

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



Белорусский национальный
технический университет



Строительный факультет

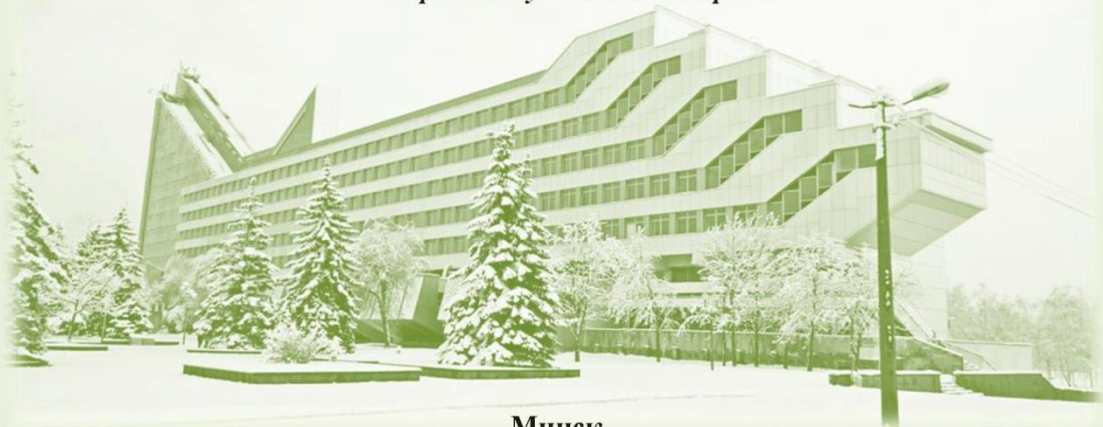
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГЕОТЕХНИКИ, ЭКОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ
НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Материалы 74-й студенческой
научно-технической конференции

Секция «Геотехника и экология в строительстве»

25 апреля 2018 года

Электронный учебный материал



Минск
БНТУ
2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Строительный факультет

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГЕОТЕХНИКИ, ЭКОЛОГИИ И ЗАЩИТЫ
НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Материалы 74-й студенческой
научно-технической конференции

Секция «Геотехника и экология в строительстве»

25 апреля 2018 года

Электронный учебный материал

Минск
БНТУ
2018

УДК 502/504+614.8.084.+624.15(06)

Редакционная коллегия:

В. А. Сернов – канд. техн. наук, доцент,
зав. кафедрой «Геотехника и экология в строительстве»;
Т. В. Тронда – магистр техн. наук, старший преподаватель
кафедры «Геотехника и экология в строительстве»
(ответственный редактор, ответственный секретарь)

Рецензент:

К. Э. Повколас – канд. техн. наук, доцент,
и.о. зав. кафедрой «Гидротехническое и энергетическое
строительство» ФЭС БНТУ

Сборник содержит материалы 74-й студенческой научно-технической конференции «Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях». В сборнике освещены материалы пленарного заседания, посвященные проблемам защиты населения и окружающей среды, современным и экономичным конструкциям нулевого цикла и вопросам инженерной геологии.

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

Белорусский национальный технический университет
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь
Тел.(017) 292-77-52, факс (017) 292-91-37

Регистрационный номер БНТУ/СФ56-36.2018

© Белорусский национальный
технический университет, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗЫСКАНИЙ 6

Борис О. О., Матусевич П. В., Янович Ю. Д.

Типы и закономерности развития природных геологических процессов..... 7

Гладкая П. А., Малафеевская П. Л., Черняк Д. А.

Грунтовые толщи беларуси, как основания зданий и сооружений 10

Зеленко Д. С., Лубко А. С.

Применение современных методов изыскания для строительных проектов..... 14

Зиновьев Н. Н., Вергейчик П. С.

Исландский проект глубокого бурения (IDDP)..... 18

Капойко А. А.

Современные методы определения гранулометрического состава глинистых грунтов..... 23

Лухтан Н. С., Головенко В. В.

Спящие вулканы в современной геолокации земли..... 27

Мороз Е. С., Копаченя С. С.

Минерал топаз. Происхождение, использование, разновидности..... 31

Яковец Т. С., Полубятко В. С., Ромашко Д. В.

Белорусские болота, как уникальные геологические структуры..... 35

РАЗДЕЛ 2
СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ МЕХАНИКИ ГРУНТОВ
И ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ..... 39

Булавко Д. М., Иванцова Е. И.

Исследование влияния коэффициента механической анизотропии на напряженно-деформированное состояние основания, усиленного вертикальными армирующими элементами 40

Верховцова М. С., Гавриленко А. А.

Армодренирующий эффект элементов из сухой бетонной смеси для глинистых грунтов..... 44

Дашкевич Е. А., Жданович П. М.

Возведение высотного сооружения «Лахта центр» в Санкт-Петербурге (РФ). Опыт строительства..... 50

Дмухайло Д. Т., Быльчинская К. В.

Исследование влияния коэффициента механической анизотропии на напряжённое состояние основания, усиленного горизонтальными армирующими элементами 54

Кохан П. В., Каплич А. С.

Несущая способность и деформативность геомассива из вертикальных армодренирующих элементов в слабом глинистом грунте..... 58

Полещук Е. В., Нудный С. А.

Исследование взаимодействия элементов модели свайно-плитного фундамента в моренной супеси..... 63

Сахар В. В., Соловьев Д. А.

Исследование влияния коэффициента механической анизотропии на напряженное состояние подпорной стенки..... 68

РАЗДЕЛ 3
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И
ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 72

Вашкевич А. С., Кокарева А. О.
Оценка экологического состояния реки Свислочь..... 73

Мазальская А. С., Матющенко В. А.
Солигорские терриконы и горы экологических проблем..... 77

Сакович Д. А., Курбан А. С.
Перспективы применения экокapsулы в Беларуси 81

Семёнова П. В.
Использование инновационных технологий возобновляемых источников энергии на территории Беларуси..... 85

Шеймович А. И., Литвинчук М. А., Гончаревич Н. Н.
Лесные пожары как источник экологических ЧС 89

РАЗДЕЛ 4
ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ
И ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФАХ..... 93

Войтович А. В.
Как выжить при кораблекрушении