального, стекло- или базальтовые волокна и др.), поставляемых в сложенном компактном виде (рулоны, блоки, плиты и др.), предназначенных для создания дополнительных слоев (прослоек) различного назначения (армирующих, защитных) в строительстве транспортном, гражданском, гидротехническом.

Армирование грунтов производится такими материалами как геотекстиль, дорнит, георешетка, геосетка, геомембрана и др.

Таким образом, в наше время существует большой выбор геоматериалов, предназначенных для укрепления грунта. Постоянно развивающиеся технологии производства предоставляют заказчику широкий спектр предложений от производителей. В наше время акцент в строительстве направлен на экологию. Учитывая, что срок службы геосинтетических материалов в среднем не менее 80 лет, то материалы являются экологичными. Также они не подвержены действию кислот и щелочей, то есть, взаимодействуя с ними, не выделяют вредных химических соединений, которые наносили бы урон окружающей среде.

Авторы статьи благодарят ИП Александра Шидловского за оказанную консультацию и предоставленные на конференцию презентационные материалы.

Литература

1. Проектирование и устройство оснований и сооружений из армированного грунта : пособие П10–01 к СНБ 5.01.01–99 / Н. Д. Банников [и др.] ; Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2002. – 45 с.

2. Фундаменты плитные. Правила проектирования : ТКП 45-5.01-67–2007. – Введ. 02.04.2007. – Минск : Стройтехнорм, 2007 – 140 с.

ПРИРОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ НА РУБЕЖЕ XXI ВЕКА

Богданович Т. М., Горбацевич Н. П.
(научный руководитель Банников С. Н.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Аннотация

В данном докладе рассматриваются наиболее часто происходящие природные катастрофы с точки зрения их разрушающего действия. Рассмотрены основные тенденции развития природных катастроф и результаты их прогнозирования в течение VI–XX веков.

Введение

В одной из своих работ В. И. Вернадский писал, что земная поверхностная оболочка не может рассматриваться как область только вещества, это область и энергии. Действительно, на поверхности Земли и прилегающих к ней слоях атмосферы идет развитие множества сложнейших физических, физико-химических и биохимических процессов, сопровождающихся обменом и взаимной трансформацией различных видов энергии. Источниками энергии являются процессы реорганизации вещества, происходящие внутри Земли, физические и химические взаимодействия ее внешних оболочек и физических полей, а также гелиофизические воздействия. Эти процессы лежат в основе эволюции Земли и природной обстановки на ней. Геодинамические процессы вызывают развитие таких опасных явлений, как землетрясения, извержения вулканов, цунами, оползни, сели, наводнения, циклоны, ураганы и др.

В 1988 г. в Научном центре по эпидемиологическим катастрофам (The Center for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED), расположенном в Брюсселе, была начата работа по составлению базы данных и изучению природных катастроф в различных частях мира. Центром собрана информация о природных катастрофах в мире за последние 35 лет (1965–1999).

Важное значение имеет изменение общего количества природных катастроф в исследуемый период времени. Для этого все опасные события были сгруппированы по пятилетним интервалам и для каждого интервала найдено среднее число. В мире отмечается рост количества природных катастрофических явлений. В 1990–1994 гг.

среднее ежегодное количество катастроф возросло по сравнению с 1965–1969 гг. почти в 3 раза. В последние годы (1995–1999) их число сохранялось на высоком уровне, хотя и несколько меньшем, чем в предыдущем пятилетии.

В мире нет ни одного региона, где бы не происходили крупнейшие природные бедствия. Особенно распространены разрушительные природные явления с максимальными экономическими ущербами на Азиатском континенте (39 % от общего числа крупнейших катастроф), в Южной и Северной Америке (26 %), Европе (13 %), Африке (13 %), Океании (9 %).

Важнейшей тенденцией является снижение защищенности людей и техносферы от природных опасностей. По данным Всемирной конференции по природным катастрофам (Йокогама, 1994), количество погибших от природных стихийных бедствий возрастало ежегодно в среднем за период с 1962 по 1992 г. на 4,3 %, пострадавших – на 8,6 %, а величина материальных потерь – на 6 %

Общее число погибших на Земле за 35 лет от семи видов катастрофических явлений составляет 3,8 млн человек. Более половины (53 %) всех жертв приходится на Африку, количество жертв на Азиатском континенте составляет 37 %. На Америку, Европу и Океанию приходится соответственно 7,4, 2,5 и 0,1 %. В Африке особенно много жертв приносят засухи, в Азии – тропические циклоны и штормы.

Стремительными темпами растут экономические потери от природных катастроф. В целом за 35 последних лет экономические потери от природных катастроф в мире увеличились в 74 раза. Суммарная величина экономических потерь за 35 лет составляет 895 млрд, в том числе за последнее десятилетие – 676 млрд долл. Следует напомнить, что эти цифры относятся только к семи природным бедствиям. При учете всех остальных опасностей величина ущербов существенно увеличится.

Выводы

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что последствия природных катастроф тесно связаны с социально-экономическими факторами: продолжающийся рост бедности в развивающихся странах является одной из причин повышения уязвимости человеческого общества. Увеличение количества природных

бедствий в мире связано с рядом глобальных процессов в социальной, природной и техногенной сферах, которые обуславливают интенсификацию развития опасных природных явлений и снижение защищенности людей на Земле. Одной из причин увеличения количества природных и особенно техно-природных опасных явлений, увеличения жертв и материальных потерь является рост человеческой популяции на Земле.

Литература

1. Дорожко, С. В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие : в 3 ч. / С. В. Дорожко, И. В. Ролевич, В. Т. Пустовит. – Минск : Дикта, 2007. – Ч. 1 : Чрезвычайные ситуации и их предупреждение. – 284 с.

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ШУМОВЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ СРЕДЫ

Боднарь А. П., Галкович Т. П.
(научный руководитель Пустовит В. Т.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Шумом принято считать всякий нежелательный для человека звук, не несущий полезной информации. Многие естественные шумы человеку необходимы (шум, деревьев, воды и т. п.) для нормальной работы нервной системы, однако искусственные шумы сильной интенсивности и продолжительности опасны для жизни и здоровья человека, что является источником чрезвычайной ситуации.

Источниками шумов являются: двигающиеся автотранспорт, трамваи, железнодорожный транспорт, инженерная и военная техника, летящие самолеты, работающие предприятия, бытовая техника и т. д.

Допустимый уровень шума в квартире 40 дБ днем и 30 дБ ночью, санитарный порог 55 дБ. Санитарными нормами определены допустимые уровни с учетом диапазона частот и времени воздействия.

Шум в 20–30 дБ практически безвреден. Допустим шум до уровня 70–80 дБ. Шум от 80 до 110 дБ относится к предельно допустимому. Шум выше 110 дБ приводит к нарушению здоровья.

Слышимый звук (диапазон частот от 16 до 20 кГц) силой более 70 дБ, действующий постоянно вызывает: снижение умственной активности, психические расстройства, ухудшение зрения и слуха, изменения состава крови и артериального давления, заболевания сердечно-сосудистой системы, вегето-сосудистую дистонию, нарушение работы центральной нервной системы, заболевания язвой желудка, нарушение функций желез внутренней секреции, расстройство двигательных функций. Наиболее чувствительны к влиянию шума люди старшего возраста и женщины.

Ультразвук (частота более 20 кГц) обычно создают электрогенераторы некоторых типов, работающие в диапазоне частот 12–22 кГц, электросварка, реактивные двигательные установки и др.

Ультразвук нарушает синтез белка, молекул ДНК, вызывает стрессовое состояние, повреждает клеточные мембраны и клетки головного мозга, вызывает мутагенные действия и хромосомные изменения, нарушается работа сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного аппаратов.

Симптомы поражения ультразвуком: чувство страха в темноте, в ограниченном пространстве, чрезмерная потливость, спазмы в желудке и кишечнике, желчном пузыре, утомление, снижение внимания, бессонница.

Инфразвук (частота менее 16 Гц) более опасен, чем слышимый звук. Он обычно создается компрессорами, дизелями, двигателями внутреннего сгорания.

Собственная частота многих органов человека находится в диапазоне инфразвука, поэтому вследствие резонанса они могут повреждаться. Чаще всего нарушается зрение, наблюдаются нервно-психические расстройства, возникают нарушения в сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе.

Для борьбы с шумом в помещениях и вне их проводятся мероприятия технического, организационного и медицинского характера. Основными из них являются:

- устранение причины шума или существенное его ослабление в самом источнике;
- изоляция источника шума от окружающей среды средствами звуко- и виброзащиты, звуко- и вибропоглощения;
- применение пористого дорожного покрытия;
- изменение рисунка протектора и конструкции автомобильной шины;

- использование в строительстве звукопоглощающих материалов;
- рациональная планировка помещений, зданий, жилой застройки и городов с точки зрения минимизации шумов;
- посадка кустарниковых и древесных насаждений вдоль дорог, особенно состоящих из клена, тополя, липы и ели;
- строительство подземных переходов;
- использование санитарно-защитных зон вокруг предприятий;
- запрещение подачи звуковых сигналов автотранспортом;
- организация движения автомобилей “зеленая волна”;
- применение средств индивидуальной защиты от шума;
- рационализация режима труда, проживания в условиях шума;
- профилактические мероприятия медицинского характера;
- организационные мероприятия по сокращению времени шумового загрязнения и его интенсивности.

В быту, при постоянном загрязнении среды проживания шумами силой свыше 55 дБ:

- закрывают форточки и окна во время наибольших уровней шумов;
- в жилых и других помещениях стены оклеивают рифлеными обоями, вешают шторы, ковры, картины на стенах для поглощения шумов, исключения резонанса и отражений;
- двери в квартиру обивают дерматином или устанавливают двойные;
- спальное помещение, место для работы школьника и для игр дошкольников выбирают в квартире так, чтобы уровень шума был минимальным;
- возможно использование специальных наушников, закрывающих ушную раковину снаружи, которые могут подавлять шум на 45 дБ;
- возможно временное использование протившумных вкладышей, вставляемых в слуховой аппарат;
- при сильном шуме работающего холодильника отрегулировать подвеску двигателя;
- требуют соблюдения законодательства соседями, если уровень шума от работающей радиоэлектронной аппаратуры превышает допустимый с 23 до 6 часов утра;
- показано периодически проводить мероприятия по оздоровлению членов семьи за пределами города.

Литература

1. Крейтан, В. Г. Защита от внутренних шумов в жилых домах / В. Г. Крейтан. – М. : Стройиздат, 2007.
2. Тольский, В. Е. Шум на транспорте / В. Е. Тольский. – М. : Транспорт, 2005.

УЧЕТ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОСФЕРЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Борисенко В. А., Соколовская Ю. В.
(научный руководитель Ленкевич Р. И.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Инженерно-экологические изыскания (ИЭИ) – относительно новая часть инженерных изысканий для строительства, которая объективно должна играть важнейшую роль в системе комплексных инженерных изысканий и исследований.

Важными аспектами в оценке территории при проведении инженерно-экологических изысканий являются: санитарно-гигиенический аспект; геохимический; биохимический.

Главной задачей инженерно-экологических изысканий для экологического обоснования градостроительной документации является обеспечение возможности принятия объемно-планировочных, пространственных и конструктивных решений, гарантирующих минимизацию экологического риска и предотвращение неблагоприятных экологических последствий.

Человек воздействует на среду в короткий промежуток времени в той степени, которую природа создает в течение многих столетий и даже тысячелетий. Развитие техносферы в XX в. имело исключительно высокие темпы по сравнению с предыдущими столетиями. Это привело к двум диаметрально противоположным последствиям. С одной стороны, были достигнуты выдающиеся результаты в науке и различных отраслях промышленности, что оказало позитивное влияние на все сферы жизнедеятельности. С другой – были созданы невиданные ранее потенциальные и реальные угрозы человеку, сформированным им объектам и среде обитания.

При проведении инженерно-экологических изысканий необходимо учитывать сложившиеся в начале XXI века в техносфере:

- 1) критическое состояние инфраструктуры крупных городов;
- 2) старение и износ основных систем жизнеобеспечения (в первую очередь генерирующих мощностей энергетики и электрических сетей, а также транспортной инфраструктуры);
- 3) снижение качества проектно-изыскательных работ и нового строительства.

С учетом существующего техногенеза основной целью изучения современного состояния компонентов природной среды, природных комплексов и их динамики становится оценка природных и техногенных опасностей, оказывающих существенное влияние как на процесс строительства, так и на саму техническую возможность строительства на рассматриваемой площадке. Оценка природных опасностей необходима и для расчёта вероятностей природно-техногенных катастроф в период эксплуатации объекта, то есть для оценки экологического риска нового строительства.

Сценарии возможных (проектных и запроектных) техногенных аварий с расчетами их вероятностей и основных параметров предоставляет проектная организация или заказчик работ. В современной ситуации для принятия основных проектных (ОПР) и основных технических решений (ОТР) при новом строительстве объектов энергетики, промышленности и транспорта в совместной работе с главным инженером (ГИП) и главным геологом проекта (ГП) абсолютно необходимо участие эколога с персональной ответственностью за качество ИЭИ и экологического обоснования. Изыскатель-эколог должен становиться инженером, понимать специфику отрасли и логику проектных решений.

Заключение

Для повышения качества инженерно-экологических изысканий и экологического обоснования, а главное, для контроля экологичности проектов нового строительства особо ответственных объектов необходимо повышение статуса государственной экологической экспертизы.

В целях улучшения качества проектно-изыскательских работ по объектам общенационального уровня необходимо резкое повышение персональной ответственности исполнителей проектов.

Литература

1. Чижов, Н. А. Специфика техносферы начала XXI века и основная задача инженерно-экологических изысканий / Н. А. Чижов // Инженерные изыскания. – 2010. – № 5. – С. 50–56.

ГЕОТЕКСТИЛЬ, ПОНЯТИЕ, ВИДЫ, ФУНКЦИИ. ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Брухан Т. А.

(научный руководитель Мореди Сани Бабак)
БНТУ, Минск, Беларусь

Термин геотекстиль – изначально ткань, препятствующая смешиванию и размыванию слоев грунта, теперь имеет более широкий смысл.

Различают следующие виды геосинтетиков:

А) Геотекстили: это проницаемые ткани – тканые или нетканые синтетические полимеры.

Б) Геосетки: это изделия, сравнимые с паутиной, имеют большие открытые пространства между острыми краями (ребрами), образующими структуру.

В) Геомембраны: сплошные мембраны – смесь асфальта, полимерных материалов с достаточно низкой проницаемостью.

Г) Геокомпозитные материалы: это комбинации геосинтетиков и других материалов для в тех же целях но с улучшенными качествами.

Геотекстиль обладает следующими функциями:

А) Дренаж; Б) Фильтрация; В) Разделение; Г) Защита; Д) Армирование [1].

Другие функции геосинтетиков были разработаны при внедрении новых многофункциональных геосинтетических материалов:

А) Комбинированные – совмещают функции армирования и дренажа или фильтрации и дренажа.

Б) Функциональные – дают информацию о развитии грунтового движения, которое может повлиять на строительный объект (дорога).

В) Активные – способны проводить электрический ток, при этом сохраняя присущие им функции. Используются в электроосмосе.

Первым геосинтетиком с функциями фильтрации и дренажа был вертикальный песчаный дренаж, примененный на практике в 1925 г. Современные модели быстро и легко устанавливаются на глубину до 60 м, представляют собой наружный фильтр, окружающий фильтрующее ядро из полиэтилена.

Геосинтетики, совмещающие в себе функции армирования и дренажа используются при проектировании крутых откосов. Исследования ученых показывают, что в сравнении с обычным нетканым геотекстилем применение новых геосинтетиков позволяет снизить поровое давление до 20 % в течение 36–42 ч при воздействии нагрузки 50–100 кПа [2, п. 5.1].

Заключение

Развитие геотекстиля перспективно, так как он обладает рядом свойств, востребованных для строительной инженерии.

Литература

1. Jones, C.J.F.P. Multifunctional uses of geosynthetics in civil engineering / C.J.F.P. Jones. – Newcastle University, UK.

2. Проектирование и устройство оснований и сооружений из армированного грунта : пособие П10–01 к СНБ 5.01.01–99 / Н. Д. Банников [и др.]; Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2002. – 45 с.

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ СРЕДЫ

Будько Е. В., Левчук Е. А.

(научный руководитель Пустовит В. Т.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Электромагнитные излучения являются одним из самых мощных экологических факторов, действующих на человека в современном обществе. Это вызвано следующими обстоятельствами:

– в силу развития цивилизации интенсивность электромагнитного излучения увеличивается в 10 раз каждые 15 лет;

– электромагнитные излучения действуют на все слои общества, включая новорожденных детей, беременных женщин, стариков и больных людей;

– электромагнитное облучение людей происходит непрерывно и всю жизнь.

Источники электромагнитного поля (ЭМП): электропроводка промышленной частоты 50 Гц, бытовые электроприборы (СВЧ-печи, аэрогрили, кухонные вытяжки, холодильники с системой «без инея», электроплиты, телевизоры), теле- и радиостанции, линии электропередач, сотовая связь и др.

Частотный диапазон волн используется так: 50 Гц – промышленная электросеть, радиочастотный диапазон 30 кГц – 300 МГц, микроволновый диапазон от 0,3 ГГц – 300 ГГц используется в радиотелефонии, сотовой связи, микроволновых печах.

Но, наиболее опасными для здоровья человека являются низкие частоты и микроволновый диапазон. Низкочастотное ЭМП нарушают работу головного мозга, ритмы сердечных сокращений. К ЭМП особенно микроволнового диапазона чувствительны: нервная, иммунная, вегетативная, эндокринная и половая системы.

Общие симптомы: нарушение концентрации внимания, головные боли, общая слабость, потеря сил, потеря работоспособности, приступы головокружения, поверхностный сон, снижение потенции, нестабильность температуры тела, аллергические реакции.

Последствиями длительного электромагнитного облучения человека при превышении допустимого уровня могут быть: мутагенные действия, изменения состава крови, иногда образование тромбов, развитие катаракты глаз, ослабление иммунной, эндокринной, вегетативной, центральной нервной и сердечно-сосудистых систем, рак, нарушение мозгового кровообращения и кальциевого обмена, преждевременные роды и выкидыши, рождение детей с уродствами, гормональные заболевания, нарушения половой функции у мужчин (снижение потенции).

Особую опасность представляет сотовая связь. Поэтому при пользовании сотовым телефоном следует соблюдать особые меры безопасности:

– не пользоваться сотовым телефоном без необходимости;

– научить правильно пользоваться сотовыми телефонами детей и подростков, но разрешать использовать лишь в случаях крайней необходимости (в некоторых странах Евросоюза законодательно запрещено пользоваться сотовыми телефонами в возрасте до 14 лет);

– не следует пользоваться сотовым телефоном беременным женщинам, лицам с заболеваниями нервной системы;

– при использовании сотового телефона принимать меры по ограничению воздействия ЭМП, а именно: ограничить продолжительность разговора – до 3 мин, между двумя разговорами должен быть интервал не менее 15 мин, применять сотовые телефоны с гарнитурами и системами «свободные руки», по возможности пользоваться громкой связью;

– чаще пользоваться услугами SMS;

– не разговаривать в автомашине по сотовому телефону (мобильный аппарат увеличивает мощность);

– не пользоваться сотовым телефоном в металлических гаражах. В железобетонных зданиях разговаривать только возле большого окна;

– во время разговора сотовый телефон держать только за нижнюю часть (если держать в кулаке, мощность увеличивается на 70 %);

– изменять положение трубки сотового телефона во время разговора.

Если суммарная напряженность электрической составляющей на низких частотах превышает допустимую – 0,5 кВ/м в жилых помещениях или плотность потока мощности высоких частот превышает допустимую – 5 мкВт/см², то следует принимать следующие основные меры защиты:

– ограничивать ношение синтетической одежды, накапливающей статическое электричество или снимать его антистатиком;

– СВЧ-печи должны находиться от человека на расстоянии не менее 0,5 м;

– телевизор должен находиться на расстоянии не менее 1,5 м от смотрящего передатчика, холодильник не ближе 1,2 м от постоянно находящегося человека, провода с источником напряжения 220 В, 50 Гц – не ближе 1 м от изголовья у спальной кровати, дисплей компьютера от работающего человека – не ближе 1 м, и время работы на нем не должно превышать 4 часов в сутки;

– неработающие электроприборы должны быть выключены, а при пользовании ими время их работы должно быть ограничено;

– чтобы люстра в выключенном состоянии не была антенной, излучающей электромагнитные волны частотой 50 Гц, необходимо, чтобы к люстре шел «нулевой» (заземленный) провод, а незаземленный – от выключателя и др.

Следует отметить, что электрические и магнитные поля также широко используют для лечения человека и животных. Например, для лечения травмированных органов применяется магнитотерапия. Электромагнитные колебания в диапазоне СВЧ способны убивать болезнетворные микробы. Генераторы в диапазоне миллиметровых волн способны лечить: мастит, радикулит, острые респираторные заболевания (ОРЗ), язву желудка, язву двенадцатиперстной кишки, носовые кровотечения и т. д.

Литература

1. Фадеева, Г. А. Физика и экология / Г. А. Фадеева, В.А. Попова. – Волгоград : Учитель, 2003.
2. Кудряшов, Ю. Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения : учебник для вузов / Ю. Б. Кудряшов, Ю. Ф. Перов, А. Б. Рубин. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008.

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Буховецкий А. Г., Чернобылец А. Л.
(научный руководитель Пустовит В. Т.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ) и Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) пришли к выводу о необходимости рассматривать систему радиометрических и дозиметрических величин, состоящей из трех больших разделов:

– базовые физические величины, являющиеся характеристиками источников, полей ионизирующего излучения и их взаимодействия с веществом;

– нормируемые величины, являющиеся мерой ущерба (вреда) от воздействия излучения на человека;

– операционные величины, являющиеся величинами, однозначно определяемыми через физические характеристики поля излучения в точке или через физико-химические характеристики аэрозоля в точке; эти величины максимально приближены к соответствующим нормируемым величинам в стандартных условиях облучения и предназначены для консервативной оценки нормируемых величин при дозиметрическом контроле.

Основными базовыми физическими величинами являются: активность радионуклидов, характеристики поля их излучения, экспозиционная доза, поглощенная доза и их мощности, керма.

К нормируемым величинам относят: эквивалентную дозу, мощность эквивалентной дозы, ожидаемую эквивалентную дозу внутреннего облучения, эффективную дозу, мощность эффективной дозы, ожидаемую эффективную дозу, годовую эквивалентную дозу, коллективную эффективную дозу.

Операционные дозиметрические величины

Как правило, нормируемые величины, в которых выражены основные пределы доз, непосредственно измерить невозможно. Для оценки нормируемых величин предназначены операционные величины, которые являются непосредственно определяемыми в измерениях величинами. Введение операционных величин необходимо для унификации методов контроля и определения требований к функции отклика приборов радиационного контроля.

Операционные величины однозначно определяются через физические характеристики поля излучения в точке и предназначены для консервативной оценки этих величины.

В определении операционных величин внешнего облучения используется эквивалент дозы H :

$$H = \bar{k} \cdot D = \int_0^{\infty} k(L) \cdot D(L) \cdot dL,$$

где \bar{k} – средний коэффициент качества излучения на глубине 10 мм в шаровом фантоме МКРЕ; $k(L)$ – коэффициент качества излучения, зависящий от полной линейной передачи энергии излучения L ; $D(L) \cdot dL$ – поглощенная в точке доза от излучения с линейной передачей энергии в интервале $(L, L + dL)$.

Единица эквивалента дозы в системе СИ – Зиверт (Зв), внесистемная единица – бэр. $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$.

Взаимодействие излучения с телом человека приводит к изменению самого радиационного поля. Операционные величины определяются таким образом, чтобы результаты их измерения с помощью соответствующих дозиметрических приборов учитывали этот эффект.

Индивидуальный эквивалент дозы – $H_p(d)$ является операционной величиной внешнего облучения для индивидуального контроля облучения человека. $H_p(d)$ – эквивалент дозы в мягкой биологической ткани, определяемый на глубине d (мм) под рассматриваемой точкой на поверхности плоского фантома или на теле человека (рис. 1). Использование фантома или тела человека в этом случае позволяет напрямую обеспечить учет возмущения реального поля излучения человеком.

Соответствие между нормируемыми и операционными величинами представлено в табл. 1

Амбиентный эквивалент дозы (амбиентная доза) $H^*(d)$ – является операционной величиной внешнего облучения для контроля радиационной обстановки. Амбиентный эквивалент дозы $H^*(d)$ равен эквиваленту дозы H , который был бы создан в шаровом фантоме МКРЕ на глубине d (мм) от поверхности по диаметру, параллельному направлению излучения.

Амбиентный эквивалент дозы используется для характеристики поля излучения в точке, совпадающей с центром шарового фантома. Единица амбиентного эквивалента дозы – Зиверт.

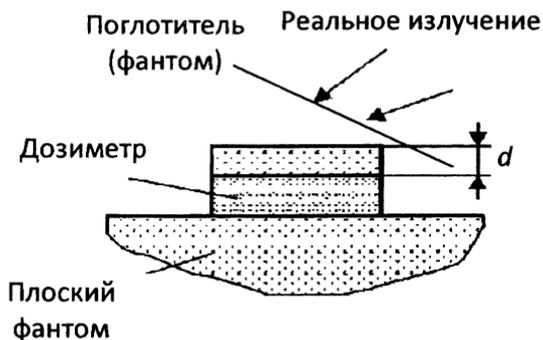


Рис. 1. Схема определения индивидуального эквивалента дозы

Характеристика шарового фантома МКРЕ (рис. 2): шар диаметром 30 см; химический состав фантома эквивалентен составу мягкой ткани (массовая доля химических элементов, %: кислород – 76,2; углерод – 11,1; водород – 10,1; азот – 2,6); плотность – 1000 кг/м³.

Таблица 1

Соответствие между нормируемыми и операционными величинами при индивидуальном дозиметрическом контроле

Нормируемая величина	Операционная величина: индивидуальный эквивалент дозы		
	Положение индивидуального дозиметра	<i>d</i> , мм	Условное обозначение
Эквивалентная доза внешнего облучения кожи	На поверхности наиболее облучаемого участка кожи	0,07	$H_p(0,07)$
Эквивалентная доза внешнего облучения хрусталика глаза	На лицевой части головы	3	$H_p(3)$
Эквивалентная доза внешнего облучения на поверхности нижней части области живота женщины	На соответствующем месте поверх спецодежды	10	$H_p(10)$
Эффективная доза внешнего облучения	На нагрудном кармане спецодежды	10	$H_p(10)$

Таблица 2

Соответствие между нормируемыми и операционными величинам при групповом дозиметрическом контроле

Нормируемая величина	Операционная величина: мощность Ambientного эквивалента дозы	
	<i>d</i> , мм	Условное обозначение
Мощность эквивалентной дозы внешнего облучения кожи	0,07	$\dot{H}^*(0,07)$
Мощность эквивалентной дозы внешнего облучения хрусталика глаза	3	$\dot{H}^*(3)$
Мощность эквивалентной дозы внешнего облучения на поверхности нижней части области живота женщины	10	$\dot{H}^*(10)$
Мощность эффективной дозы внешнего облучения	10	$\dot{H}^*(10)$

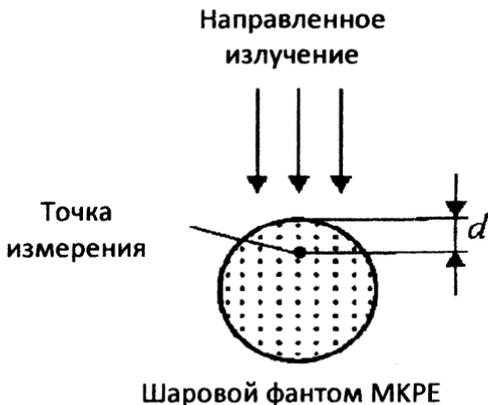


Рис. 2. Схема облучения шарового фантома МКРЕ

Мощность AMBIENTного эквивалента дозы $\dot{H}^*(d)$ равна производной от AMBIENTного эквивалента дозы $dH^*(d)$ по времени:

$$\dot{H}^*(d) = \frac{dH^*(d)}{dt}.$$

Мощность AMBIENTного эквивалента дозы используется для контроля радиационной обстановки в рабочих помещениях и на рабочих местах с целью группового дозиметрического контроля персонала. Значение параметра d , определяющего требования к приборам дозиметрического контроля, зависит от того, для определения какой нормируемой величины используется ее AMBIENTный эквивалент.

Таким образом, введение операционных величин позволяет унифицировать с помощью фантомов проблему оценки нормируемых величин.

Литература

1. Саечников, В. А. Основы радиационной безопасности / В. А. Саечников, В. М. Зеленкевич. – Минск : БГУ, 2002.
2. <http://2balla.net/www.serdechno.ru/enciklopediya/35.html>.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ ТБО В МИНСКЕ

Васильев Д. И., Морозов В. В.
(уаучный руководитель Игнатов С. В.)
БНТУ, Минск, Беларусь

С непрерывным ростом городов растут и горы мусора вокруг них. Если раньше вывоз и утилизация отходов, использованного сырья или мусора заключались в вывозе за черту города и организации огромных городских свалок, то с развитием прогресса переработка отходов становится все более актуальной, позволяя не только избавляться от отходов, но и делать это с максимальной выгодой и пользой. В нашей стране в этой области кардинальных перемен не наблюдается, однако намечаются некоторые подвижки.

В Минске на данный момент существует три полигона общего пользования для приема мусора. Все они принадлежат КУП «Экорес» На «Северный» (расположенный в районе Северного кладбища) и «Тростенецкий» (Могилевское направление) поступают бытовой мусор и промышленные отходы, а на полигон «Прудиче» (в районе Колядич) – только промышленные отходы. Суммарная площадь полигонов – 74 гектара.

За 2010 год в Минске образовалось около 900 000 т бытовых отходов. За 2012 год эта цифра составит около 1 100 000 т: с каждым годом количество отходов возрастает минимум на 10 %.

Мусороперерабатывающие предприятия способны справиться только с 12 % этих отходов. Оставшиеся 88 % просто «хоронят» на спецполигонах.

Основные имеющиеся и готовящиеся к запуску мусороперерабатывающие предприятия г. Минска:

- «Экорес» (переработка жестяных банок, ПЭТ-бутылок, полиэтиленовой пленки и тары, картона, бумагу, стеклобой различных цветов, пенопласт и сырье из полиэтиленовых пакетов);
- TDF ecotech AG (переработка метана в электроэнергию);
- «Remondis».
- Strabag SE (биогазовые установки для переработки иловых осадков);
- Eco Clean Energy.

Исходя из имеющихся статистических данных, можно предположить, что в 2013 году Минск произведет 1 210 тыс. т ТБО.

В Беларуси пока не нашел распространения бизнес, основанный на переработке мусора в отличие от наших соседей России и Украины. Плюсы это ниши в том, что практически полностью отсутствует конкуренция, мало мусороперерабатывающих предприятий и, наконец, очень много материала.

Распределение ТБО по видам:

45 % – органика (212 400 т);

16 % – бумага и картон (75 520 т);

12 % – полимеры (56 640 т);

9 % – стекло (42 480 т);

7,5 % – текстиль, резина, кожа (35 400т);

1,5 % – металлы (7080 т);

9 % – другие материалы.

Переработав одну тонну мусора можно в среднем выручить 30–40 долларов.

Таблица 1

Ориентировочные цены на вторсырье, долл. США

Наименование вторичного сырья	Для населения за 1 кг	Для юр. лиц за 1 т с НДС
Макулатура	0,06	76,5
Отходы пленки полиэтиленовой	0,13	157,5
ПЭТ-бутылка	0,08	97,5
Твердые отходы (лом пластмассовых ящиков)	0,11	127,5
Твердые отходы (шприцы разобранные и обработанные)	–	45
Тара выдувная б/у (канистры, бочки)	–	7,5
Стеклобой (тарный, сортированный по цвету; бесцветный листовый)	0,01	16,5
Стеклобой смешанный тарный	0,01	9

Таким образом, не занимаясь переработкой мусора, происходит потеря огромных средств – не только прибыли от переработки отходов, но и экономия производства нового материала (например,

можно снизить вырубку древесины). Вопрос весьма актуален, особенно с учетом постоянного возрастания числа отходов. Будем надеяться, что этот вопрос стоит на повестке дня и будет решаться.

СОПРОТИВЛЕНИЕ ГРУНТОВ СДВИГУ ВОКРУГ БУРОИНЪЕКЦИОННОГО КОРНЯ АНКЕРА ИЛИ СВАИ

Воробей А. А.

(научный руководитель Игнатов С. В.)
БНТУ, Минск, Беларусь

В условиях современного развития общества строительная отрасль ежедневно сталкивается с необходимостью передачи больших нагрузок на основания от гражданских и промышленных сооружений. Если характеристики строительного материала, из которого возводится сооружение заранее predetermined, то грунты основания являются динамической средой. У этой среды физические, механические и деформационные характеристики претерпевают изменения во время, возведения зданий и сооружений, а также при многочисленных иных факторов.

Сегодня развитие строительной техники, применяемой при возведении фундаментов, позволяет изменять физико-механические характеристики грунтов оснований. Современные буровые станки и инъекционные насосы позволяют усилить грунты основания, опрессовать околосвайный грунт с увеличением его деформационных и прочностных характеристик.

Данное улучшение грунта отмечается многими исследователями (Голубев, Хелло, Мишаков, Раюк, Никитенко, Повколас, Мариупольский) [1, 2, 3]. Однако это улучшение не учитывается при проектировании свайных фундаментов, анкерных креплений и инъекционного упрочнения грунтов оснований, что приводит к неэкономичным проектным решениям, перерасходу строительных материалов, увеличению сроков строительства.

Как известно несущая способность защемленной в грунте сваи складывается из несущей способности сваи по пяте и по боковой поверхности, у анкера учитывается лобовое сопротивление и также

трение по боковой поверхности. Сегодня при проектировании несущая способность свай и анкера определяется по природным характеристикам грунта, без учета изменения свойств оснований в зависимости от применяемой технологии возведения конструкций нулевого цикла.

Для определения возможности применения данной методики и контроля полученных значений угла внутреннего трения и сцепления нами были выполнены исследования по определению бокового трения на приборе вращательного сдвига конструкции Соболевско-го-Никитенко [1, 2]. Данный прибор позволяет моделировать условия взаимодействия цилиндрических фрагментов буроинъекционных свай и анкеров с грунтами, учитывая изменчивость свойств последних в контактной зоне при инъекционной опрессовке.

Так многочисленные опыты по определению изменчивости сопротивления грунтов на сдвиг применительно к грунтовым условиям Беларуси при статическом и динамическом нагружения были выполнены Соболевским Д. Ю., Поповым О. В., Дегилем Г. О., Гасановым Э. Н., Мохаммад Хелло Мусса, Повколасом К. Э.

Мы также провели опыты на приборе вращательного сдвига для супеси пылеватой и для песка пылеватого.

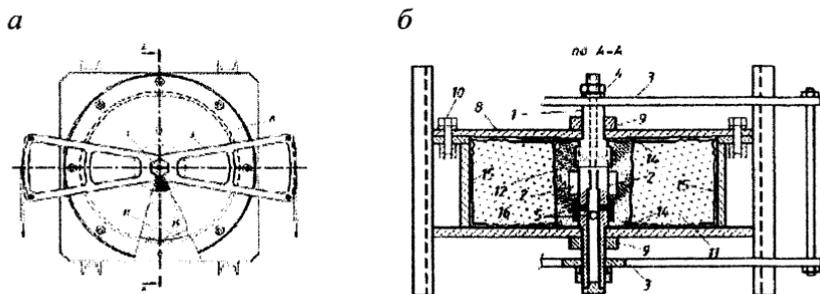


Рис. 1. Прибор вращательного сдвига:

а – вид в плане; *б* – разрез:

- 1 – полый вал-инъектор; 2 – лопасти; 3 – рычаг; 4 – гайки крепления рычагов;
- 5 – отверстия для выхода раствора; 6 – резиновые манжеты; 7 – цилиндрическая емкость, заполняемая грунтом; 8 – крышка и дно прибора; 9 – отверстие с уплотнителем; 10 – стяжные болты; 11 – исследуемый грунт; 12 – вращаемое цементное цилиндрическое тело; 13 – инвентарное обсадное конусное кольцо (не указано);
- 14 – пленочные прокладки с антифрикционной смазкой;
- 15, 16 – резиновые камеры обжатия грунта [1, 2]

Для проведения испытания емкость прибора с соосными валу обсадными кольцами заполнялась грунтом с его уплотнением до необходимой плотности сложения грунта. Далее мы извлекали обсадное конусное кольцо и устанавливали вал с заглушенным торцом, в полость заливали раствор, потом емкость закрывали крышкой. После чего через полый вал-инъектор из инъекционного бака закачивали в нужном объеме цементный раствор. После набора прочности цементного камня мы производили поворот цилиндрического тела.

В результате выполненных исследований по полученным значениям построены графики перемещений цилиндрического тела (рис. 2).

По полученным зависимостям видно, что для глинистых грунтов через 7 суток после устройства как инъекционного, так и заливного цементного тела сопротивление сдвигу не превышает 60 % от сопротивления сдвигу через 28 суток.

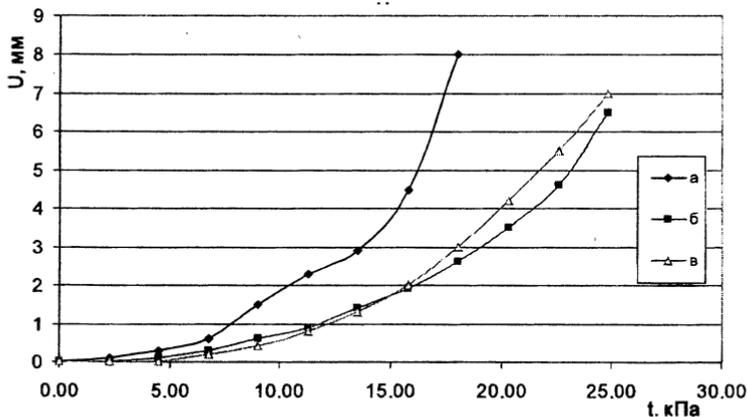


Рис. 2. Графики зависимостей деформаций сдвига от сдвигающих напряжений:

- а* – для супеси пылеватой на 7-е сутки после инъекции;
- б* – для супеси пылеватой на 28-е сутки после инъекции;
- в* – для песка пылеватого на 7-е сутки после инъекции

Это обусловлено изменением консистенции глинистого грунта в околосвайном пространстве. Для песчаных грунтов это изменение не превышает 10 %. Обнаруженный факт позволяет обосновать

необходимость и рационально использовать технологический перерыв между возведением буроинъекционного тела и нагружением его. Так в песчаных грунтах этот период может составлять 10 суток, в глинистых – не менее 30 суток.

Литература

1. Никитенко, М. И. Буроинъекционные анкеры и сваи при возведении и реконструкции зданий и сооружений: монография / М. И. Никитенко. – Минск : БНТУ, 2007. – 580 с.

2. Мухаммад, Х. М. Буроинъекционное упрочнение оснований зданий и сооружений при реконструкции : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02 / Х. М. Мухаммад. – Минск, 1998. – 196 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Габрусь Е. А., Викторенко Т. Н.

(научные руководители: Самольго Т. С., Болошенко Ю. Г.)
Белорусско-Российский университет, Могилев, Беларусь

Долговечность жилых зданий, их соответствие назначению во многом определяются состоянием оснований и фундаментов. Система «основание-фундамент» является наиболее сложной в моделировании в процессе возведения и особенно эксплуатации зданий и сооружений. Эта система в эксплуатационных условиях постоянно испытывает одновременное, зачастую трудно учитываемое воздействие многих факторов, из которых наиболее значительными являются изменения свойств основания, природные явления и воздействия, связанные с деятельностью человека.

Сама по себе проблема усиления фундаментов сравнительно молода. Массовый характер проблема приобрела в последние 15 лет в связи с уплотнительной застройкой и освоением подземного пространства. Используемые конструктивные и инъекционные меры усиления фундаментов также относительно новы [1, 2].

Наиболее перспективны две технологии усиления грунтовых оснований:

– высоконапорное струйное инъецирование под давлением 40–60 атм, при котором струя цементного раствора подается через буровую скважину в грунт, создавая, тем самым, столб закрепленного грунта диаметром до 2–3 м.

– компенсационное инъецирование по манжетной технологии тонкодисперсным материалом «МИКРОДУР».

МИКРОДУР® – новый материал для упрочнения и уплотнения грунтов и восстановления прочности и водонепроницаемости бетонных и каменных конструкций.

Микродур – это особо тонко дисперсное минеральное вяжущее (ОТДВ) с гарантированно плавным изменением гранулометрического состава. ОТДВ Микродур в своей основе является гидравлическим минеральным вяжущим. По сравнению с наиболее распространенным минеральным вяжущим – цементом. ОТДВ Микродур обладает рядом преимуществ: быстрое затвердевание (70 % марочной прочности через 2 суток), высокая водоудерживающая способность при В/Ц $\leq 6,0$, сохранение заданной вязкости цементной суспензии до 90 мин.

Специальная обработка препятствует агломерации частиц вяжущего при хранении. Поэтому для хранения ОТДВ Микродур достаточно иметь сухое, неотапливаемое помещение или навес. Гарантированный срок хранения ОТДВ Микродур 6 месяцев.

Наглядно сравнить дисперсность ОТДВ Микродур и обычного цемента можно на следующей схеме (рис. 1) и фотоснимках ОТДВ Микродур и цемента, сделанных под электронным микроскопом.

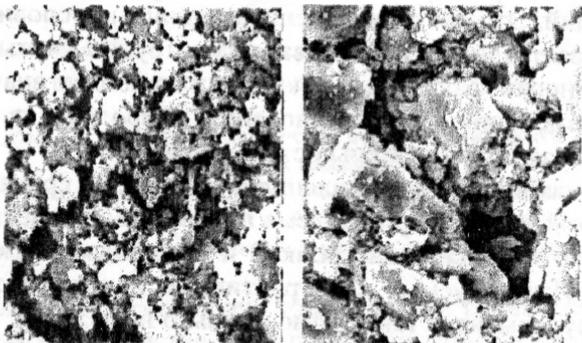


Рис. 1. ОТДВ Микродур R-U (слева) и цемент ПЦ 600 (справа) под электронным микроскопом

ОТДВ Микродур применяется в виде водной суспензии при инъектировании (при низком давлении: 1,0–5,0 бар) для укрепления или уплотняемых массивов грунта или (при высоком давлении: 10–30 бар) для бетонных и каменных конструкций. Водоцементное отношение суспензии определяется конкретной задачей и колеблется от 0,5 до 6. Приготовление суспензии осуществляется в скоростном смесителе.

Благодаря малому размеру частиц и плавно подобранному гранулометрическому составу, суспензия ОТДВ Микродур обладает текучестью сравнимой с текучестью воды. Проникающая способность суспензии ОТДВ Микродур сопоставима с бездисперсными вяжущими. Суспензия ОТДВ Микродур проникает в пылеватые пески, в бетон, в волосяные трещины с радиусом распространения аналогичным бездисперсным веществам.

При этом по сравнению с химическим закреплением ОТДВ Микродур имеет целый ряд преимуществ: долговечность закрепления и уплотнения, стойкость к химической агрессии (аналогично долговечности сульфатостойкого цемента) и к вибрации; экологическая и санитарная безопасность материала; прочность закрепленного грунта от 0,5 до 30 МПа, бетонных конструкций от 10 до 50 МПа в зависимости от марки ОТДВ Микродур и водоцементного отношения суспензии; высокая технологичность; срок годности суспензии для инъектирования с момента затвердения от 2,5 до 4 часов; экономичность расхода материала за счет регулирования требуемой прочности грунта и конструкций изменением водоцементного отношения суспензии ОТДВ Микродур возможность проводить работы при отрицательных температурах, используя подогретую воду (не более 20 °С) и утепление шлангов.

Заключение

В большинстве случаев более низкая стоимость по сравнению со свайными технологиями, разнообразие марок ОТДВ Микродур позволяет обеспечить закрепление грунтов и конструкций с учетом различных требований: прочность или плотность закрепляемых массивов, стойкость к различным агрессивным воздействиям, твердение в условиях нулевой температуры, сроки схватывания, скорость набора прочности и т. д.

Литература

1. Основания и фундаменты зданий и сооружений : СНБ 5.01.01–99. – Минск : М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 1999. – 34 с.

2. Байдаков, О. С. Применение материалов «Mikrodur» для инъекционных работ для укрепления грунтов и усиления конструкций / О. С. Байдаков // Метро и тоннели. – 2005. – № 6. – С. 34–38.

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ ЛУНЫ

*Глотова Д. Д., Олиферчик И. Г., Семенченя И. Н.,
Папай Д. В., Степура М. Р.*

(научный руководитель Уласик Т. М.)
БНТУ, Минск, Беларусь

С началом космической эры знания о нашем космическом спутнике значительно увеличились. Впервые Луну посетил космический аппарат «Луна-2». Это событие состоялось 13 сентября 1959 года, а заглянуть за невидимую со стороны Земли сторону Луны удалось в том же 1959 году, когда космическая станция «Луна-3» (СССР) пролетала над ней и смогла ее сфотографировать.

В результате первой высадки человека на Луну в ходе миссии Аполлон-11 на Землю было доставлено 22 килограмма лунного грунта. Впервые образцы лунного грунта попали в руки специалистов и подверглись обширным минералогическим и петрологическим исследованиям.

Лунные породы – твердые горные породы плотностью 3,1–3,4 г/см³, что заметно уступает средней плотности для Земли – 5,518 г/см³. По химическому, минералогическому составу и структуре не похожи на земные породы.

Изучая радиоактивные вещества, содержащиеся в лунных породах, ученые сумели вычислить возраст Луны. Камни на Луне стали твердыми около 4,4 млрд лет назад. Луна сформировалась, по видимому, незадолго до этого; ее наиболее вероятный возраст – около 4,65 млрд лет. Это согласуется с возрастом метеоритов, а также с оценками возраста Солнца. До выполнения программы «Аполлон» о возрасте Луны можно было только гадать. Наиболее

древние камни на Луне находятся в горных районах. Возраст пород, взятых из морей застывшей лавы, значительно меньше.

Поверхность луны покрыта так называемым реголитом. Это разнородный обломочно-пылевой слой толщиной от нескольких метров до нескольких десятков метров. Он возник в результате дробления, перемешивания и спекания лунных пород при падениях метеоритов и микрометеоритов. Вследствие воздействия солнечного ветра реголит насыщен нейтральными газами. Среди обломков реголита найдены частицы метеоритного вещества. По радиоизотопам было установлено, что некоторые обломки на поверхности реголита находились на одном и том же месте десятки и сотни миллионов лет. Среди образцов, доставленных на Землю, встречаются породы двух типов: вулканические (лавы) и породы, возникшие за счет раздробления и расплавления лунных образований при падениях метеоритов. Основная масса вулканических пород сходна с земными базальтами. По ряду признаков лунные породы отличаются от земных: в них очень мало воды, мало калия, натрия и других летучих элементов, в некоторых образцах очень много титана и железа. Возраст этих пород, определяемый по соотношениям радиоактивных элементов, равен 3–4,5 млрд лет, что соответствует древнейшим периодам развития Земли.

Литература

1. Джим Белл. Луна 3D.
2. Галкин И. Н., Шваре В. В. Строение Луны.
3. И. И. Черкасов, В. В. Шварев. Грунт Луны.

ДИАТОМИТ КАК ФИЛЬТР И АДСОРБЕНТ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ

Губский В. А., Подалинская В. В.
(научный руководитель Костюкович П. Н.)
БНТУ, Минск, Беларусь

В настоящее время во всем мире увеличивается научный и практический интерес к улучшению очистки воды более дешевыми, но эффективными методами. Главными задачами очистки

воды является удаление мельчайших частиц и снижение концентрации вредных веществ.

Диатомит представляет собой осадочную горную породу, состоящую преимущественно из скопления кремнеземных панцирей диатомовых водорослей, некогда обитавших в древних морях. Диатомиты возникли при осаждении кремнистых створок диатомовых водорослей и имеют пресноводное и морское происхождение. В Беларуси в основном представлены месторождения морского происхождения. Химически диатомит на 96 % состоит из оксида кремния SiO_2 . Месторождения доломита в Беларуси сосредоточены в северной и северо-восточной частях Беларуси – в Витебском, Оршанском и Верхнедвинском районах

Диатомит, благодаря своему уникальному строению на микро и нано уровне и уникальным физико-химическим свойствам, получил широкое применение в области очистки пресных и сточных вод. Диатомит, в отличие от других естественных адсорбентов, имеет колоссальную поверхностную площадь. Благодаря микропористой структуре и большой поверхностной площади, диатомит может задерживать и адсорбировать мельчайшие частицы, которые не были удалены из воды обычными методами. Диатомит является гипоаллергенным материалом.

Диатомит достаточно активен в естественном состоянии. Но для улучшения свойств, его целесообразно дополнительно активировать химическим или термическим способом. Модифицирование приведет к увеличению и регулированию пористой структуры, изменению химической природы поверхности. Наилучшие адсорбционные свойства, по сравнению с обычным диатомитом, показал диатомит модифицированный диатомита сульфатом алюминия. Адсорбционные свойства модифицированного диатомита увеличились в среднем в два раза по сравнению с обычным диатомитом.

Фильтры на основе диатомита применяются:

- в стационарных, локальных системах водоподготовки и очистки воды.

- для замена инертных загрузок (кварц, кварцевый песок, отсеб гранитных производств, горелых пород и т. д.).

- для удаление железа, марганца, тяжелых цветных металлов (медь, цинк, кадмий, свинец).

Использование модифицированного диатомитового порошка позволяет проводить очистку сточной воды от нефтепродуктов со степенью извлечения более 95 % позволяет снизить концентрации фосфатов и азота аммонийного в два раза, взвешенных веществ и железа в три раза, снижение общего содержания солей(сухой остаток)на 25 %. При фильтрации воды происходит нормализация ее рН.

Использование диатомита и модифицированной диатомитовой крошки увеличивает эффективность и производительность очистных сооружений на 20–30 % без увеличения расхода коагулянтов. Благодаря увеличенной скорости фильтрации (12–14 м³/ч) можно уменьшить энергозатраты на очистку загрязненной воды, увеличить производительность водоочистных сооружений без существенного пристраивание технологической цепочки отчистки. Увеличение использования фильтров на основе диатомита может улучшить качество очищенной воды, сбрасываемой в реки, по физико-химическим, механическим биологическим свойствам, что приведет к улучшению окружающей среды. Это повлечет за собой уменьшение затрат на экологические штрафы и экологические налоги.

Литература

1. Климов, Е. С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 201 с.
2. Экологические проблемы промышленных городов : сборник научных трудов : Ч. 2 / под. ред. Е. И. Тихомировой, О. В. Абросимова ; Саратовский государственный технический университет.

ДИАТОМИТ КАК АДСОРБЕНТ РАДИОНУКЛИДОВ

Драгун Н. В., Янушкевич О. В.
(научный руководитель Крошнер И. П.)
БНТУ, Минск, Беларусь

После аварии 26 апреля 1986 г. на Чернобыльской АЭС большому радиоактивному загрязнению подверглись реки бассейна Днепра, Сож, Припяти и в меньшей степени – Немана и Западной Двины.

Для очищения воды от радиоактивных веществ применяют несколько способов: простое отстаивание, коагулирование с последующим отстаиванием, фильтрование, перегонку. Первый, самый простой способ позволяет удалить только нерастворимые радионуклиды и аэрозоли. Если же применить коагулянты (квасцы, глину, кальцинированную соду, сульфат железа, фосфаты), то можно удалить до 40 % стронция-90, цезия-134 и цезия-137. Фильтрованием через песок, почву, торф, гравий можно достичь очистки до 70–85 %.

В нашем научном исследовании мы использовали такую горную породу как диатомит. Диатомит — осадочная горная порода, состоящая из останков диатомовых водорослей и простейших организмов. Химически диатомит на 96 % состоит из оксида кремния SiO_2 . Диатомит обладает большой пористостью, способностью к адсорбции, слабой тепло- и звукопроводностью, тугоплавкостью и кислотостойкостью. Уникальные свойства диатомита сделали его незаменимым материалом во многих отраслях промышленности.

Диатомит используется как адсорбент и фильтр в текстильной, нефтехимической, пищевой промышленности, для производства отбеливающих земель, в производстве антибиотиков, бумаги, различных пластических материалов, красок; как сырье для жидкого стекла и глазури; в качестве строительного тепло- и звукоизоляционного материалов, добавок к некоторым типам цемента; полировального материала (в составе паст) для металлов и мраморов; для фильтрации пива; как инсектицид, вызывающий гибель вредителей и т. д.

Узнав о его способности к адсорбции мы подумали: а может ли диатомит адсорбировать радионуклиды из воды? Мы взяли 3 образца воды, объемом 0,5 л: дистиллированную воду, воду из-под крана в 15-м корпусе и воду из лужи возле 20-го корпуса. Наше исследование мы проводили на установке КРВП – ЗАБ (корабельный радиометр вода продукты 3-я модель альфа бета), он используется для измерения объемной активности. Мы проверили собственный фон блока бета-детектора, затем поочередно поместили по 100 мл воды каждого образца, определили их объемные активности. Затем в каждый образец добавили по 100 мл медицинского диатомита и начали отстаивание. Начали отстаивания 30 апреля 20.00, завершили 2 мая 9.00, после чего провели все те же действия на приборе, что и с образцами воды до отстаивания. Результаты представлены в табл. 1.

Результаты опытных замеров

Название образца	Радионуклидный состав пробы	Объемная активность до отстаивания, БК/л	Объемная активность после отстаивания, БК/л
Дистиллированная вода	Cs-137 100 %	-94,6	28,9
	Sr-90 100 %	-27,7	8,5
	Cs-137 50 % + Sr-90 50 %	-2,9	13,1
	K-40 100 %	-27,7	8,5
	Cs-137 40 % + Sr-90 40 % + K-40 20 %	-38,6	11,8
Вода из-под крана	Cs-137 100 %	169,6	234,3
	Sr-90 100 %	49,7	68,6
	Cs-137 50 % + Sr-90 50 %	76,8	106,1
	K-40 100 %	49,7	68,6
	Cs-137 40 % + Sr-90 40 % + K-40 20 %	69,2	95,6
Вода из лужи	Cs-137 100 %	221	269,2
	Sr-90 100 %	64,7	78,8
	Cs-137 50 % + Sr-90 50 %	100,1	121,9
	K-40 100 %	64,7	78,9
	Cs-137 40 % + Sr-90 40 % + K-40 20 %	90,2	109,9

Результаты нас очень удивили и мы решили определить объемную активность диатомита: она оказалась в 2 раза больше, чем среднее значение объемных активностей образцов воды до отстаивания.

Вывод

На данном этапе исследования (мы сохранили образцы и продолжаем отстаивание) мы можем сделать предположение, что повышение объемных активностей образцов после отстаивания произошло из-за высокой погрешности прибора или из-за того, что используемый нами диатомит (США) был привезён из радиоактивно загрязненного района.

ГЕНОФОНД БИОСФЕРЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Дудкова И. Н., Лукашевич Е. А.
(научный руководитель Колпашников Г. А.)
БНТУ, Минск, Беларусь

С большим опозданием человечество все же осознало необходимость сохранения биологического разнообразия живых организмов, населяющих нашу планету. Разнообразие видов, существующих в Биосфере Земли, сформировалось в результате длительной эволюции, и благодаря этому в настоящее время создается не только первичная органическая продукция на Земле, но и осуществляется устойчивый круговорот веществ.

Самые существенные и заметные изменения в природном комплексе Беларуси произошли в результате сельскохозяйственного освоения земель. Практически все естественные экосистемы сменились искусственными биоценозами, созданными человеком. Это так называемые агробиоценозы, сады, огороды и т. п. В большей степени изменились наши белорусские леса. Облесенность территории в настоящее время составляет лишь 34,5 %, в то время как в прошлом эта величина достигала 90–100 %. Не обошли Беларусь и последствия «разумной» деятельности человека. Часть растений безвозвратно исчезла из нашей флоры. Это адонис весенний, рябчик русский, тиллея водная, кальдезия белозо-ролистная и др.

За четыре столетия с территории нынешней Беларуси исчезли более 20 ценных видов животных: тур, тарпан, соболь, песец, росомаха, лань, стрепет, дрофа и др. В последние 50–60 лет в реки Беларуси в связи с обмелением и зарегулированием стока плотинами не заходят белуга, русский и балтийский осетры, рыбец, вырезуб, лосось, кумжа и др.

С начала XX в. на территории Беларуси исчезло 20 видов наземных позвоночных животных. Среди них два вымерших на земле вида: лесной бык – тур и дикая лошадь – лесной тарпан. Перестали встречаться также соболь, лань, дрофа. В белорусских реках исчезли речная минога и 11 видов рыб, в том числе белуга, русский осетр, лосось. Ряд видов истреблен человеком, другие исчезли вследствие глобального сокращения ареала или изменения мест обитания. Беловежский зубр – своеобразный символ Беларуси – сохранился только в условиях неволи, проведены работы по его натурализации.

Человек издавна оказывал влияние на природу, воздействуя как на отдельные виды растений и животных, так и на сообщества в целом. Но лишь в текущем столетии рост населения, а главным образом качественный скачок в развитии науки и техники привели к тому, что антропогенные воздействия по своему значению для биосферы вышли на один уровень с естественными факторами планетарного масштаба. Наибольшее значение имеет влияние человека на возобновимые ресурсы (относящиеся к исчерпаемым). К этой группе относятся все формы живого и биокосного вещества: почвы, растительность, животный мир, микроорганизмы т. д.

Многие редкие виды зверей, рыб, перелетных птиц, а также наземных позвоночных и беспозвоночных, мигрируя, могут оказаться в разных странах мира. Сохранение редких и исчезающих видов животных и растений требует тесного международного сотрудничества.

Литература

1. Правовая охрана окружающей природной среды в странах Восточной Европы / под. ред. В. В. Петрова. – М., 1996.
2. Ерофеев, Б. В. Советское экологическое право. Общая часть / Б. В. Ерофеев. – М., 1988.

АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Здитовец Е. И., Евтухова Е. В.

(научный руководитель Васильев А. А.)

Белорусский государственный университет транспорта,
Гомель, Беларусь

Аннотация

Приведен анализ поврежденности железобетонных колонн пяти зданий, эксплуатирующихся различные сроки в условиях агрессивной среды сельскохозяйственных помещений. Выявленные повреждения классифицированы по видам. По результатам исследования выявлено, что наибольшую долю повреждений в общем количестве составляют коррозионные повреждения в бетоне и (или) арматуре.

Введение

Основной причиной повреждаемости железобетонных элементов (ЖБЭ) являются воздействия в течение длительного срока агрессивных компонентов воздушной среды [1].

подавляющее большинство строительных конструкций эксплуатируется в условиях жилых, общественных, производственных зданий, либо в условиях открытой атмосферы. Если исключить атмосферные условия цехов с агрессивной средой, то из вышеперечисленных условий эксплуатации, наиболее жесткими являются условия сельскохозяйственных зданий. Это связано с тем, что в них концентрация CO_2 достигает до 0,50 %, аммиака – 0,015 мг/л, а относительная влажность составляет до – 92 %, причем она выше у пола, чем у потолка. Кроме того, на строительные конструкции воздействуют физические (размораживание бетона), химические (коррозия бетона всех видов) и биологические (микроорганизмы-деструкторы) факторы. Отдельно необходимо отметить коррозию арматуры под воздействием хлоридов либо карбонизации бетона [2].

Анализ поврежденности ЖБЭ дает возможность выявить наиболее часто встречаемые повреждения и оценить их значимость, что позволит уже на стадии проектирования назначать комплекс мероприятий, позволяющих не только сохранить требуемую долговечность, но и повысить ее.

Основная часть

На базе результатов многолетних обследований зданий сельскохозяйственного назначения, выполненных НИЛ «Строительные конструкции, основания и фундаменты» имени д-ра техн. наук, профессора И. А. Кудрявцева, была выполнена оценка поврежденности ЖБЭ зданий сельскохозяйственного назначения с различными сроками эксплуатации.

В качестве примера рассмотрим методику оценки повреждений колонн коровника, эксплуатирующегося на момент обследования 36 лет.

В результате обследований выявлены многочисленные повреждения колонн (от малозначительных до критических). Все повреждения классифицированы по 59 наименованиям.

В табл. 1 представлены количественные соотношения между повреждениями колонн, полученные по результатам анализа дефектных ведомостей.

Количественное соотношение между повреждениями колонн

Повреждения	Длина участка, м	Количество повреждений, шт.	Процент от общего количества
1. Оголение и сплошная коррозия (до 0,3 мм) рабочей арматуры	До 0,1	20	2,24
	0,1–0,5	18	2,01
	> 0,5	9	1,01
2. Оголение и сплошная коррозия (более 0,3 мм) рабочей арматуры	До 0,1	9	1,01
	0,1–0,5	9	1,01
	> 0,5	2	0,22
3. Оголение и пластинчатая коррозия малой интенсивности (до 20 % сечения стержня рабочей арматуры)	До 0,1	36	4,03
	0,1–0,5	33	3,69
	> 0,5	15	1,68
4. Оголение и пластинчатая коррозия высокой интенсивности (более 20 % сечения стержня рабочей арматуры)	До 0,1	33	3,69
	0,1–0,5	35	3,91
	> 0,5	17	1,90
5. Оголение и сплошная коррозия (до 0,3 мм) конструктивной арматуры на отдельных участках	–	12	1,34
6. Оголение и сплошная коррозия (до 0,3 мм) конструктивной арматуры на многочисленных участках	–	10	1,12
...
55. Биоповреждение (грибок) бетона на массовых участках	–	1	0,11
56. Отклонение колонны от проектного положения (вертикали)	–	5	0,56
57. Сплошная коррозия закладных деталей (до 0,3 мм)	–	15	1,68
58. Сплошная коррозия закладных деталей (более 0,3 мм)	–	37	4,14
59. Пластинчатая коррозия малой интенсивности закладных деталей (до 20 % сечения пластины)	–	28	3,13

Анализ повреждений колонн показывает, что из общего количества наиболее часто встречаются повреждения, вызванные коррозионными процессами в бетоне и (или) арматуре – 78,5 %. Трещины

различного характера составляют 19,9, сколы – 3,7 и разморажива-ние бетона защитного слоя – 9,3 % выявленных повреждений.

Для дальнейшего анализа выделяем 15 наиболее часто встречающихся (в процентном соотношении) повреждений. В количественном соотношении их доля составляет 47,1 %, а для остальных 44 видов повреждений – 52,9 %. Таким образом, для остальных повреждений доля одного, в среднем, составляет около 1,2 %.

Процентное соотношение 15 наиболее часто встречающихся повреждений представлено на рис. 1.



Рис. 1. Диаграмма соотношения основных повреждений колонн:

1 – оголение и сплошная коррозия (до 0,3 мм) рабочей арматуры на участках длиной до 0,1 м; 2 – оголение и сплошная коррозия (до 0,3 мм) рабочей арматуры на участках длиной от 0,1 до 0,5 м; 3 – оголение и пластинчатая коррозия малой интенсивности (до 20 % сечения стержня) рабочей арматуры длиной участка до 0,1 м; 4 – оголение и пластинчатая коррозия малой интенсивности (до 20 % сечения стержня) рабочей арматуры длиной участка от 0,1 до 0,5 м; 5 – оголение и пластинчатая коррозия средней и высокой интенсивности (более 20 % сечения стержня рабочей арматуры) длиной участка до 0,1 м; 6 – оголение и пластинчатая коррозия средней и высокой интенсивности (более 20 % сечения стержня рабочей арматуры) длиной участка от 0,1 до 0,5 м; 7 – вертикальная трещина в месте расположения рабочей арматуры шириной раскрытия более 0,3 мм, длиной до 0,2 м; 8 – вертикальная трещина в месте расположения рабочей арматуры шириной раскрытия более 0,3 мм, длиной от 0,2 до 0,5 м; 9 – вертикальная трещина в месте расположения рабочей арматуры шириной раскрытия более 0,3 мм, длиной более 0,5 м; 10 – отслаивание защитного слоя бетона на многочисленных участках; 11 – разрушение защитного слоя бетона на глубину более 10 мм на отдельных участках; 12 – разрушение защитного слоя бетона на глубину более 10 мм на многочисленных участках; 13 – размораживание бетона на глубину до 0,5 мм на отдельных участках; 14 – сплошная коррозия закладных деталей (более 0,3 мм); 15 – пластинчатая коррозия закладных деталей до 20 % сечения пластины

Приведенная диаграмма показывает, что наибольшую долю повреждений колонн в общем количестве составляют коррозионные повреждения в бетоне и (или) арматуре (из 15 наиболее часто встречающихся повреждений доля коррозионных повреждений составляет – 93 %). Аналогично выполнен анализ поврежденности колонн еще для четырех зданий. Данные сведены в табл. 2.

Таблица 2

Анализ поврежденности железобетонных колонн для пяти зданий

Повреждения	Нумерация зданий сельскохозяйственного назначения				
	1	2	3	4	5
Срок эксплуатации на момент обследования	36 лет	29 лет	22 года	31 год	30 лет
Количество видов повреждений	59	59	62	59	59
Повреждения от коррозии бетона и (или) арматуры, %	79	82	62	78	76
Трещины различного характера, %	20	5	2	4	3
Сколы бетона, %	4	6	10	7	7
Размораживание бетона защитного слоя, %	9	4	14	4	4
Доля 15 наиболее часто встречающихся в процентном отношении повреждений, %	47	54	63	48	50
Доля из них коррозионных повреждений в бетоне и (или) арматуре, %	93	100	65	94	93

Заключение

Анализ поврежденности железобетонных колонн, эксплуатировавшихся различные сроки в условиях агрессивных сред сельскохозяйственных помещений, показал, что наиболее распространенными являются повреждения, вызванные коррозионными процессами в бетоне и (или) арматуре (оголение и коррозия различной степени интенсивности арматурных стержней, трещины в зоне расположе-

ния арматурных стержней, отслаивание и разрушение бетона защитного слоя, высолы бетона, коррозия различной степени интенсивности закладных деталей). Их доля составляет от 65 % до 100 %.

Литература

1. Васильев, А. А. Дефекты и повреждения элементов и конструкций зданий и сооружений : практ. пособие : в 2 ч. /А. А. Васильев; Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2010.
2. Васильев, А. А. Карбонизация и оценка поврежденности железобетонных конструкций : [монография] / А. А. Васильев ; Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 263 с.

ГЕОРАДАРНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ НАСЫПИ

Иванов А. Н.

(научные руководители: Кремнёв А П, Поляков А. Н.)

Полоцкий государственный университет, Новополоцк, Беларусь

Аннотация

В данной статье рассматривается практическое применение георадарного зондирования в качестве метода контроля состояния железнодорожной насыпи и предварительного этапа комплексных инженерно-геологических изысканий.

Республика Беларусь обладает очень развитой сетью железнодорожных путей, которые зачастую проходят на участках с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями. На таких участках не редко происходят значительные неравномерные деформации основания. Одним из наиболее перспективных методов оперативного определения причин проседания насыпи является георадарное зондирование. В отличие от традиционных методов исследований по данным проходки геолого-разведочных выработок георадарное зондирование позволяет получить более полную картину инженерно-геологического строения основания.

Метод георадарного зондирования, как и любой волновой метод исследования, основан на изучении распространения волн в среде. В среду производят излучение импульсов электромагнитных волн,

после чего регистрируют сигналы, отраженные от границ раздела слоев зондируемой среды, имеющих различие по диэлектрической проницаемости.

Результатом георадарного зондирования является радарограмма (профиль) – массив амплитуд отражённых сигналов с дополнительной информацией по каждому шагу зондирования, записанный в файл. Данные записываются и обрабатываются в блоке управления георадара. Одно физическое измерение (акт посылки и приёма сигнала) в записанном виде называется трассой.

Георадар позволяет решать следующие задачи: картирование геологических структур, определение свойств различных отложений, поиск коммуникаций и объектов в различных средах, определение толщины ледяного покрова, определение мощности водяного слоя, картирование поддонных отложений и т. д. [1].

С целью определения состояния железнодорожной насыпи на одном из участков перегона Верхнедвинск–Свольно нами было выполнено георадарное зондирование с использованием георадара ProEx производства фирмы Mala GeoScience AB (Швеция) с комплектом экранированных (100, 250, 500, 800, 1200, 1600, 2300 МГц) и неэкранированных антенн (25, 50, 100, 200 МГц). Исследование проводилось для выяснения причин возникновения постоянных неравномерных деформаций насыпи. Прилегающая к исследуемому участку насыпи территория заболочена (рис. 1).



Рис. 1. Насыпь и прилегающая территория

При проведении георадарного зондирования были использованы две антенны – экранированная с частотой 250 МГц и неэкранированной с частотой 100 МГц для получения более качественной картины залегания грунта и отдельных инженерно-геологических элементов. Георадарные профили длиной более трёхсот метров были выполнены по верху насыпи вдоль железнодорожного полотна.

Полученные георадаром профили были обработаны на компьютере с помощью программы RadExplorer разработанной «ДЕКО-Геофизика». Эта программа позволила обработать полученные данные и с помощью различных встроенных инструментов получить качественную картину залегания отдельных ИГЭ и слоев насыпи (рис. 2).

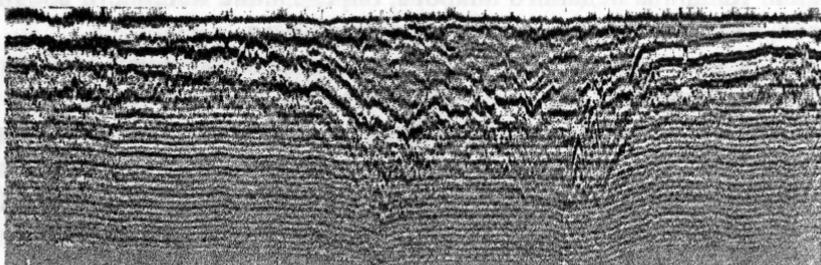


Рис. 2. Георадарный профиль

На профиле достаточно четко выделяется засыпанное в процессе строительства природное понижение рельефа (возможно старое русло ручья, болото) на промежутке между пикетами 5-4 и 4-3, где и проходило проседание грунта. Были выявлены участки, характеризующиеся залеганием насыпных грунтов значительной мощности, прослойки слабого грунта (предположительно торфа), установлена выраженная неравномерность напластований.

По результатам исследований были намечены места бурения скважин для определения фактического инженерно-геологического строения основания.

Так же профили, полученные при георадарном зондировании позволили точно определить места прохождения под железнодорожным полотном различного рода подземных коммуникаций (трубопровод, электрических кабелей) (рис. 3).

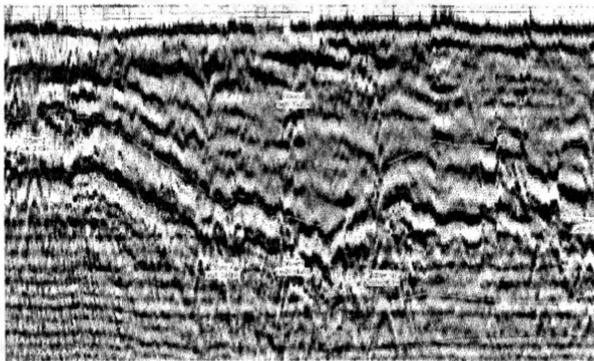


Рис. 3. Фрагмент профиля железнодорожной насыпи

В заключение скажем, что георадарные изыскания это метод который при небольших затратах труда и времени может позволяет оперативно определить строение основания и назначить места устройства инженерно-геологических выработок в наиболее сложных условиях. Георадар может снизить затраты по геолого-разведочным выработкам, а так же повысить их качество.

Литература

1. Владов, М. Л. Введение в георадиолокацию : учебное пособие / М. Л. Владов, А. В. Старовойтов. – М. : Издательство МГУ, 2004.

ОСОБЕННОСТИ ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА О СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТАХ В РАЗДЕЛЕ «ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ»

Козлова М. Д.

(научный руководитель Никитенко М. И.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Аннотация

В данной статье поднимается вопрос об особенностях изложения преподавателями данного раздела студентам. Необходимо знать не только то, что преподавать, но и как это лучше донести студентам.

Для того чтобы студенты усвоили лучше новый материал, я рекомендую при изложении материала на такие вопросы как «Основные определения», «Классификация свай», а также «Классификацию ростверков», лучше всего излагать при помощи методов иллюстрации и демонстрации, беседы.

К сожалению, не всегда можно объяснить новый материал с помощью беседы, если он сложный и объемный по восприятию. В этом случае следует применять такие формы обучения как лекция, объяснение или рассказ, видео- и диафильмы.

Лекции составляют приблизительно 40–50 % изложения всего материала, оставшиеся проценты распределяются на практические занятия, а также на самостоятельную подготовку студентов по данной дисциплине и курсовое проектирование [5].

Рекомендуется начинать лекцию в соответствии с принципами обучения: от простого к сложному, последовательно, логично, доступно и дозировано. Перед подачей наиболее сложного материала, необходимо убедиться, что основной материал студенты уже усвоили и можно двигаться дальше. Для этого необходимо применить методы проверки и оценки знаний, умений и навыков учащихся: повседневное наблюдение за работой учащихся, устный опрос (индивидуальный, фронтальный, уплотненный), проверка контрольных домашних работ с их оценкой, программированный контроль, тестирование [3] с выставлением баллов за ответы. Если материал освоен на достаточном уровне, то дальнейшее изложение лекций можно строить, создавая проблемную ситуацию: ставить перед учащимися познавательные задачи и вопросы, которые им следует решить в процессе восприятия и осмысления излагаемого материала [3]. Задача преподавателя заключается в том, что необходимо наиболее рационально подобрать сочетание принципов обучения, и ни в коем случае не переусердствовать [4].

В настоящее время существует множество форм, методов и средств обучения, но хотелось бы остановиться на тех, которые мною описаны выше.

При изложении данного раздела студентам необходимо акцентировать свое внимание на следующие главные моменты:

- 1) знакомство с основными определениями;
- 2) рассказать про существующие классификации свай;

- 3) раскрыть особенности устройства свай готовых и способы их погружения;
- 4) познакомить с технологическими схемами устройства свай на месте;
- 5) описать особенности взаимодействия соосно нагруженных свай с грунтом;
- 6) объяснить взаимодействие свай с грунтом при горизонтальных и моментных нагрузках;
- 7) раскрыть особенности взаимодействия свайных фундаментов при несущих ростверках;
- 8) рассказать про методы определения несущей способности свай по материалу и по грунту;
- 9) объяснить особенности конструирования свайных фундаментов.

Заключение

Таким образом, можно прийти к выводу, что чем более разнообразно учебное занятие формами, методами и средствами обучения, чем эмоциональнее и красочнее преподаватель изложит учебный материал и чем более ощутима благополучная атмосфера в группе, тем эффективнее результат усвоения студентами изучаемого материала.

Литература

1. Далматов, Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты (включая специальный курс инженерной геологии) / Б. И. Далматов. – 2-е изд. перераб. и доп. – Л. : Стройиздат, Ленингр. отделение, 1988. – 415 с. : ил.
2. Никитенко, М. И. Буроинъекционные анкеры и сваи при возведении и реконструкции зданий и сооружений : монография / М. И. Никитенко. – Минск : БНТУ, 2007. – 580 с.
3. <http://obychal.ru/otvety-na-voprosy-ekzamena-po-pedagogicheskoj-psixologii/156-formy-metody-i-sredstva-obucheniya.html>.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕФТЯНОГО ПОПУТНОГО ГАЗА

Козловский Е. А., Литвинов А. А., Сасимович А. Е.

(научный руководитель Игнатов С. В.)

БНТУ, Минск, Беларусь

Аннотация

В данной работе рассмотрена проблема утилизации попутного нефтяного газа и использования его для получения электрической и тепловой энергии. Проведен анализ использования ПНГ в странах мира и приведены примеры его использования в Республике Беларусь.

В последние годы резко обострился интерес мирового энергетического, экологического и делового сообщества к проблеме утилизации попутного газа как из-за экологических, так и финансовых соображений. С одной стороны, сжигание попутного газа в факелах дает около 1 % всех мировых выбросов парникового углекислого газа. С другой, – это уничтожение ценных не возобновляемых природных ресурсов.

Попутный (нефтяной) газ – это ценнейшее химическое сырье и высокоэффективное органическое топливо. В отличие от газов природных горючих, состоящих в основном из метана, попутный газ содержит значительное количество этана, пропана, бутана и др. предельных углеводородов. После переработки попутного газа получают осушенный (отбензиненный) газ и ценное сырье, состоящее из широкой фракции легких углеводородов, используемое в химической и нефтехимической промышленности, а также сжиженный газ.

Объемы добычи попутного газа находятся в прямой зависимости от добычи нефти, поскольку к попутному газу относится растворенный газ или смесь растворенного газа и газа и газовой шапки из всех видов месторождений углеводородного сырья, добываемый через нефтяные скважины.

Сжигание НПГ приводит к значительным выбросам твердых загрязняющих веществ и ухудшению экологической обстановки в нефтепромысловых районах.

В результате сжигания НПГ в факелах оказывается существенное воздействие на климат. При «технологических потерях» и сжигании НПГ в атмосферу выбрасывается диоксид углерода и активная сажа.

В последние годы в связи с особой уязвимостью Арктических экосистем к глобальным климатическим изменениям все активнее стали звучать призывы принять меры по снижению выбросов сажи.

Сжигание НПГ сопровождается тепловым загрязнением окружающей среды: вокруг факела радиус термического разрушения почв колеблется в пределах 10–25 метров, растительности – от 50 до 150 метров. При этом в атмосферу поступают как продукты сгорания НПГ, в том числе окись азота, сернистый ангидрид, окись углерода, так и различные несгоревшие углеводороды. Существенные концентрации окислов азота и серы фиксируются на расстоянии 1–3 км от факела, сероводорода – 5–10 км, а окиси углерода и аммиака – до 15 км. Это приводит к увеличению заболеваемости местного населения раком легких, бронхов, к поражениям печени и желудочно-кишечного тракта, нервной системы, зрения.

Утилизировать попутный нефтяной газ можно следующими способами:

1. Закачка в недра для повышения пластового давления и, тем самым, эффективности добычи нефти.
2. Использование на местах для выработки электроэнергии, идущей на нужды нефтепромыслов.
3. При выделении значительных и устойчивых объемов попутного нефтяного газа – использование в качестве топлива на крупных электростанциях, либо для дальнейшей переработки.

В Белоруссии проблема утилизации попутного нефтяного газа также очень актуальна. В данное время ПНГ перерабатывается на когенерационных установках. Когенерационная установка – мини-ТЭЦ, которая одновременно вырабатывает электрическую и тепловую энергию. Одна из таких мини-ТЭЦ расположена в Светлогорском районе на территории нефтесборного пункта «Давыдовка» НГДУ «Речицанефть». Ее электрическая мощность составит 1,26 МВт, тепловая – 1,32 Гкал/ч.

Эксплуатация мини-ТЭЦ даст возможность «Белоруснефти» вырабатывать собственной электроэнергии до 68,7 % от общей потребности. Экономия топлива также увеличится, что позволит снизить энергетическую составляющую в себестоимости продукции.

Объединение «Белоруснефть» ранее уже ввело в эксплуатацию два объекта малой энергетики, работающих в режиме когенерации. Один из них действует на Белорусском газоперерабатывающем за-

воде, второй – на базе центральной площадки промысловых сооружений «Осташковичи».

Заключение

Утилизация НПГ – капиталоемкий и сложный процесс, для успеха которого требуется согласования противоречащих друг другу позиций заинтересованных сторон. Ситуация усугубляется трудностями с выходом продукции утилизации НПГ на рынок. Кроме того, проблема обостряется из-за того, что масштабное сжигание НПГ одновременно влияет на окружающую среду, затрагивает сферу изменения климата, представляет собой бесцельное уничтожение ценных природных ресурсов, а также является политическим вопросом, поскольку связана с отношениями нефтяных компаний и государства.

Формирование условий, ориентированных на решение проблемы использования НПГ, должно быть ориентировано на скорейшую реализацию новых инвестиционных проектов в данной сфере – оснащение промыслов необходимой измерительной аппаратурой, сооружение газосборных сетей и компрессорных станций, строительство газоперерабатывающих заводов. Вместе с тем, утилизация НПГ может стать коммерчески выгодным видом деятельности, и либерализация цен на НПГ отражает «движение» в этом направлении.

Однако для создания выгодного бизнеса по использованию НПГ необходима продуманная долгосрочная стратегия правительства в этой области, которая эффективно бы сочетала меры экономического стимулирования и штрафные санкции.

Литература

1. Соловьянов, А. А. Стратегия использования попутного нефтяного газа в Российской Федерации / А. А. Соловьянов. – М., 2008.
2. Книжников, А. Ю. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России. Ежегодный обзор. Выпуск 1 / А. Ю. Книжников, Н. Н. Пусенкова. – М., 2009.
3. Книжников, А. Ю. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России. Ежегодный обзор. Выпуск 2 / А. Ю. Книжников, Е. А. Кутепова. – М., 2010.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ИНДИВИДУАЛЬНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

Кондратенко А. А., Бохан Д. В.

(научный руководитель Игнатов С. В.)

БНТУ, Минск, Беларусь

На сегодняшний день возрос интерес к индивидуальному строительству коттеджей, загородных домов. При рациональном архитектурно-планировочном решении в сочетании с рельефом и пейзажем участка, коттедж будет сочетать комфорт городской квартиры и природное очарование загородного жилого дома. При планировке коттеджа необходимо учитывать количественный и демографический состав семьи.

Наиболее ответственная часть коттеджа – это фундамент. В процессе строительства коттеджей, при отсутствии проекта цокольного этажа, целесообразно изготовление ленточных фундаментов. Это также и экономически выгодно.

Массивность фундамента зависит в значительной степени от выбора материала стен.

Целью работы стало рассмотрение и изучение наиболее часто применяемых варианты заполнения стен и сравнение их свойств. В качестве основных материалов были приняты: кирпич полнотелый, кирпич эффективный, ячеистобетонный блок, кирпич силикатный, керамический поризованный блок, соломенный блок.

Результаты расчетов по различным показателям, выбранным для сравнения приведены на рис. 1–4.

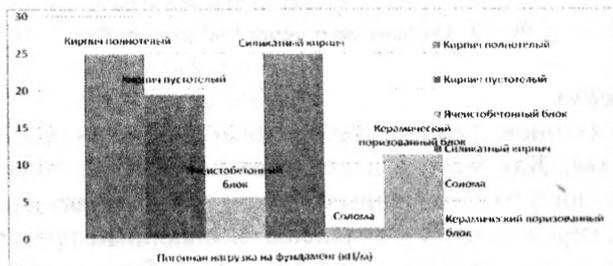


Рис. 1. Погонная нагрузка на фундамент

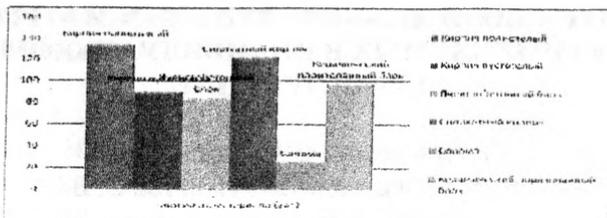


Рис. 2. Стоимость м³ материала

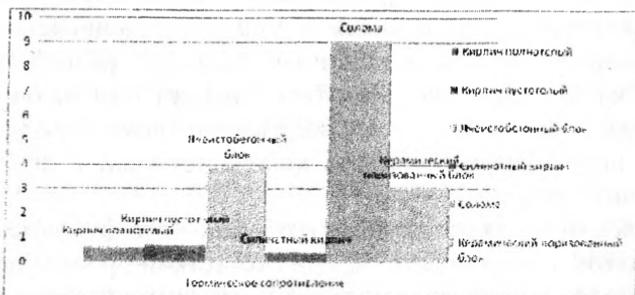


Рис. 3. Термическое сопротивление стены толщиной 500мм

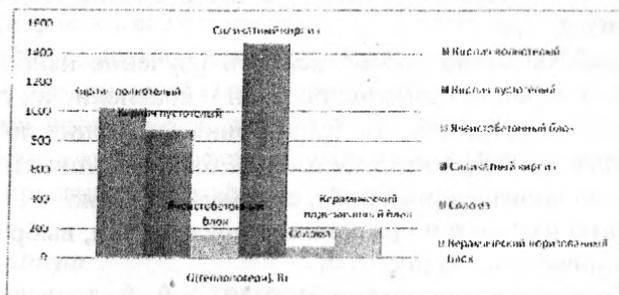


Рис. 4. Теплотери через 1 м² стены, Вт

Заключение

Целью научной работы является пропаганда экологического строительства. Как показали теплотехнические и экономические показатели, дома из соломенных блоков гораздо рентабельнее традиционных строительных материалов. Бесспорным преимуществом является то, что строительство ведется из возобновляемых ресурсов. У большинства людей возникает вопрос о долговечности такого

плана строений, но волноваться не о чем, есть примеры в Канаде и Скандинавии, где дома простояли более 100 лет. Латвии, например, был построен так называемый «город солнца», насчитывающий несколько десятков домов, построенных из натуральных материалов: камня, дерева и соломы, отопление дома и подогрев горячей воды осуществляется с помощью геотермальной энергии.

Касаемо Беларуси, перспектива развития биопозитивного строительства очевидна. Сельское строительство и строительство агрогородков может быть целиком переведено на технологию сооружения из соломенных блоков. Единственной преградой является культура строительства.

Литература

1. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-2.04-43–2006.
2. Широков, Е. М. Дом для жизни.
3. Широкий, Г. Т. Архитектурное материаловедение / Г. Т. Широкий, П. И. Юхневский.

ЧТО МЫ ОСТАВИМ ПОСЛЕ СЕБЯ

Кулагина Н. В.

(научный руководитель Ленкевич Р. И.)
БНТУ, Минск, Беларусь

В наши дни, когда влияние человека на окружающий мир становится все решительнее и заметнее, иногда кажется, что до нашего вмешательства природа не изменилась. Но это естественно не так. За долго до появления людей на Земле происходили бурные процессы, которые не один раз изменяли внешний вид планеты. Сначала это были космические, затем геологические процессы и наконец, с появлением жизни переплелись с биотическими.

Окружающая природа – сложный организм, частью которого мы, человечество – являемся.

С появлением жизни механизм биосферы усложнился, а процессы, происходящие в нем, оживились. К газовому, водному и минеральному круговороту элементов добавился биотический. И не про-

сто добавился, а прочно вписался во все предыдущие. На основе геологического образовался биогеохимический круговорот веществ атмосферы. Начал работать огромный механизм круговоротов и биотический круговорот стал постепенно определяющим в жизни биосферы.



Рис. 1. Круговорот энергии в природе

Основой для всего живого является обмен веществ между организмами и окружающей средой, в процессе которого организм потребляет и усваивает необходимые полезные вещества и отдает вещества ненужные, бесполезные. Нетрудно догадаться, что если учитывать размеры нашей планеты, то весь полезный материал рано или поздно переработан в бесполезные отбросы.

Вместе с ростом населения, а вернее опережая, обгоняя его, растут и его потребности. Рост народонаселения, помноженный на рост его потребностей, приводит к тому, что суммарное давление на природу удваивается сейчас каждые 15 лет. А что человеку надо для поддержания жизни? Совсем немного. Для удовлетворения суточной физиологической потребности достаточно: воздуха – около 10 кг, воды около 2 л, пищи (сухой вес) – около 1 кг.

Так как все живое постоянно в чем-то нуждается, и перечень нужных человеку вещей постоянно растет, то с появлением машин и промышленности к собственно-человеческим добавились еще и «машинные», промышленные (в топливе, воде, минеральном сырье) нужды.

Вот так возросли наши с вами общие потребности в пересчете на душу населения. Сегодня средний статистический гражданин мира ежегодно потребляет: воды – около 1 тыс. м³, энергии – около 3 т условного топлива, сырья около 20 т. Обратите внимание, что расход воды вырос в сравнении с биологически необходимым в десятки тысяч раз. И это неудивительно, если вспомнить, что для производства 1 т шерстяной ткани требуется 2,5 т воды, 1 т стали – 25 т воды, 1 т синтетической ткани – 1 тыс. т воды

Но вот без автомобиля люди жили миллионы лет, без нейлона – и того больше. Могли бы, вероятно, прожить и еще столько же. Не будем из этого делать пока поспешных выводов. Мы просто констатируем факт: с точки зрения сохранения жизни эти предметы нам необходимы (автомобиль так попросту вреден). Они создают комфорт – понятие субъективное, значит – регулируемое, зависящее, в частности, от общественного мнения. Подчеркиваем: повышение комфорта не достается нам даром, оно происходит за счет ухудшения основных условий жизни – за счет порчи утраты полноценной, привычной нам среды обитания.

Например, древнегреческий философ Сократ, признанный не только людьми, но и богами, всю свою жизнь проходил босиком и в стареньком плаще. Не то чтобы он хотел прослыть оригиналом или не мог лучше одеться получше. Просто – не придавал этому серьезного значения. Он никогда не брал денег со свих учеников, а, попав однажды на базар, удивленно воскликнул: «Как много существует вещей, которые не нужны!»

Еще один пример. Американский эстрадный певец Элвис Пресли, король рок-н-ролла, кумир молодежи 60-х гг., «пожить красиво». Он отнюдь не избегал комфорта – в гараже его среди прочих автомобилей стояло 6 кадиллаков, личный самолет («Боинг – 727») он оборудовал даже финской баней. Фонтан на его вилле бил струями кока-колы. На гардероб итальянской кинозвезды Джинны Лолбриджиды было загублено столько зверей, что их хватило бы на небольшой зоопарк.

То, что сегодня могут позволить себе всемогущие короли бизнеса или эстрады, завтра может стать нормой. Всемогущие – это значит – могущие все. Все, что другие пока только желают. Хотели бы, но еще не могут. Однако то, что сегодня является желанием, назавтра научно-технический прогресс превращает в действительность.

Строя свое будущее, мы не можем бесконтрольно равняться на «западные стандарты», мы не должны торопиться «догнать и перегнать» капиталистический Запад по всем показателям.

Массовое распространение превратило автомобиль из полезнейшего изобретения в первого врага человечества. То же самое может произойти с самолетом. Личный автомобиль, личный самолет, личная яхта – что дальше? Собственный батискаф, ракета, луноход?

Границ для такого рода потребностей нет, и научно-технический прогресс их бесконечно расширяет наше сознание должно поставить разумные границы нашим материальным запросам, точнее скорости из роста.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ ИЗГИБ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ НА МНОГОСЛОЙНОМ ОСНОВАНИИ С ПЕРЕМЕННЫМ МОДУЛЕМ ДЕФОРМАЦИИ

Козунова О. В., Сигаи Е. А.

(научный руководитель Босаков С. В.)

Белорусский государственный университет транспорта,
Гомель, Беларусь

Аннотация

В работе исследуется цилиндрический изгиб фундаментной плиты на многослойном основании. В ходе расчета используется вариационно-разностный подход (ВРП) к решению контактных задач нелинейной теории упругости и механике грунтов (плоская деформация). В нелинейном расчете многослойное упругое основание моделируется совокупностью упругих слоев (УС) конечной толщины с переменным модулем деформации. Закон нелинейно-упругого деформирования основания описывается зависимостью в виде степенной функции Бюльфингера. Модуль деформации упругого основания – секущий, в сравнении с касательным. Коэффициент

Пуассона каждого слоя в силу его незначительного изменения в пределах этого слоя принимается постоянным.

Рассматривается фундаментная плита в виде линейно-упругой балочной плиты шириной $2l$ на упругом физически нелинейном многослойном основании под действием произвольной нагрузки [1]. На контакте плиты с упругим основанием возникают только нормальные реактивные давления, силами трения пренебрегаем. Для плиты справедливы гипотезы теории изгиба. При расчете слоистая упругая среда заменяется прямоугольной расчетной областью (рис. 1). Основание аппроксимируется симметричной разбивочной сеткой с постоянным шагом по осям: Δx , Δy . В результате получено 203 i -х узловых и 168 j -х сеточных ячеек.

За неизвестные принимаются: $u_i(x), v_j(y)$ – компоненты вектора перемещения i -й узловой точки основания; $p_y^{(i)}(x, y)$ – реактивные давления в зоне контакта балочной плиты с основанием. Граничные условия задачи: на границах принятой расчетной области перемещения $u = 0, v = 0$; в контактной зоне справедливо равенство осадок основания прогибам плиты.

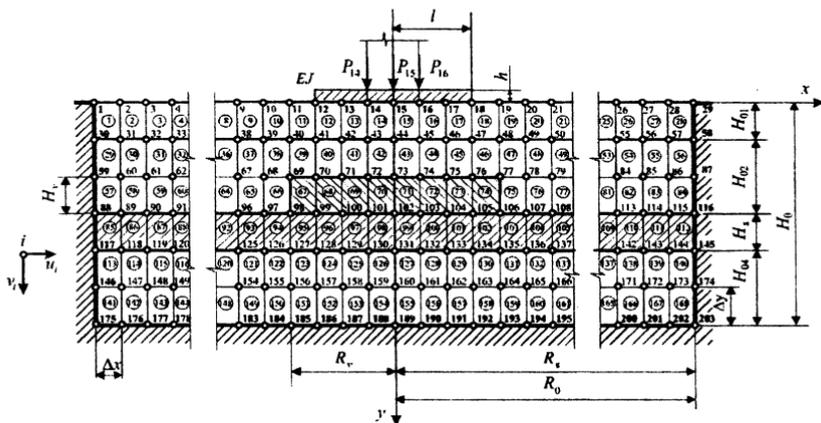


Рис. 1. Разбивочная сетка расчетной области

Закон нелинейно-упругого деформирования основания $\sigma_i(\epsilon_i)$ для каждого слоя основания описывается математически в виде степенной функции [2]

$$\sigma_i^{(k)} = E_{0k}^m (\sigma_{i,\text{lim}}^{(k)})^{1-m} \varepsilon_i^m, \quad (1)$$

где $\sigma_{i,\text{lim}}^{(k)}$; E_{0k} – предельное (критическое) напряжение, близкое к пределу упругости, и начальный модуль деформации k -го слоя основания; m – экспериментальный параметр, зависящий от упругих характеристик неоднородной среды.

В данной работе использована эмпирическая формула для определения $\sigma_{i,\text{lim}}^{(k)}$, предложенная в монографии проф. Быховцева В. Е. [2] и имеющая следующий вид:

$$\sigma_{i,\text{lim}}^{(k)} = c_k + 0,03 \text{tg} \varphi_k (0,5 - \nu_k) E_{0k}, \quad (2)$$

где c_k , φ_k , ν_k – коэффициент сцепления, угол внутреннего трения и коэффициент Пуассона соответственно k -го слоя упругого основания.

При каждой итерации модуль деформации центра j -й сеточной ячейки изменяется, и при вычислениях используется переменный модуль деформации в сравнении, представленный в табл. 1.

Таблица 1

Переменный модуль деформации

Вид функции	Касательный модуль	Секущий модуль
Степенная функция Бюльфингера	$E_i^{(n)} = m \sigma_{i,\text{lim}}^{(k)} \left(\frac{E_{0k}}{\sigma_{i,\text{lim}}^{(k)}} \right)^m (\varepsilon_i^{(k)})^{m-1}$	$E_i^{(n)} = \sigma_{i,\text{lim}}^{(k)} \left(\frac{E_{0k}}{\sigma_{i,\text{lim}}^{(k)}} \right)^m (\varepsilon_i^{(k)})^{m-1}$

Согласно вариационному принципу Лагранжа [3], при нагружении плиты на упругом основании статической нагрузкой, ее полная потенциальная энергия в состоянии равновесия принимает минимальное значение.

Решение контактной задачи строится в перемещениях и реализуется численно методом конечных разностей (МКР), то есть заменой дифференциальных уравнений линейными конечно-разностными соотношениями. Энергия деформаций упругого основания получается суммированием по объему основания энергий деформаций прямоугольных участков для каждой ячейки МКР. Энергия изгиба балочной плиты в контактной зоне с основанием и потенциал работы внешних

сил записывается также в конечно-разностном виде. В результате система дифференциальных уравнений заменяется системой линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) порядком $2N$. Теория нелинейного расчета для двухслойного основания приведена в работе [1].

Для указанного подхода составлена программа на языке Mathematica 8.0, проведена ее числовая апробация для двухслойных оснований, ослабленных местными полостями. В численный счет использовались следующие упругие параметры многослойного основания и фундаментной плиты: 1-й слой (песок мелкий прочный) – $\sigma_{lim1} = 0,20$ МПа; $\nu_1 = 0,30$; $E_{01} = 25$ МПа; $\varphi = 33$ град; $c = 0,07$ МПа; $m = 0,57$; 2-й слой (супесь моренная прочная) – $\sigma_{lim2} = 0,25$ МПа; $\nu_2 = 0,33$; $E_{02} = 30$ МПа; $\varphi = 10$ град; $c = 0,1$ МПа; $m = 0,51$; слабые полости (торфяные линзы) – $\sigma_{limv} = 0,05$ МПа; $\nu_v = 0,35$; $E_{0v} = 6$ МПа; $m = 0,46$; железобетонная плита (тяжелый бетон марки $C^{35}/_{20}$) – $P = 90\,000$ Н; $l = 1,2$ м, $h = 0,5$ м; $E_6 = 2,35 \cdot 10^{10}$.

В табл. 2, 3 приведены результаты линейного и нелинейных расчетов многослойного основания с использованием переменного модуля деформации.

Таблица 2

**Результаты расчета многослойного основания
(степенная функция, секущий модуль)**

№ итерации	v_{max} , М	$\sigma_{y\,max}$, Па	$\epsilon_{i\,max}$	$p_{y\,max}$, Па	Вертикальный срез $j = 15-155$	
					$E_{1\,max}$, МПа	$E_{2\,max}$, МПа
0	0,0139170	165115	0,00317369	333905	57,4544	100,2110
1	0,0076806	150152	0,00186128	314701	75,8141	199,9530
2	0,00588287	148039	0,00146418	301916	84,5550	316,124

Таблица 3

**Результаты расчета многослойного основания
(степенная функция, касательный модуль)**

№ итерации	v_{max} , М	$\sigma_{y\,max}$, Па	$\epsilon_{i\,max}$	$p_{y\,max}$, Па	Вертикальный срез $j = 15-155$	
					$E_{1\,max}$, МПа	$E_{2\,max}$, МПа
0	0,0139170	165115	0,00317369	333905	23,8854	30,8103
1	0,0187132	151422	0,00447228	335916	21,8841	33,7594
2	0,0214440	151518	0,00518340	332679	20,5659	35,6899

Результаты нелинейных расчетов слоистых оснований оцениваются по показателям изменения параметров НДС системы «плита–основание» Δ_f , расчет которых предложен в работе [4]. Результаты расчета сводятся в табл. 4.

Таблица 4

Сравнение результатов
нелинейных расчетов слоистого основания

Вид упругого основания		v_{\max} , м	$\sigma_{y \max}$, Па	$\varepsilon_{i \max}$	$p_{y \max}$, Па	Вертикальный срез $j = 15-155$		Q_y , Н	M_x , Нм
						$E_{1 \max}$, МПа	$E_{2 \max}$, МПа		
Степенная функция	Касательный модуль	0,0214440	151518	0,00518340	332679	20,5659	35,6899	144 603	105 091
	Секущий модуль	0,0058828	148039	0,00146418	301916	84,5550	316,124	140 314	100 404
	Показатель Δ_f	264,52 %	2,35 %	254,01 %	10,19 %	311,14 %	785,75 %	3,06 %	4,67 %

Заключение

Сравнение результатов нелинейных расчетов при исследовании цилиндрического изгиба фундаментной плиты на многослойном основании показывает, что описание напряженно-деформированного состояния упругого основания с использованием степенной функции неоднозначно: от одной и той же нагрузки в упругом основании возникают резко отличительные друг от друга параметры деформированного состояния при использовании разного вида (секущий или касательный) модуля деформации. Что не соответствует реальным физическим процессам, протекающим в упругом основании.

Таким образом, при моделировании упругого основания совокупностью упругих слоев с переменным модулем деформации, необходимо использовать диаграммы нелинейно-упругого деформирования максимально приближенные к экспериментальным кривым реального грунта.

Литература

1. Босаков, С. В. Вариационно-разностный подход к решению контактной задачи для нелинейно упругого неоднородного основания. Плоская деформация. Теория расчета / С. В. Босаков, О. В. Козунова // Вестник БНТУ. – 2009. – С. 5–13.
2. Быховцев, В. Е. Компьютерное объектно-ориентированное моделирование нелинейных систем деформируемых твердых тел / В. Е. Быховцев. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скарныны, 2007. – 219 с.
3. Александров, А. В. Основы теории упругости и пластичности / А. В. Александров, В. Д. Потапов. – М. : Высшая школа, 1990. – 400 с.
4. Козунова, О. В. Нелинейный расчет балочных плит на слоистых основаниях с биогенными включениями / О. В. Козунова // Геотехника Беларуси: теория и практика. – Минск : БНТУ, 2008. – С. 37–65.

СПЯЩИЕ ВУЛКАНЫ

Косович С. В., Варакса А. С.

(научный руководитель Уласик Т. М.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Вулканы – геологические образования на поверхности земной коры, извергающие на поверхность лаву, вулканические газы, камни (вулканические бомбы), пирокластические потоки.

Классификация вулканов

Те вулканы, что извергаются регулярно – называются действующими, те, что извергались в историческое время, а сейчас нет – спящими, и те, что не извергались с начала исторического времени – потухшими.

Строение вулкана

Корни вулкана, т. е его первичный магматический очаг располагается на глубине 60- астеносферном слое. В земной коре на глубине 20-30 км находится вторичный магматический очаг, который непосредственно и питает вулкан через жерло. Конус вулкана сложен продуктами его извержения. На вершине располагается кра-

тер – чашеобразное углубление, которое иногда заполняется водой. После извержения кратер разрушается и образуется впадина с вертикальными стенками – кальдеры.

Последствия извержения вулканов

Извержения вулканов, с их мощными эруптивными тучами, насыщенными вулканическим пеплом и газом, поднимающимися до 50 километров вверх, обильными камнепадами и пеплопадами, огненными фейерверками, раскаленными лавовыми и горячими потоками обломочных горных пород, спускающимися вниз по склонам вулканов, угрожают жизни людей и наносят материальный ущерб.

Основными поражающими факторами при извержении вулканов являются ударная волна, летящие вторичные снаряды (камни, деревья и т. д.), вулканический пепел, вулканические газы, тепловое излучение, пирокластические потоки. Часто извержение сопровождается образованием цунами, оползней и возникновением пожаров. Мелкий пепел, рассеянный в воздухе, может вызывать затруднение дыхания, обструкцию дыхательных путей, асфиксию и смерть. При некоторых извержениях образуются пирокластические потоки (раскаленные лавины) – газовые струи, содержащие в виде взвеси пепел и камни и движущиеся по склонам вулкана со скоростью 500–800 километров в час, их температура достигает 1 тысячи градусов Цельсия.

Необходимо привести рейтинг затаившихся вулканов, которые в любой момент могут проснуться: Убехебе, Катла, Йеллоустоунская кальдера, Тоба, Таупо, Лонг-Вели, Тейде, Везувий, Эльбрус.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ С УЧЕТОМ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Лапатин П. В.

(научный руководитель Кравцов В. Н.)

БНТУ, Минск, Беларусь

Аннотация

В статье рассматриваются особенности поведения грунта под действием динамических нагрузок и учет этих явлений при проектировании зданий и сооружений.

Введение

Основным фактором при проектировании надежных, геостойких сооружений, подверженных динамическим воздействиям является динамические свойства грунтов основания фундаментов, определяющие их несущую способность и деформативность. Изучение этих свойств, при воздействии природных (сейсмических и др.), техногенных (взрыв, уплотнение грунта, забивка свай, транспортные нагрузки и др.) воздействий представляет собой сложную задачу, направленную на обеспечение надежности и долговечности сооружений в сложных условиях строительства. Ниже в статье даны основные результаты исследований по этому вопросу.

Исследования многих авторов [1–3 и др.] показывают, что динамические воздействия приводят к изменению физико-механических свойств грунтов, в частности, при ускорениях колебаний, превышающих некоторый предел, называемый критическим ($a_{кр}$). В связи с этим, проведена работа по изучению динамических свойств грунтов Белорусского региона и определению критических ускорений для них. В ходе испытаний динамически нагруженных грунтов и фундаментов в лабораторных и натурных условиях установлено, что статическое давление, тип грунта и геометрические характеристики исследуемых конструкций существенно влияют на величину критического ускорения. В частности, уменьшение площади передачи динамической нагрузки на грунт в 4 раза (с 2 до $0,5\text{м}^2$) увеличивает критическое ускорение песка в 2 раза, супеси в 1,44, суглинка в 1,77 раза. Анализ результатов исследований, представленных в научно-исследовательском отчете [4], показывает:

1. При отсутствии статической пригрузки ($p = 0$) уплотнение рыхлого несвязного грунта начинается при самых слабых вибрациях и при постепенном увеличении ускорения колебания завершается уплотнением, близким к полному ($D = 1$). Полное уплотнение практически всегда достигается в сухих песках при ускорении в пределах от 0,2 до 1,2g. В водонасыщенных – от 1 до 2 g, во влажных – превышающих 2g.

2. При одной и той же пористости грунта величина критического ускорения тем больше, чем больше статическое давление, передаваемое на образец. В первом приближении можно считать, что зависимость критического ускорения от удельного статического давления носит линейный характер. Особенно существенным является

влияние влажности, при ее увеличении от нуля до некоторого предела, когда критическое ускорение резко возрастает, а затем, при полном водонасыщении, несколько снижается.

Из этого следует, что под влиянием источников вибрации сопротивление водонасыщенных грунтов сдвигу меньше. Это обусловлено двумя факторами: снижением угла внутреннего трения, например, в водонасыщенных песчаных грунтах, при их разжижении в процессе уплотнения под влиянием вибрации наблюдается почти полное исчезновение внутреннего трения, приводящее к уменьшению нормальной составляющей давления на плоскость сдвига за счет возникновения сил инерции, действующими в направлении статического сдвигающего усилия.

Опыты показывают, что даже сравнительно небольшие динамические нагрузки или слабые сотрясения водонасыщенного песчаного основания могут явиться причиной возникновения дополнительных (динамических) осадок. Как, например, это имеет место для жилого дома № 1 по пр. Черняховского в г. Витебске.

Для предотвращения влияния вибрации на эксплуатационную надежность зданий необходимо применять специальные конструктивные мероприятия:

- использовать рациональные конструктивные схемы, объемно-планировочные решения (симметричное и равномерное распределение масс жесткостей);
- использовать специальные материалы, облегченные конструкции максимально снижающие массу, проектируемых зданий и сооружений;
- устраивать равнопрочные монолитные и сборные железобетонные основания (стыки) несущих конструкций;
- предусматривать возможность развития в узлах и конструкциях пластических деформаций при обеспечении общей устойчивости сооружения;
- следить за качеством выполненных работ.
- повышать жесткость сооружения;
- предусматривать устройство присоединенных масс, в основном применяются для отстройки колебания от резонансных частот;
- устраивать экраны, как показали исследования, наиболее эффективными являются пустотные экраны заполненные воздухом

или траншеи, и они тем эффективнее, чем ближе они находятся к зданию или сооружению и др.

Заключение

Влияние динамического воздействия на основания зданий и сооружений в сложных условиях стесненной городской застройки, особенно при наличии специфических грунтов в настоящее время изучено недостаточно полно. Отсутствует нормативная база. Требуется совершенствование методов расчета, техники испытания и накопление экспериментального опыта о динамических свойствах грунтов и особенностях их поведения при геодинамических нагрузках.

Литература

1. Красников, Н. Д. Динамические свойства грунтов и методы их определения / Н. Д. Красников. – Л. : Стройиздат, 1970 – 240 с.
2. Савинов, О. А. Современные конструкции фундаментов под машины и их расчет / О. А. Савинов. – Л.-М. : Стройиздат, 1964. – 200 с.
3. Кудрявцев, И. А. Влияние вибрации на основания сооружений / И. А. Кудрявцев. – Гомель : БелГУТ, 1999. – 274 с.
4. Технический отчет по проектированию зданий и сооружений подверженных сейсмическим воздействиям. – Минск : НИИЭП РУП – институт БелНИИС, 2002 – 74 с.

СЕЙСМИЧНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ И НЕКОТОРЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СЕЙСМОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Ласица Е. А.

(научный руководитель Баранов Н. Н.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Проявление сейсмических событий на территории Беларуси связывается с существованием разломов в кристаллическом фундаменте литосферы.

В целом регион характеризуется относительно слабой сейсмической активностью, однако и в его пределах происходили достаточно сильные сейсмические события с магнитудой $M = 4,0-5,0$. Сейсми-

ческие события на Беларуси имели место в исторические времена. Ряд ощутимых сотрясений на территории зафиксировано на рубеже XIX–XX веков, к ним относится Борисовское землетрясение 1887 ($M=3,6$, $J=6$). По сохранившейся информации: «... был слышен гул, подобный грому, во многих домах разбились стекла». Спустя небольшое время произошли два землетрясения вблизи г. Могилева в 1893 г. ($M=3,5$) и в 1896 г. ($M=4$). Наиболее сильное – Ошмянское землетрясение, произошло в 1905 г. (пос. Чудогай, Островецкого района, $M=4,5$, $I=7$).

Определенную опасность для г. Минска представляют сейсмические волны от сильных землетрясений, возникающих в Восточных Карпатах на территории Румынии (т. н. транзитные землетрясения). Очаги расположены на расстоянии около 900 км от Минска в 1940 г., 1977 г., 1986 г. Макросейсмический эффект двух последних на территории Беларуси составил 3–5 баллов.

В научном и практическом плане актуален вопрос о природе Солигорских землетрясений. В течение длительного времени, в регионе происходили изменения напряженного состояния геологической среды, вызванные выемкой и перемещением горных пород и их складированием в соляных отвалах. Можно предположить, что Солигорские землетрясения связаны с наведенной шахтной активностью и имеют техногенный характер.

Степень сейсмической опасности региона РБ оценивается временной картой общего сейсмического районирования Северной Евразии ОСР-97-D, принятой в качестве нормативной основы. Согласно карте наша территория со средними грунтовыми условиями (грунты второй категории по таблице 1* СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах») относится к 5–7 балльной зоне.

Нормативный документ ТКП 45-3.02-108-2008 (02250) «Высотные здания. Строительные нормы проектирования» содержит детальную карту территории Беларуси (рисунок В.2 Приложение В) и список населенных пунктов в зонах возможных землетрясений (таблица В.1). Максимальная расчетная сейсмическая интенсивность в 7 баллов шкалы MSK-64 установлено для Минска и Молодечно, в 6 баллов – для Борисова, Солигорска, Баранович, Пинска, Бобруйска и др., в 5 баллов – для Волковыска, Гродно, Лида, Брест, Могилев, Витебск, Орша и Полоцк (интенсивность воздействия определяется сейсмическим коэффициентом $J=0,025$ для 5 баллов и $J=0,05$ для 6 баллов).

На сейсмические воздействия рассчитываются высотные здания, возводимые на площадках с сейсмичностью 5 баллов и выше. Согласно шкале сейсмической интенсивности MSK-64 при землетрясении в 7 баллов происходит сильное повреждение зданий. В каркасных железобетонных зданиях, легкие трещины в штукатурке и откалывание ее кусков. В кирпичных зданиях, откалывание довольно больших кусков штукатурки и выпадение отдельных кирпичей, повреждение стен фахверковых построек.

Исследование прочности кирпичных простенков на виброплатформах показывают, что в неармированной кладке, трещины (горизонтальные по швам и диагональные) проявляются уже при ускорениях $0,04g$, что соответствует интенсивности 6 баллов ($0,02-0,05g$) на средних грунтах. В этих условиях каменное заполнение проемов в каркасных зданиях и кирпичные стены необходимо армировать, что следует предусматривать при проектировании.

Мировая строительная практика свидетельствует о необходимости соблюдения ряда принципов проектирования в сейсмических районах. К их числу следует отнести:

1. Необходимым условием обеспечения устойчивости и прочности зданий и сооружений является создание равнопрочной во всех направлениях конструкции.

2. Симметричное размещение масс и жесткостей элементов конструкции (лучше всего 2 оси симметрии).

3. Опыт показывает, что наилучшие качества в сейсмических условиях имеют монолитные ленточные фундаменты или в виде сплошных плит. Для отдельно стоящих фундаментов необходимо устраивать связующие монолитные рандбалки.

4. Подошва фундаментов принимается в одном уровне для всего здания (или его отдельных отсеков).

5. Следует добиваться самого низкого положения центра тяжести сооружения.

6. При выборе основания следует отдать предпочтение прочным (маловлажным и влажным) крупнообломочным и песчаным грунтам.

При сейсмическом строительстве необходимо делать все, чтобы избежать концентрации напряжений в какой-то части конструкции. Для этого необходимо:

1. Жесткость и массы в сооружении должны быть распределены равномерно в симметрии, но относительно плоскостей, проходящих через центр тяжести сооружения.

2. Сооружение не должно быть слишком высоким. Заглубление фундамента (глубокий фундамент или свайное основание) приспособливает здание для «плавания» в сейсмических волнах, оно меньше раскачивается.

3. Сооружение не должно быть чрезмерно длинным, т. к. его отдельные части будут испытывать действие крутящих моментов.

Строительная практика свидетельствует о существовании устойчивых закономерностей в особенностях сейсмических проявлений в грунтах. В частности, на сейсмический эффект весьма существенно влияет верхняя часть толщ основания – ее первые десятки метров. Начиная с 30-х годов XX столетия в поле зрения исследователей и практиков оказалась идея сейсмоизоляции. Различного рода устройства (упругие, вязкие, пластичные) основаны на поглощении энергии и располагают их в самом сооружении, между сооружением и фундаментом, под подошвой фундамента в основании или же в глубине грунтовой толщи (глубинное демпфирование).

Снижение уровня инерционных сил, развивающихся в зданиях и сооружениях при землетрясениях, на современном этапе достигается методами активной сейсмозащиты. В их числе системы, реализующие принципы сейсмоизоляции (мягкие податливые прокладки и скользящие пояса на уровне обреза фундаментов, резинометаллические опоры из чередующихся листов нержавеющей стали и фторопластовых или неопреновых, подвесные опоры). Известны также адаптивные системы с изменяющимися характеристиками за счет предусматривающихся в сооружении выключающихся и включающихся связей. Для повышенного рассеяния энергии по всему объему размещают демпферы (вязкие, повышенной пластичной деформации, сухого трения). С целью уменьшения колебаний применяются специальные гасители (плавающего, маятникового, пружинного или комбинированного типов). Описание конструкций устройств и условий их применения приводится в технической литературе (Красников Н. Д., 1981 г.; Поляков В. С., 1968 г.; Жунусов Т. Ж., 1990 г.; Кириков В. А., 1990 г. и др.).

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Леонович А. О., Пыжик Т. В.
(научный руководитель Ленкевич Р. И.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Производство энергии, которая является необходимым средством для существования и развития человечества, оказывает воздействие на природу и окружающую среду.

Во второй половине XX столетия перед человечеством встала глобальная проблема – загрязнение окружающей среды продуктами сгорания органического топлива и постоянная опасность в районах АЭС. Но у этой проблемы есть и вторая сторона: все ныне используемые источники энергии являются исчерпаемыми ресурсами. То есть через столетие при таких темпах потребления угля, нефти и газа население Земли увязнет в энергетическом кризисе.

Потому ныне перед всеми учеными мира стоит проблема нахождения и разработки новых альтернативных источников энергии. К ним относятся уже существующие источники энергии, использующие энергию Солнца, ветра, приливов и отливов, морских волн, внутреннее тепло планеты и др.

Энергия солнца

Использование солнечной энергии в Республике Беларусь возможно по двум направлениям: фотоэнергетика и гелиоэнергетика. Первая связана с прямым преобразованием солнечной энергии в электрическую, вторая – с утилизацией тепла с помощью теплоиспользующих систем.

В Беларуси выпускаются электрические изгороди с источниками питания генераторов импульсов на основе фотоэлементов, а также дорожные знаки вне населенных пунктов.

ООО «Электрет» более 8 лет разрабатывает и внедряет солнечные водогрейные системы, предназначенные для работы в системах горячего водоснабжения жилых домов, объектов соцкультбыта и промышленных объектов. Продолжительность эффективной эксплуатации этих систем — с апреля по сентябрь. Производительность гелиоколлектора площадью 2 м² составляет 100–150 л/сут при нагреве воды до 55 °С. На таких предприятиях Республики Беларусь, как РУП «Барановичский АП-2», СК «Белая Русь», РУСП «Слуцкая птицефабрика» и многих других, смонтированы солнечные коллекторы площадью более 1000 м².

Гидроэнергия

Беларусь находится в середине равнинной территории водораздела между бассейнами Балтийского и Черного морей, который делит страну на две почти равные части, вследствие чего протекающие здесь реки не могут достигнуть значительной мощности прежде, чем оставляют ее границы. Это предопределяет строительство в республике главным образом мини-ГЭС.

В настоящее время в Республике Беларусь действует два десятка мини-ГЭС, что составляет примерно 3 % располагаемого экономического гидроэнергетического потенциала.

Ветер

В Беларуси построено 15 ветроустановок общей мощностью около 3 МВт. В Витебской области установлены две ВЭУ суммарной мощностью 0,137 МВт. В Минской области построено четыре ветроэнергетические установки общей мощностью 0,86 МВт, в Могилевской – пять ВЭУ на 0,179 МВт, в Гродненской – четыре на 1,731 МВт.

Согласно национальной программе развития местных и возобновляемых энергоисточников в целом за текущее пятилетие в Беларуси планируется построить до 224 ветроустановок суммарной мощностью 440–460 МВт. Осуществить эти проекты планируется в том числе за счет иностранных инвестиций.

Геотермальная энергия

В Беларуси 15 термальных установок для использования геотермального тепла, в основном возле Минска и на западной границе страны.

Термальный насос начинает мощно работать уже при температуре воды больше 12 °С. На востоке страны температура подземных вод может достигать 80–90 °С, а на западе – 25–30 °С. Но на востоке страны есть сложности с добычей геотермальной энергии, т. к. подземные воды находятся на большой глубине.

В настоящее время на базе предприятия «Тепличный комбинат «Берестье» осуществляется пилотный проект по строительству геотермальной станции для добычи воды в 30 °С на глубины 950 м.

Заключение

Однако, главная проблема современной энергетики – не истощение минеральных ресурсов, а угрожающая экологическая обстановка: еще задолго до того, как будут использованы все мыслимые ре-

сурсь, разразиться экологическая катастрофа, которая превратит Землю в планету, совершенно не приспособленную для жизни человека.

Наиболее перспективными на ближайшие десятилетия направлениями ВИЭ являются ветровая и энергетика на основе биомассы.

Литература

1. Тепловые и атомные электрические станции : справочник. – Кн. 3. – М., 1985.

2. Солнечная энергетика и солнечные батареи. – Режим доступа : <http://solar-battery.narod.ru>.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ Г. МИНСКА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Лозейко К. В.

(научный руководитель Колпашников Г. А.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Город Минск по количеству населения и производственному потенциалу превосходит каждую из областей. В городе проживает около 18 % населения страны и производится 21 % объема промышленной продукции. Более половины из данного объема приходится на продукцию машиностроения и металлообработки.

По суммарному объему выбросов загрязняющих веществ от передвижных и стационарных источников г. Минск занимает первое место среди городов и четвертое среди областей Беларуси.

Преобладающее значение имеют передвижные источники, доля которых в общем объеме выбросов превышает 80 %. Количество сбрасываемых сточных вод в городе выше, нежели в любой из областей.

Несмотря на уплотненное размещение объектов, высокую концентрацию промышленности, в целом экологическая ситуация в столице остается стабильной. Результаты социологических исследований состояния городской среды и анализ оценок горожан выявили приоритетные экологические проблемы Минска: состояние атмосферного воздуха; качество питьевой воды; состояние поверх-

ностных вод; загрязнение почв химическими веществами; санитарное состояние дворов и прилегающих территорий; озеленение территорий; обращение с отходами.

Состояние атмосферного воздуха

Общий объем выбросов загрязняющих веществ в городе состоит из выбросов от стационарных и передвижных источников. В 2007 году общая эмиссия загрязняющих веществ в Минске составила около 228 тыс. тонн, из которых 193,4 тыс. тонн (85 %) пришлось на долю передвижных источников и 34,6 тыс. тонн (15 %) – на долю стационарных.

Несмотря на постоянный рост объемов производства, валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников стабилизировались и составили в 2007 году 34,6 тыс. тонн. (1990 г. – 100 тыс. тонн).

Ключевыми направлениями решения проблемы загрязнения атмосферного воздуха выбросами от передвижных источников являются: повышение технического уровня производимой автотранспортной техники; ускоренное выведение из эксплуатации старых автомобилей; улучшение качества традиционных видов топлива; совершенствование организации дорожного движения.

Водные ресурсы г. Минска

Гидрографическая сеть Минска представлена р. Свислочь и ее притоками, а также водохранилищами «Дрозды», «Комсомольское озеро», «Курасовщина», «Чижевское» и «Цнянское». Система канализации Минска предусматривает совместный сбор сточных вод жилищно-коммунального хозяйства и различных предприятий и очистку на Минской очистной станции аэрации (МОСА) с выпуском в р. Свислочь ниже города (в районе пос. Королищевичи).

В последние 5 лет имеет место устойчивая тенденция к снижению объема сточных вод. В 2007 г. объем сброса достиг минимального значения (215,7 млн м³) начиная с 1995 г., а по сравнению с 2003 г. снизился на 20 %.

На качество воды в р. Свислочь и ее притоках в черте города негативное влияние оказывает поверхностный сток с жилой и промышленной застроек города. Дождевой и талый сток с территории города отводится в р. Свислочь и ее притоки через систему дождевой канализации. Она представлена магистральными коллекторами («Комаровский», «Центр», «Запад», «Юго-Запад», «Дражня» и

«Слепянка») и многочисленными мелкими коллекторами, которые либо впадают в магистральные коллекторы, либо имеют самостоятельные выпуски малого диаметра практически по всей длине реки в черте города.

На ближайшие годы запланировано строительство второй и третьей ниток коллектора «Центр», что позволит продолжить реализацию программы по оздоровлению р. Свислочь в части перехвата дождевых сточных вод с Фрунзенского, Центрального, частично Московского района с направлением их за черту города на очистные сооружения промузла «Колядичи», что в свою очередь значительно уменьшит антропогенную нагрузку на водную среду реки.

Анализ данных за 4-летний период показал, что значительных изменений качества речных вод не произошло. Согласно индексу загрязненности вод, вода Свислочи выше Минска характеризуется как относительно чистая, на территории города и ниже его на участке до МОСА – как умеренно загрязненная, у н.п. Королицевичи (ниже МОСА) – очень грязная, а около н.п. Свислочь – снова как умеренно загрязненная.

Литература

1. Материалы к Единому дню информирования 16 октября 2008 года по дополнительной теме для г. Минска: «Проблемы экологии городской среды» (по информации Минского научно-исследовательского института социально-экономических проблем и Минского городского комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды).
2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь. РУЛ «Бел НИЦ «Экология».

ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ

Макаревич М. В., Копыркин А. И.
(научный руководитель Костюкович П. Н.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Тепловые насосы – это экологически чистые компактные со-ле/водяные установки, позволяющие получать тепло для отопления

и горячего водоснабжения за счет использования тепла низкопотенциального источника (тепло грунтовых, артезианских вод, озёр, морей, грунтовое тепло, тепло земных недр) путем переноса его к теплоносителю с более высокой температурой.

С развитием цивилизации вопрос об использовании возобновляемых источников энергии становится все более актуальным. Энергия земли, воды, ветра или солнца – вот отличное решение энергетической задачи экологии. Одним из самых ярких примеров применения нетрадиционной энергетики могут служить высокоэффективные геотермальные тепловые насосы, использующие в качестве «топлива» тепло земли.

Принцип теплового насоса описан в работе Сади Карно в 1824 г. Сама концепция тепловых насосов была разработана в 1852 году британским физиком и инженером Уильямом Томсоном (Лордом Кельвином) и в дальнейшем усовершенствована и детализирована австрийским инженером Петером Риттер фон Риттингером (Peter Ritter von Rittinger). Практическое применение тепловой насос приобрел в 40-х годах XX столетия, когда изобретатель-энтузиаст Роберт Вебер (Robert C. Webber) экспериментировал с морозильной камерой. Однажды у Вебера появилась идея получать тепло из земли, где температура не слишком изменялась в течение года. Он поместил в грунт медные трубы, по которым циркулировал фреон, который «собирал» тепло земли. Газ конденсировался, отдавал свое тепло в доме, проходил через змеевик и трубы назад в землю, затем процесс повторялся вновь. Широкое применение тепловые насосы получили только 15–20 лет назад в связи с ростом цен на сырьевые энергоносители.

Работа геотермального теплового насоса основана на сборе тепла из почвы или воды, и передаче в систему отопления здания. Термодинамически тепловой насос очень похож на обычный холодильник, только с высокой энергоэффективностью и мощностью. В холодильнике тепло отбирается морозильной камерой из продуктов и выбрасывается в кухню, при этом задняя стенка холодильника нагревается.

В зависимости от источника отбора тепла геотермальные тепловые насосы подразделяются: водные, горизонтальные, вертикальные. [1].

Геотермальный тепловой насос может работать зимой на отопление, а летом на охлаждение здания. Но при этом в нем должен быть реверсивный клапан, именно он позволяет тепловому насосу работать в обратном режиме.

Эффективность теплового насоса характеризует его коэффициент полезного действия, представляющий собой отношение тепла в кВт, полученного в тепловом насосе, к затратам мощности на привод теплового насоса. КПД установки 400–500 %. Теплонасосы оснащены циркуляционными насосами – как для контура рабочей жидкости, так и для водяного контура системы отопления, именно для этого элемента требуется электричество, все остальные части полностью энергетически автономны. Таким образом, при потреблении тепловым насосом, например 1 кВт электрической энергии на выходе получаем 4–5 кВт тепловой энергии. Тепловые насосы идеально подходят для низкотемпературных систем отопления.

Главной проблемой в распространении геотермальных насосов является дороговизна системы. Стоимость всех работ, включая всё необходимое оборудование: для водной системы – 17 000 €, для горизонтальной – 14 000 €, для вертикальной – 21 000 € [4]. Срок службы геотермального теплового насоса может достигать 100 лет (для вертикальной системы), через 15–20 лет требуется замена компрессора, а в закрытых системах и теплоносителя. Срок окупаемости геотермального теплового насоса в Западных странах составляет около 5–8 лет, что является отличным результатом. Добиться такого срока окупаемости в нашей стране не получится, в связи с достаточно низкими ценами на основные виды энергоносителей: цена кубометра газа для Беларуси – 165,5 \$, для Германии – 445 \$. Но учитывая неуклонный рост мировых цен на топливо, смысл установки геотермального теплового насоса в нашей стране есть.

Тепловые насосы – это новейшие компактные экономичные и экологически чистые системы отопления. Тепловые насосы широко распространены в США, Японии и странах ЕС, применяются – и в быту, и в промышленности. Сегодня в Японии, например, эксплуатируется около 3 миллионов установок, в Швеции около 500 000 домов обогревается тепловыми насосами различных типов. По прогнозам Мирового Энергетического Комитета к 2020 году доля геотермальных тепловых насосов в отоплении составит 75 %.

Литература

1. www.waermepumpe.de.
2. www.ochsner.de.
3. www.zm-online.de.

ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В БЕЛАРУСИ

Павловицкий С. В., Пропольский Д. Э.
(научный руководитель Костюкович П. Н.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Геотермальная энергетика – направление энергетики, основанное на производстве электрической и тепловой энергии за счёт получения тепла, содержащегося в недрах земли, на специальных геотермальных станциях. Данная энергия может использоваться непосредственно как для обогрева домов и зданий, так и для производства электроэнергии. Термальные регионы имеются во многих частях мира.

Вследствие истощения традиционных источников энергии, высокой экологической опасности при применении и утилизации этих ресурсов, развитие безопасных и главное, возобновляемых альтернативных энергетик, является задачей первостепенной важности для мирового сообщества. На сегодняшний день, кроме всего прочего, наиболее перспективной является геотермальная энергетика.

Геотермальная электростанция

Подземные горячие породы нагревают воду, в результате чего выделяется пар. Отверстие сверлится до горячей области, пар поднимается вверх и используется для запуска турбин, которые в свою очередь запускают в работу генераторы.

Существует несколько схем получения электроэнергии на геотермальной электростанции.

Наиболее применяемая это прямая схема: природный пар направляется по трубам в турбины, соединенные с электрогенераторами.

Геотермальный тепловой насос

В этих установках задействована тепловая энергия таких естественных низко потенциальных источников, как тепло воздуха, морей, озер, грунтовых вод, тепло самого грунта и прочее. Тепловой насос не вырабатывает тепло, а лишь производит забор его из окружающей среды и переносит его потребителю. Неоспоримыми плюсами является его экологичность, компактность и простота в эксплуатации.

Принцип действия геотермального теплового насоса основан на сборе тепла из почвы или воды, и передаче в систему отопления здания. Для сбора тепла незамерзающая жидкость течет по трубе, расположенной в почве или водоеме возле здания, к теплому насосу. Тепловой насос, подобно холодильнику, охлаждает жидкость. Жидкость снова течет по трубе в наружном грунте, восстанавливает свою температуру, и снова поступает к теплому насосу. Отобранное насосом тепло передается системе отопления и на подогрев горячей воды.

Источниками геотермальных ресурсов недр Беларуси являются подземные геотермальные воды и тепло горных массивов недр. Геотермальные ресурсы недр могут быть использованы для получения электроэнергии, горячего водоснабжения, отопления жилых и промышленных зданий.

Геотермальные ресурсы Беларуси изучены на территории Припятского прогиба, восточной части Подляско-Брестской впадины и в верхних осадочных горизонтах западной части республики. Припятский прогиб и Подляско-Брестская впадина – самые перспективные области в Беларуси для непосредственного использования геотермальной энергии.

Плотность геотермальных ресурсов на изученной территории Беларуси изменяется в широком диапазоне от 10–20 до 1000–4000 килограммов условного топлива на 1 квадратный метр земной поверхности. При этом перспективным считаются территории, где ресурсы подземной энергии достигают 2 тонны условного топлива на квадратный метр. В данных районах температура 50 °С достигается на глубине 1,4–1,8 км и 90–100 °С на глубине 3,8–4,2 км.

Проще говоря, чем глубже пробурием скважину, тем теплее и больше энергии сможем получить.

Не смотря на немалые затраты на строительство геотермальных станций, в Беларуси уже введены в эксплуатации, например:

- Комбинат «Берестье» в брестском районе.
- Гребной канал в Гомеле.
- Больница в Несвиже.
- Строящийся деловой комплекс «Магнит» в Минске.

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Почопко А. В., Рудникова И. А.
(научный руководитель Игнатов С. В.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Аннотация

В статье освещаются вопросы определения нормативного документа, позволяющего рассчитать несущую способность свай, выполненной методом струйной цементации. Полученные расчетные значения сравнены с результатами полевых испытаний статической вдавливающей нагрузкой. В качестве объекта принят объект «Реконструкция с частичной реставрацией здания Национального академического театра им. Янки Купала по ул. Энгельса, 7 в г. Минске».

По результатам полевые испытания несущей способности свай, выполненных методом струйной цементации, статической вдавливающей нагрузкой на объекте: «Реконструкция с частичной реставрацией здания Национального академического театра им. Янки Купала по ул. Энгельса, 7 в г. Минске» определено, что сваи имеют несущую способность $F_d = 170,0$ кН.

Таблица 1

Результаты расчетов несущей способности свай

	П4	П13	П18	П19
Свая №6 (СБи4)	664,3 кН	415,217 кН	599,308 кН	242,5 кН
Свая №27 (СБи2)	395,17 кН	219,218 кН	238,014 кН	157,07 кН
Свая №45 (СБи3)	443,6 кН	272,397 кН	237,024 кН	186,9 кН

Расчет несущей способности свай по грунты определялся:

- для забивных свай по П4-200 к СНБ 5.01.01-99 п.6.2.
- для набивных свай с уплотненным основанием по П19-04 к СНБ 5.01.01-99 п.5.22;
- для буронабивных свай по П13-01 к СНБ 5.01.01-99 п.5.8.
- для буроньекционных свай П18-04 к СНБ 5.01.01-99 п.7.22.

Заключение

Разные пособия дают разные несущие способности свай, величины расхождения которых составляют до 2,5 раз. Однако в случае залегания под пятой сваи песчаных грунтов, наиболее правдоподобным является выполнение расчета по пособию П19-04к СНБ 5.01.01–99. Необходимо отметить, что коэффициент условий работы грунта под уширением сваи $\gamma_{сг}$ принят для свай уплотнением забоя скважины ($\gamma_{сг}=1,05-1,20$).

Литература

1. Проектирование забивных свай : П4-200 к СНБ 5.01.01–99.
2. Проектирование и устройство набивных свай : П13-01 к СНБ 5.01.01–99.
3. Проектирование и устройство буроинъекционных анкеров и свай : П18-04 к СНБ 5.01.01–99.
4. Проектирование и устройство фундаментов из свай набивных с уплотненным основанием П19-04 к СНБ 5.01.01–99.
5. Малинин, А. Г. Струйная цементация грунтов / А. Г. Малинин. – М. : Стройиздат, 2010.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕЛКОЗАГЛУБЛЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВИНТОВЫХ СВАЙ

Саиф Сами Хуссейн Аль-Тамими
(научный руководитель Кравцов В. Н.)
БНТУ, Минск, Беларусь

Устройство свайных фундаментов – одна из тех областей, где задача сбережения энергии и ресурсов решается наиболее эффективно. В связи с этим в Республике Беларусь разработаны и нашли широкое применение винтовые сваи для малонагруженных зданий и сооружений. Это требует совершенствования методов их расчета и проведения с этой целью экспериментальных работ в разных грунтовых условиях особенно для мелкозаглубленных конструкций, для которых методы расчета недостаточно разработаны.

Ниже приводятся результаты испытаний мелкозагруженных металлических свай на вдавливающие и выдергивающие нагрузки на опытной площадке ОП1 и их сопоставление с данными, полученными теоретическими (расчетными) методами.

Испытанные металлические винтовые сваи состоят из ствола в виде трубы диаметром 57, 78, 87, 108 мм и лопасти диаметром 150, 250, 300 мм, длиной 2–2,5 м лопасти выполняются в виде сварных наконечников (рис. 1).

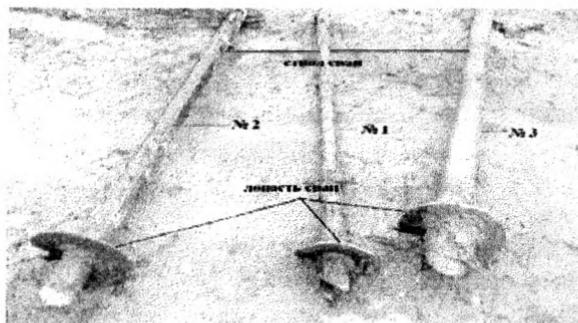


Рис. 1. Общий вид конструкций испытанных металлических свай

Конструкция испытательной установки дано на рис. 2.

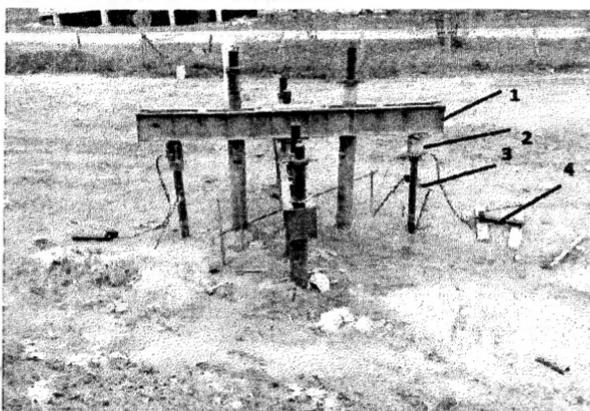


Рис. 2. Общий вид испытательной установки и оборудования:
1 – упорная балка; 2 – домкрат; 3 – насосная станция с манометром;
4 – прогибомер Аистова (6 ПАО)

Лопасть позволяет преобразовать вращательный момент в поступательное усилие во время погружения сваи, благодаря чему она как шуруп вкручивается в грунт на необходимую глубину, упрочняя его.

Экспериментальные исследования винтовых свай и их анализ

Винтовые сваи исследовались на вдавливающую и выдергивающую нагрузки. Проведено четыре испытания в глинистом грунте на опытной площадке ОП1.

Цель этих испытаний – определение несущей способности и осадок винтовых свай в зависимости от их размеров и характера загрузки, а также от грунтовых условий. Одновременно с этим выявлялся характер изменения деформаций грунтов под воздействием возрастающей статической нагрузки при вдавливании и выдергивании.

Опытная площадка расположена по улице Тимирязева в г. Минске. В геоморфологическом отношении площадка приурочена к участку конечноморенной возвышенности, осложненной древней ложбиной стока. Испытывались узколопастные сваи диаметром лопасти 300 мм (диаметр ствола 108 мм), 250 мм (диаметр ствола 87 мм), 250 мм (диаметр ствола 76 мм), 150 мм (диаметр 57 мм).

Заключение

Анализ результатов испытаний опытных свай и их сопоставление с известными теоретическими методами показал, что они нуждаются в уточнении для грунтовых условий Республики Беларусь. Так как отклонение значений несущей способности мелкозаглубленных винтовых свай, полученное расчетным методом, превышает их фактические величины на 30–50 %.

Полученные результаты испытаний послужат основой для совершенствования методов расчета мелкозаглубленных металлических свай в условиях Республики Беларусь.

Литература

1. Кравцов, В.Н. Эффективность использования винтовых свай в сложных грунтовых условиях Беларуси / В.Н. Кравцов, Л.С. Чеботарь // Геотехника. Научные прикладные аспекты строительства надземных и подземных сооружений на сложных грунтах : Межд. сб. тр. – СПб. : С.-петерб. ГАСУ, 2008. – С. 186–191.

2. Грунты. Методы полевых испытаний сваями : ГОСТ 5686–94. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1996. – 51 с.

3. Рекомендации по проектированию и строительству винтовых свай для гражданских, промышленных и инженерных сооружений в грунтовых условиях Республики Беларусь : Р5.01.069.10. – Минск, РУП «Институт БелНИИС», 2011. – 69 с.

4. Далматов, Б. И. Проектирование свайных фундаментов в условиях слабых грунтов / Б. И. Далматов, Ф. К. Лапшин, Ю. В. Россихин ; под ред. д-ра техн. наук, проф. Б. И. Далматова. – Л. : Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1975. – 240 с.

5. Железков, В. Н. Винтовые сваи в энергетической и других отраслях строительства / В. Н. Железков. – СПб. : ПРАГМА, 2004. – 128 с.

СРАВНЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТА

Сермяжко Д. А., Кузькина Е. Е.
(научный руководитель Мореди Сани Бабак)
БНТУ, Минск, Беларусь

Аннотация

Прогноз величины деформаций оснований на стадии проектирования сооружения позволяет выбрать наиболее правильные конструктивные решения фундаментов и надземных частей зданий и сооружений.

Характеристикой деформируемости грунтов при сжатии является модуль деформации, который определяют в полевых и лабораторных условиях.

Модуль деформации грунта часто называют модулем общей деформации грунта, тем самым подчеркивая, что этот показатель суммарно характеризует остаточные и упругие деформации грунта. Его определяют различными методами, в т. ч. по компрессионной кривой, испытанием грунта статической нагрузкой, с помощью прессиометров, а также по простейшим физическим характеристикам грунта.

Полевые испытания

Испытания штампами. Сущность метода испытания штампом заключается в натурном моделировании процесса уплотнения достаточ-

но большого объема грунта (по сравнению с лабораторной пробой) под нагрузкой, сопоставимой с нагрузкой проектируемого здания.

Зондирование. Под зондированием понимается процесс погружения в грунт специального устройства – зонда с измерением показателей сопротивления грунта такому погружению.

Лабораторные испытания

Компрессионные испытания. Компрессия – это процесс сжатия грунта без возможности бокового расширения ($\epsilon_x = \epsilon_y = 0$), т. е. уплотнение образца без его разрушения.

Трехосное испытание грунта (испытание в стабилометре)

Образец грунта, предварительно заключенный в резиновую мембрану для исключения дренажа, помещается в трехосную ячейку и затем подвергается постоянной уплотняющей нагрузке с одновременной изгибающей нагрузкой при заданной постоянной скорости.

Заключение

По результатам анализа литературных источников, описывающих исследования по определению модуля деформации выявлено:

1. Значения модуля деформации зависят от метода его определения:
 - а) наибольшие расхождения имеются между компрессионным и штамповым модулем деформации;
 - б) значения стабилометрического модуля деформации зависят от давления предварительного уплотнения перед сдвигом и совпадают с данными штамповых испытаний только при определенной величине давления предварительного уплотнения.
2. Как правило, значение модуля деформации, получаемого в лабораторных условиях, занижено.
3. Полевые методы дают возможность определить деформационные характеристики грунта с большей точностью, чем при лабораторных исследованиях.

Литература

1. Алексеев, В. М. Физико-механические свойства грунтов и лабораторные методы их определения : учеб.-метод. пособие / В. М. Алексеев ; Воронеж. гос арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2009. – 89 с.
2. Трофименко, Ю. Г. Полевые методы исследования строительных свойств грунтов / Ю.Г. Трофименко, Л.Н. Воробков. – 3-е изд. перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1981. – 215 с.

НЕЛИНЕЙНЫЙ РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭКИПАЖНОЙ НАГРУЗКИ

Сизай Е. А.

(научный руководитель Козунова О. В.)

Белорусский государственный университет транспорта,
Гомель, Беларусь

Аннотация

Строение железнодорожного пути моделируется в виде гибкого линейно-упругого элемента пути (шпала) и совокупности нелинейно-упругих слоев конечной толщины с переменным модулем деформации. Для расчета упругого основания с учетом физической нелинейности слоев в работе используется метод конечных разностей в вариационной постановке (вариационно-разностный подход). Для реализации указанного подхода составлена программа на языке Mathematica 8.0 и проведена ее числовая апробация.

Введение

В инженерной практике часто встречаются балки, расположенные на многослойном упругом основании. К таким конструкциям относятся шпалы и рельсы железнодорожного пути, ленточные фундаменты зданий, днища резервуаров и др. Целью работы является уточнение определения осадок железнодорожной шпалы под действием нагрузок от экипажной части.

Существующие методы расчета балок и балочных плит, расположенных на упругом основании базируются на использовании теории линейно деформируемых тел. В реальных условиях для неоднородных грунтов зависимость между нагрузкой и осадкой имеет явно нелинейный характер [1, 2].

Основная часть. Рассматривается железнодорожная шпала, как элемент верхнего строения пути, в виде линейно-упругой балки на упругом физически нелинейном двухслойном основании (рис. 1). Шпала находится под действием двух сосредоточенных нагрузок P , передаваемых от рельсовых нитей на шпалу. Параметры шпалы: ширина $2l$, высота h , изгибная жесткость EJ .

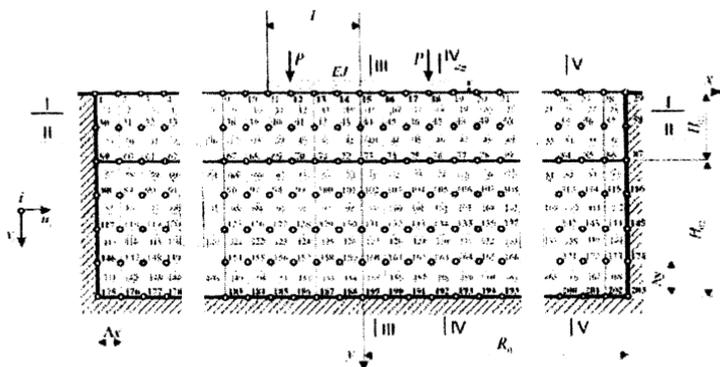


Рис. 1. Разбивочная сетка расчетной области

Область щебеночного балласта имеет размеры: $2L$; h_1 , расположена между балкой и нижним строением пути. Нижнее строение пути моделируется в виде прямоугольной расчетной области, размеры которой: по оси x – ширина $2L$; по оси y – глубина h_2 . Для шпалы как для гибкой линейно-упругой балки справедливы гипотезы теории изгиба.

Модуль деформации зависит от интенсивности деформаций, изменяется функционально в неявном виде (функция гиперболический тангенс). Коэффициент Пуассона принимается постоянным, т. к. его влияние на характеристику деформационных свойств грунта менее значительно, чем влияние модуля деформации.

Граничные условия задачи: на границах принятой расчетной области перемещения в направлениях осей x и y принимаются равными нулю; в контактной зоне справедливо равенство осадок основания прогибам плиты. В контактной зоне шпалы с балластным слоем возникают нормальные реактивные давления, силами трения пренебрегаем.

Основание аппроксимируется симметричной разбивочной сеткой с постоянным шагом по осям: $x - \Delta x$, $y - \Delta y$ [3] (см. рис. 1).

Для решения нелинейной задачи с применением вариационного метода в расчете используется функционал полной энергии, величина которого получена суммированием функционала энергии деформаций упругого основания U_f , функционала энергии изгиба балки Ω_b и потенциала работы внешней нагрузки Π , а именно

$$\mathcal{E} = U_f + \Omega_b + \Pi, \quad (1)$$

где каждое из слагаемых соотношения (1) определяется через уравнения теории упругости. Более подробно алгоритм расчета изложен в работах [3, 4].

Решение сформулированной выше задачи строится в перемещениях и реализуется численно методом конечных разностей (МКР), то есть заменой дифференциальных уравнений линейными конечно-разностными соотношениями. Теория нелинейного расчета на примере расчета фундаментных балок и балочных плит для двухслойных оснований приведена в работе [4].

В численный счет использовались следующие исходные параметры: 1-й слой основания (щебеночный балласт) – $\sigma_{y1} = 40$ МПа, $\nu_1 = 0,27$, $E_{01} = 200$ МПа; 2-й слой основания (песок средней крупности) – $\sigma_{y2} = 0,25$ МПа, $\nu_2 = 0,33$, $E_{02} = 30$ МПа; железобетонная шпала – $P = 100\,000$ Н; $E_{ш} = 2,35 \cdot 10^{10}$ Па.

На рис. 2 представлены осадки шпалы как гибкой линейно-упругой балки для линейного и нелинейного расчетов. На второй и третьей итерации (кривые 3, 4) наблюдается практически полное совпадение результатов нелинейного расчета (показатель сходимости $< 1\%$).

На рис. 3 показано распределение вертикальных напряжений в верхнем слое щебеночного балласта по ширине расчетной области (пятая итерация). Максимальные напряжения возникают под краем балки, что подтверждает наличие «краевого эффекта» при использовании модели упругого слоя, как модифицированной модели упругого полупространства.

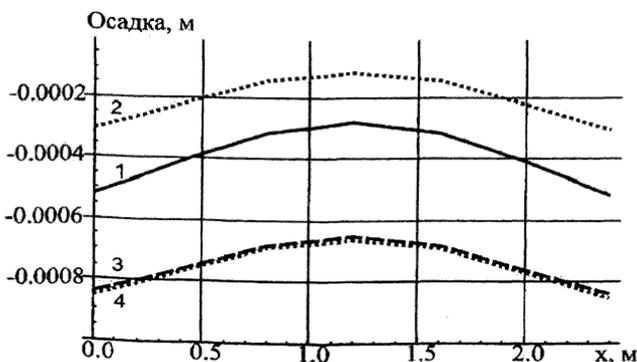


Рис. 2. Осадки шпалы:
1 – линейный расчет; 2, 3, 4 – нелинейный расчет
(1, 2 и 3 итерация соответственно)

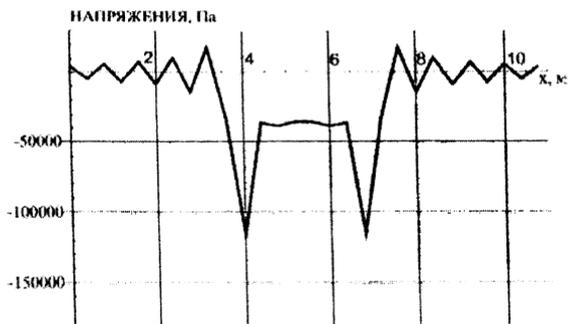


Рис. 3. Напряжения в верхнем слое щебеночного балласта (срез I-I, см. рис. 2)

График на рис. 3 демонстрирует наличие распределительной способности упругого основания (деформации и напряжения возникают не только под нагруженными участками, но и в смежных с ними областях). Эта способность полностью соответствует гипотезе упругого полупространства, подтверждается экспериментами и всем строительным опытом.

На рис. 4 показано распределение вертикальных напряжений по глубине расчетной области для различных вертикальных срезов.

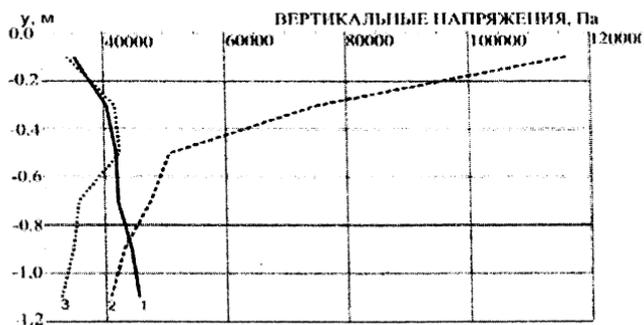


Рис. 4. Распределение напряжений по глубине расчетной области:
1 — срез III-III; 2 — срез IV-IV; 3 — срез V-V, см. рис. 2

Распределение вертикальных напряжений (см. рис. 4) демонстрирует, что с ростом глубины основания значения напряжений уменьшаются. Кривая 2 подтверждает наличие «краевого эффекта» под свободным концом балки. За пределами балки (кривая 3) напряжения находятся около одного значения (< 40 кПа).

Заключение

Применение вариационно-разностного подхода (ВРП) в решении контактной задачи вместе с физическими итерациями по А. А. Ильюшину приводит к быстрой сходимости нелинейного расчета (максимум – пять – шесть итераций), особенно в напряжениях.

Использование ВРП позволяет уточнить осадки железнодорожной шпалы под действием экипажной нагрузки. При нелинейном расчете значения осадок превышают аналогичные, полученные при линейном расчете, на 39 %, что приводит к возрастанию значений реактивных давлений в зоне контакта гибкой балки с упругим основанием. Правильный учет этого обстоятельства может позволить инженеру проектировать верхнее строение пути с необходимым запасом прочности.

Литература

1. Александров, А. В. Основы теории упругости и пластичности / А. В. Александров, В. Д. Потапов. – М. : Высшая школа, 1990. – 398 с.
2. Лукаш, П. А. Основы нелинейной строительной механики / П. А. Лукаш. – М. : Стройиздат, 1978. – 204 с.
3. Босаков, С. В. Вариационно-разностный подход к решению контактной задачи для нелинейно упругого неоднородного основания. Плоская деформация. Теория расчета / С. В. Босаков, О. В. Козунова // Вестник БНТУ. – 2009. – № 1. – С. 5–13.
4. Козунова, О. В. Нелинейный расчет балочных плит на слоистых основаниях с биогенными включениями / О. В. Козунова // Геотехника Беларуси: теория и практика. – Минск : БНТУ, 2008. – С. 37–65.

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ РАЗЛОМЫ

*Солдатенко Я. А., Роцин А. В.,
Малишевский Е. С., Говейнович М. П.*
(научный руководитель Уласик Т.М.)
БНТУ, Минск, Беларусь

В земной коре постоянно действуют силы, вследствие чего геологическая среда всегда находится в напряженном состоянии. Поскольку горные породы всегда перенапряжены, они начинают де-

формироваться и разрушаться. Чаще всего это выражается в формировании тектонических швов. Современные смещения по активным разломам могут приводить к деформации земной поверхности и оказывать механическое воздействие на инженерные объекты.

Геологический разлом, или разрыв – нарушение сплошности горных пород, без смещения (трещина) или со смещением пород по поверхности разрыва. Разломы доказывают относительное движение земных масс. Крупные разломы земной коры являются результатом сдвига тектонических плит на их стыках. В зонах активных разломов часто происходят землетрясения как результат выброса энергии во время быстрого скольжения вдоль линии разлома.

Сейсмологи подтверждают: в районе Северной Африки земная кора находится в крайне подвижном состоянии. Если процессы будут продолжаться непрерывно, то через некоторое время впадину заполнит вода из Красного моря, что положит начало образованию нового океана. Афарский треугольник – уникальное для геологов место. Здесь соприкасаются три тектонических плиты, являющиеся основой Африки. Именно на стыке этих плит все тектонические процессы многократно ускорены.

Причиной активности геологи называют разделение Африканской и Аравийской тектонических плит, которое происходит уже 30 миллионов лет со скоростью примерно 2,5 сантиметра в год. Результатом разделения стало образование Красного моря, а формирующийся океан соединит его с Аденским заливом.

Тектоника плит – современная геологическая теория о движении литосферы. Она утверждает, что земная кора состоит из относительно целостных блоков – плит, которые находятся в постоянном движении друг относительно друга. При этом в зонах расширения в результате растекания морского дна образуется новая океаническая кора, а старая поглощается в зонах субдукции (процесс в тектонике литосферных плит, при котором более плотные породы океанического дна при столкновении плит под двигаются под более легкие породы континентальной коры).

Когда плиты притираются друг к другу более легкая континентальная плита надвигается на более плотную океанскую, заставляя ее опускаться в мантию – это процесс субдукции. Когда нижняя плита поддвигается под верхнюю возникает вибрация которая может вызвать землетрясения.

Поэтому один из главных признаков границы плит – место происхождения землетрясения. Проходя мимо друг друга, плиты наталкиваются и вызывают землетрясения, поэтому все крупные толчки наблюдаются в поясах вдоль границ плит.

Столкновение континентальных плит приводит к смятию коры и образованию горных цепей. Это неустойчивая структура, она интенсивно разрушается поверхностной и тектонической эрозией. В коре с резко увеличенной мощностью идёт выплавка гранитов из метаморфизованных осадочных и магматических пород.

Заключение

Для обнаружения активности разлома используют комплекс геолого-геоморфологических, геофизических и геодезических методов. Наиболее широко применяют геолого-геоморфологические методы – выявление смещений и деформаций в зоне разлома молодых отложений и форм рельефа: русел, морских и речных террас. Особенно надежно определять движения вдоль разломов по смещениям современных и древних сооружений (зданий, ирригационных систем), поскольку в таких случаях более точно устанавливаются подвижки.

УСИЛЕНИЕ ГРУНТОВ С ПОМОЩЬЮ ПОДПОРНЫХ СТЕНОК

Специан В. С., Врублевский П. С., Ввозный Д. А.
(научный руководитель Банников С. Н.)
БНТУ, Минск, Беларусь

При строительстве на слабых грунтах с целью исключения выпора грунта из-под сооружения и повышения несущей способности основания в последнее время производят усиление грунтов различными конструктивными и технологическими методами, в том числе и с помощью их армирования.

Армирование грунтов представляет собой введение в грунтовые конструкции специальных элементов, которые позволяют улучшить физико-механические характеристики грунтов. Армирующие элементы, работая в контакте с грунтом, перераспределяют нагрузку между

участками конструкции, обеспечивая передачу напряжений с перегруженных зон на соседние менее загруженные участки. Такие элементы могут быть изготовлены из различных материалов: металл, железобетон, структуры из геотканей или полимерных волокон и т. д.

Наиболее проста по конструкции мембранная стена с горизонтально расположенными и заведенными в грунт мембранами, согнутыми на лицевой поверхности и удерживающими грунт за счет работы на растяжение изогнутых участков и трения по грунту горизонтальных полотнищ. Анкерующими элементами таких подпорных стен могут быть гибкие полосы, сетки, сплошные мембраны.

Возможно армирование грунта горизонтально расположенными оболочками, заполненными грунтом. В этом случае лицевая поверхность стены образуется торцами оболочек, заполненными растительным грунтом, который имеет естественный откос в пределах высоты одной оболочки. В грунт высаживают декоративные растения.

Подобные контрфорсным подпорные стены с вертикальным расположением мембран могут быть с анкерами, удерживающими контрфорсы, и безанкерными. Шпунтовые ограждения устраивают при строительстве гидротехнических сооружений и на площадках, где необходимо обеспечить сохранность зданий и сооружений, а также для предохранения зоны работ от поступления вод. В зависимости от назначения и условий работ шпунтовые ограждения выполняют из деревянных, железобетонных или металлических шпунтовых свай.

Первый пример – это новое строительство в квартале улицы М. Богдановича и пер. Верхний в г. Минске. Подземные воды на площадке строительства отсутствуют.

Перепад высот между подошвой фундаментной плиты и полом первого этажа гаража составляет $H = 2,55$ м.

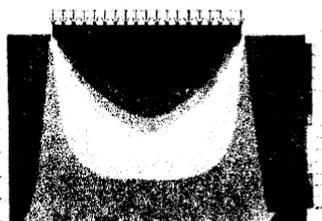
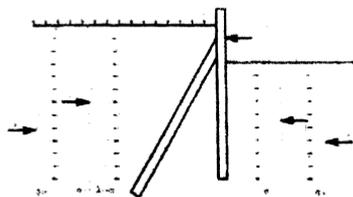


Рис. 1. Расчетная схема

Инженерно-геологические изыскания показали, что в основании будущего здания лежат достаточно слабые грунты. И было принято решение устройства шпунтового ограждения из буронабивных соприкасающихся свай с анкерной свайей. Расчет заанкеренного шпунта по устойчивости определяли с учетом того, что в момент потери устойчивости шпунтовая стенка будет поворачиваться вокруг точки О (место крепления анкерной свай) внутри котлована (см. рис. 1). Расчет проводился с помощью программного комплекса PLAXIS.

Второй пример – это уже существующее здание по ул. Революционная, 246 в г. Минске.

Это двухэтажное с мансардным этажом и подвалом, имеет прямоугольную форму с максимальными размерами в плане 17×26 м. Здание является памятником архитектуры начала XX столетия. Конструктивная схема здания – с продольными и поперечными несущими стенами с монолитными перекрытиями над подвалом. Основание под фундаментом – насыпной грунт, состоящий из разнозернистого песка с прослойками пылеватой супеси с гравием и галькой, бытовыми отходами и отходами строительного производства. В ходе визуального обследования наружных стен было обнаружено вертикальные трещины до 20 мм в осях А-Б/1-4.

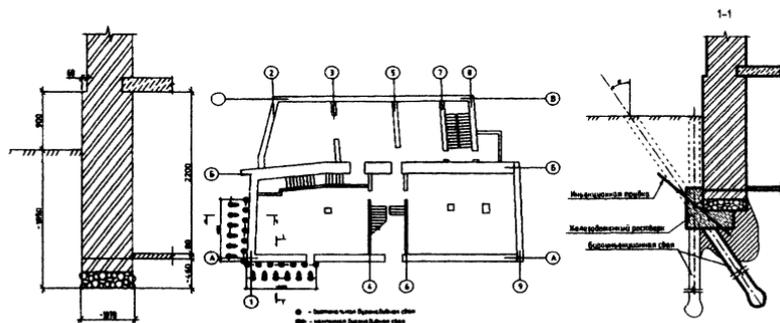


Рис. 2. Выполненные шурфы и предполагаемый метод усиления основания

По результатам выполненного обследования было рекомендовано выполнить пересадку фундаментов на буронабивные сваи с инъекционной пятой, опрессовку и пропитку цементным раствором всех слабых зон грунта под подошвой фундаментов по схеме, приведенной на рисунке.

В качестве заключения можно отметить, что применение подпорных стенок значительно повышает несущую способность грунта при строительстве на склонах, при строительстве зданий и сооружений, значительно отличающихся по высоте, вблизи друг от друга.

Литература

1. Основания и фундаменты зданий и сооружений : СНБ 5.01.01–99.
2. Проектирование и устройство подпорных стен и крепление котлованов : Пособие П17 – 01 к СНБ 5.01.01–99.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ, УСТРАИВАЕМЫХ ПО РАЗЛИЧНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Сугак О. В.

(научный руководитель Невейков А. Н.)

Белорусский государственный университет транспорта,
Гомель, Беларусь

В статье приведено сравнение значений несущей способности буронабивных свай на вертикальную нагрузку, полученных при полевых испытаниях, с величинами несущей способности рассчитанными по нормативным документам Республики Беларусь с использованием табличных сопротивлений грунта и данных статического зондирования.

Введение

На сегодняшний день буронабивные сваи представляют большой интерес. Современные технологии устройства таких свай отличаются высокой производительностью, небольшим уровнем динамических и шумовых воздействий, способностью свай к восприятию больших нагрузок и некоторыми другими преимуществами этих свай [1, 2].

Технологии изготовления свай в грунте можно разделить на три основных способа: с выемкой грунта (буровые), без выемки грунта (набивные и буронабивные), с частичной выемкой грунта (буронабив-

ные). Наибольший интерес представляют буронабивные сваи улучшающие физико-механические свойства грунта и соответственно имеющие повышенную несущую способность. Таким образом, использование буронабивных свай с вытеснением грунта в стороны и опрессовкой давлением бетона скважины существенно повышает несущую способность таких свай [1, 2].

Экспериментальные данные и их анализ

В статистическую выборку полевых испытаний буронабивных свай для анализа несущей способности вошли следующие технологии:

- под защитой обсадной трубы – 8 свай;
- непрерывным полым шнеком (НПШ) и опрессовкой давлением – 22;
- устраиваемые погружением труб с теряемым наконечником – 27;
- сваи с инъекцией под пяту – 4.

Величина предельного сопротивления свай (F_u) определялась при осадке, установленной согласно [3]:

$$S = \xi S_{u,mt}, \quad (1)$$

где ξ – коэффициент перехода от предельного значения средней осадки ($S_{u,m}$), мм, к осадке сваи, установленной при испытаниях по ГОСТ 5686, который принимается равным $\xi = 0,2$.

Применимость (1) для определения значения предельного сопротивления свай (F_u) является спорной, более правильным может служить подход оценки предельного сопротивления сваи по осадке устанавливаемой в зависимости от размеров сечения сваи [1, 2].

Результаты полевых испытаний и расчеты распределены на четыре группы в зависимости от технологии изготовления свай. Для каждой группы было выполнено сравнение фактической и рассчитанной несущей способности путем соотношения их величин.

На рис. 1 представлено сравнение фактических и рассчитанных величин несущей способности свай с учетом технологии их изготовления.

Результаты исследования определений несущей способности буронабивных свай по различным методам, показали, что:

– расчеты по табличным сопротивлениям грунта [4], приводит к существенному занижению несущей способности всех рассмотренных в статье типов свай и требует корректировки коэффициентов условий работы, учитывающих косвенно технологические особенности изготовления свай;

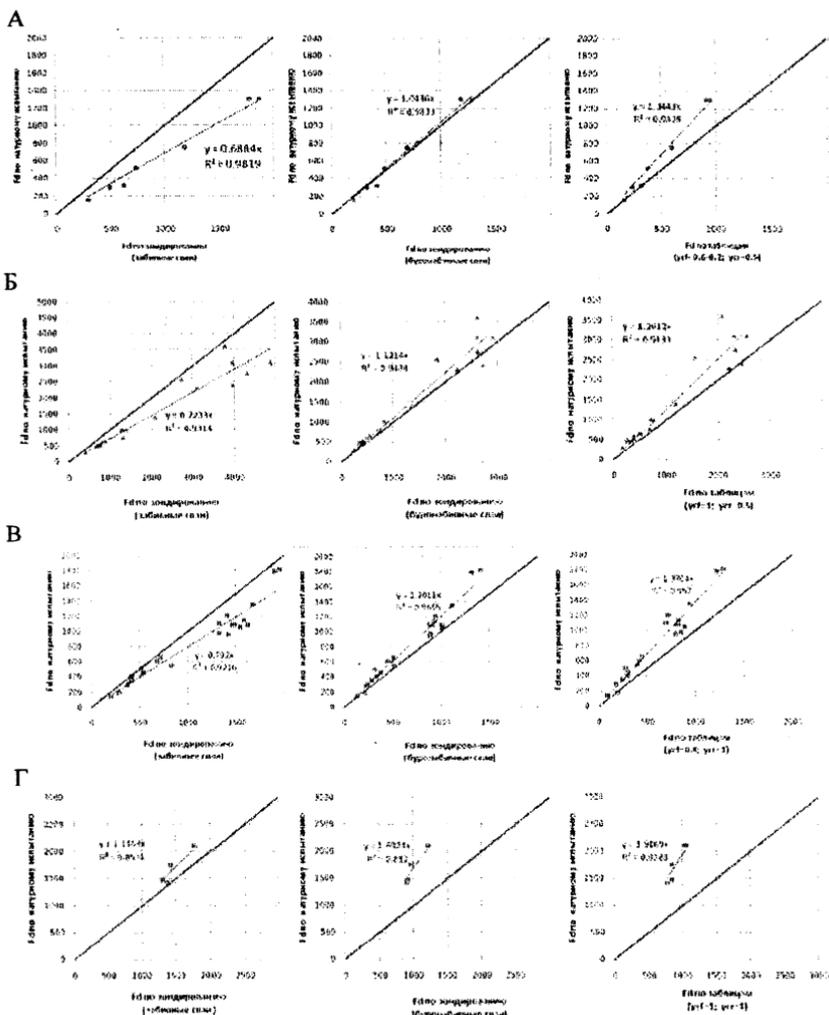


Рис. 1. Сравнение фактических и рассчитанных значений несущей способности свай по различным технологиям их изготовления:
А – под защитой обсадной трубы; **Б** – непрерывным полым шнеком и опрессовкой давлением; **В** – погружением труб с теряемым наконечником; **Г** – инъекцией под пяту

– расчет буронабивных свай улучшающих свойства грунта (свай НПС и устраиваемых погружением трубы с теряемым наконечником) по данным зондирования [5] (как забивных свай) приводит к завышению несущей способности таких свай и может привести к негативным последствиям;

– применение данных зондирования [5] (как забивных свай) для расчета свай с инъекцией перспективно и требует дальнейшего уточнения;

– определению несущей способности рассмотренных типов свай по статическому зондированию [5] (как буронабивных) следует отдавать предпочтение перед табличным способом, как наиболее достоверному, хотя не учитывающему технологические особенности устройства свай.

Заключение

Более объективная оценка влияния каждой технологии на несущую способность сваи затруднительна, т. к. необходим учет многочисленных факторов [3], изменение которых значительно влияет на несущую способность.

Литература

1. Мангушев, Р. А. Современные свайные технологии : уч. пособие / Р. А. Мангушев, А. В. Ершов, А. И. Осокин. – М. : Изд. АСВ, 2007. – 160 с.
2. Van Impe, W. F. Developments in piles design / W. F. Van Impe // 4th International DFI Conference. – Balkema, Rotterdam, 2003. – P. 727–758.
3. Основания и фундаменты зданий и сооружений : СНБ 5.01.01–99. – Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 1999.
4. Проектирование и устройство буронабивных свай : П13-2001 к СНБ 5.01.01–99. – Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2002.
5. Проектирование забивных и набивных свай по результатам зондирования : П2-2000 к СНБ 5.01.01–99. – Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2000.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВАЙ С ОГОЛОВКАМИ С ГРУНТОМ ОСНОВАНИЯ

Тронда Т. В.

научный руководитель Сернов В. А.
БНТУ, Минск, Беларусь

Часто при устройстве свай в геологических условиях Республики Беларусь у поверхности залегают относительно прочные слои грунта. Применение свайных оголовков в таких условиях может дать значительный экономический эффект. Включение оголовка в работу повышает несущую способность и уменьшает осадку свай, что доказано многими экспериментальными данными. Однако в нормативных документах Республики Беларусь нет методики расчета свай с оголовками.

Анализ экспериментальных исследований. Экспериментально доказано, что включение оголовка в работу свайного фундамента эффективно с различными типами свай. Натурные испытания фрагментов свайных фундаментов проводили В. Н. Голубков [2], Д. Е. Аршакуни [1], А. А. Бартоломей и мн. др. Полученные результаты позволили определить долю работы оголовка в различных грунтовых условиях. Несущая способность свайных фундаментов с оголовками возрастала в 1,1÷3 раза в зависимости от вида свай и грунтовых условий. Проведенный анализ показал, что при включении оголовка достигается значительный экономический эффект. Однако авторами не были изучены закономерности взаимодействия оголовка с основанием и сваей.

Несмотря на то, что свайные фундаменты применяются очень давно, до настоящего времени нет удовлетворительной теории их расчета, которая учитывала бы всю совокупность основных действующих факторов. Практические методы определения несущей способности свайных фундаментов с оголовками предложены В. Д. Яблочковым [4], М. С. Грутманом [3], Б. И. Далматовым и мн. др.

Анализ методов учета влияния оголовка позволил выявить ряд недостатков. Большинство из них не учитывает некоторые факторы взаимодействия оголовка с основанием. В связи с этим необходима разработка нового способа расчета такого фундамента, учитывающего основные факторы, влияющие на несущую способность и деформативность свай и оголовка.

Оценка взаимодействия оголовка со свайей и грунтом с помощью программного комплекса Plaxis. Для оценки взаимодействия оголовка со свайей и грунтом основания были выполнены статические расчеты в программном комплексе Plaxis. Диаметры оголовков приняли равными 1,6, 2,4 и 3,2 м, длину свай – $h = 6$ м, диаметр свай – $d = 0,4$ м. В качестве основания свай принят песчаный грунт со следующими характеристиками: $\gamma = 18,0$ кН/м³, $c = 1,0$ кПа, $\varphi = 35^\circ$, $E = 10$ Мпа. Для всех вариантов был принят тип расчета – пластический, использовалось поэтапное включение элементов модели и ступенчатое приложения нагрузки. Нагрузку прикладывали равными ступенями по 50 кН. Всего получили девять этапов нагружения. Полученные результаты по всем вариантам сведены в табл. 1. По полученным данным построены графики зависимости осадки (S , мм) от нагрузки (N , кН) для всех вариантов в одной координатной плоскости (рис. 1). Для сравнения полученных результатов расчета за критерий была принята осадка равную 8 мм.

Исходя из полученных результатов и построенных графиков доля работы оголовка была определена как разность несущих способностей свай с оголовком P_1 и свай без оголовка P_2 , P_3 и P_4 (табл. 2). В качестве показателя эффективности взаимодействия оголовка с основанием является коэффициент влияния оголовка K_0 (табл. 3), который определяется как отношение несущей способности свай с оголовком к несущей способности свай без оголовка и показывает во сколько раз увеличивается несущая способность свай при включении оголовка в работу. По полученным данным построен график зависимости коэффициента влияния оголовка K_0 от его диаметра D , м (рис. 2).

Анализ полученных результатов показал, что при включении оголовка в работу несущая способность свай существенно возрастает. С увеличением диаметра оголовка от 1,6 м до 3,2 м коэффициент влияния K_0 возрос от 1,21 до 1,57. При наличии оголовка больший объем окружающего грунта включается в работу, вследствие чего осадка такого фундамента оказывается гораздо меньше нежели у одиночной свай при одинаковом нагружении.

Сводные данные испытаний в Plaxis

Номер этапа	Нагрузка N , кН	Осадка S , мм			
		Свая без оголовка	Свая с оголовком		
			$D = 1,6$ м	$D = 2,4$ м	$D = 3,2$ м
1	0	0,118	0,476	0,824	1,21
2	50	1,30	1,16	1,01	0,99
3	100	2,70	2,34	2,04	2,00
4	150	4,24	3,54	3,09	3,02
5	200	6,06	4,82	4,14	4,05
6	250	8,81	6,22	5,22	5,09
7	300	14,26	8,01	6,38	6,19
8	350	22,31	10,35	7,70	7,38
9	400	33,48	13,07	9,20	8,67

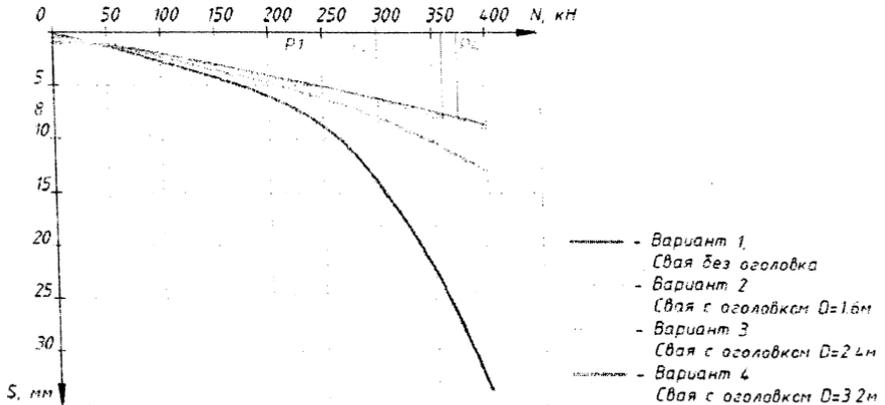


Рис. 1. Графики зависимости осадки от нагрузки

Таблица 2

Доля работы оголовка, кН

Свая с оголовком

$D = 1,6$ м	$D = 2,4$ м	$D = 3,2$ м
62	122	136

Таблица 3

Коэффициент влияния
оголовка, K_0

Свая с оголовком

$D = 1,6$ м	$D = 2,4$ м	$D = 3,2$ м
1,26	1,51	1,57

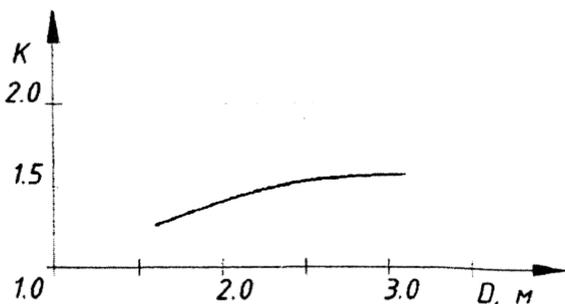


Рис. 2. График зависимости $K = f(D)$

На основании проведенных исследований можно сделать следующие *выводы*:

1. Включение оголовка работу повышает несущую способность на 21–57 % в зависимости от его диаметра.
2. Применение свайных оголовков при залегании у поверхности относительно прочных слоев грунта экономически более эффективно, чем устройство уширений под нижним концом сваи.
3. Необходимо разработать и внедрить в проектную практику методы расчета свай с оголовками.

Литература

1. Аршакуни, Д. Е. Влияние низкого ростверка на повышение сопротивления одиночных свай нагрузке в слабых грунтах / Д. Е. Аршакуни, И. М. Нагорных // Основания, фундаменты и механика грунтов : науч.-техн. журнал. – 1975. – № 6. – С. 8–9.
2. Голубков, В. Н. Исследование процесса формирования зоны деформации воснованиях одиночных свай / В. Н. Голубков, Ю. Ф. Тугаенко, Б. О. Хуторянский // Республ. межвед. науч.-техн. сб. – Киев : Будівельник, 1971. – Вып. 4 : Основания и фундаменты. – С. 9–13.
3. Грутман, М. С. Свайные фундаменты / М. С. Грутман. – Киев : Будівельник, 1969. – 192 с.
4. Яблочков, В. Д. К вопросу об учете работы низкого ростверка в расчетах свайных фундаментов на коротких забивных сваях / В. Д. Яблочков // Тр. Пермского политехнического института. – 1964. – Вып. 16. – С. 87–98.

РАСЧЕТНЫЕ МОДЕЛИ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ ОДНОРОДНЫХ И АНИЗОТРОПНЫХ

Шульга Д. О., Специан В. С., Врублевкий П. С.

(научный руководитель Никитенко М. И.)

БНТУ, Минск, Беларусь

Для учета изменения сопротивления грунтовых оснований по мере деформирования пользуются расчетными моделями, схематизирующими зависимость между нагрузкой на грунтовый массив и его осадкой.

Существующие модели можно разделить на две группы: линейные модели, в которых зависимость между напряжениями и деформациями является линейной, и нелинейные, в которых эта зависимость является нелинейной.

Наибольшее распространение имеют следующие модели и соответствующие им гипотезы:

- гипотеза Фусса – Винклера (или гипотеза коэффициента постели). Грунт рассматривается как система опирающихся на жесткое горизонтальное основание и не связанных между собой пружин, сжатие которых возрастает прямо пропорционально приложенной нагрузке. Коэффициент пропорциональности между нагрузкой и деформацией называется коэффициентом постели.

Схематически гипотеза Винклера представляется следующей моделью (рис. 1). В механике грунтов она носит название модель Фусса–Винклера.

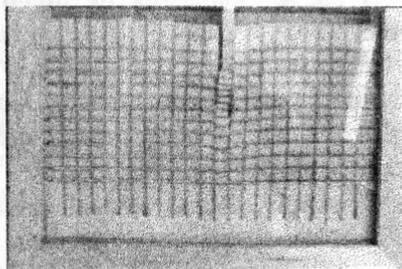
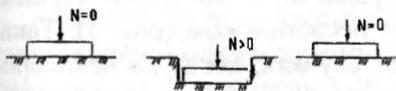


Рис. 1. Схема расчетной модели Фусса–Винклера

Таким образом, сопротивление грунта развивается только непосредственно под нагрузкой и в этом сопротивлении не участвует грунт, расположенный сбоку, который не испытывает осадки.

Основным недостатком данной модели является то, что поверхность грунта, как показывают эксперименты, оседает не только непосредственно под штампом (фундаментом), но и вокруг него;

- модель линейно-деформируемого полупространства. Грунт рассматривается как сплошное однородное линейно-деформируемое тело, бесконечно простирающееся вглубь и в стороны и ограниченное сверху плоскостью.

В этом случае в сопротивлении внешней нагрузке вовлекается все полупространство, и поэтому осадка поверхности полупространства происходит также и сбоку от места приложения нагрузки, распространяясь на большие расстояния (рис. 2).

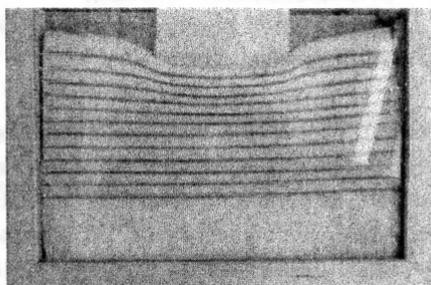
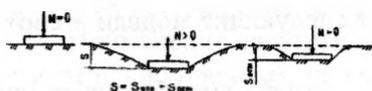


Рис. 2. Схема расчетной модели линейно-деформируемого полупространства

В расчет вводится не полупространство, а лишь его верхний слой, ниже которого грунт считается несжимаемым (рис. 3). Такая модель основания принимается в тех случаях, когда на некоторой глубине залегают скальные породы или слабосжимаемые грунты. Практически за такое основание можно принимать грунты с модулем деформации $E \geq 100$ МПа;

- модель среды теории предельного равновесия (модель среды теории пластичности). Эта модель основана на предположении, что во всех точках грунтовой среды имеются площадки, по которым выполняется условие предельного равновесия. В этой модели принимается положение, что во всех точках грунтовой среды возникает

начало состояния предельного равновесия, начало развития пластических деформаций. На рис. 4, а приведена модель основания, работающего в условиях предельного равновесия;

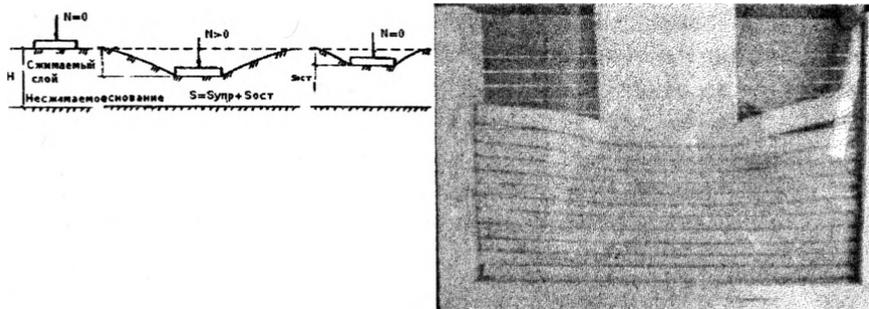


Рис. 3. Схема модели линейно-деформируемого слоя конечной толщины

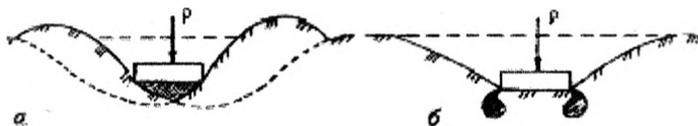


Рис. 4. Схемы расчетных моделей, схематизирующих зависимость между осадкой и нагрузкой на грунт:

а – основание, работающее в условиях предельного равновесия;

б – упругого слоя, работающего в условиях смешанной задачи теории упругости и теории пластичности

- модель упруго-пластической среды (смешанная модель теории линейно-деформируемой среды и среды теории предельного равновесия). Эта модель является синтезом двух выше рассматриваемых моделей. Данная модель предполагает наличие в грунтовой среде как области среды теории линейно-деформируемого тела, так и области состояния предельного равновесия (см. рис. 4).

Описанные выше модели грунтовой среды являются основными в механике грунтов и наиболее применяемыми при решении прикладных инженерных задач.

При решении задач возникают проблемы не в части математического решения, не в разработке моделей, которых предложено довольно много и которые учитывают многочисленные факторы, а в выборе модели и достоверном определении всех входящих в нее расчетных характеристик грунта. Это достижимо только при полном понимании современных возможностей расчетной модели, полевых исследований и лабораторного эксперимента.

Литература

1. Знаменский, В. В. Механика грунтов, основания и фундаменты : учеб. пособие для строительных вузов / В. В. Знаменский, С. Б. Ухов, В. В. Семенов.
2. Малышев, М. В. Механика грунтов основания и фундаменты / М. В. Малышев, Г. Г. Болдырев.
3. Веселов, В. А. Проектирование оснований и фундаментов / В. А. Веселов.

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОТЕХНИКИ,
ЭКОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

*Материалы 68-й студенческой
научно-технической конференции*

Секция «Геотехника и экология в строительстве»

3 мая 2012 года

Подписано в печать 07.06.2012. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 7,38. Уч.-изд. л. 5,77. Тираж 50. Заказ 644.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.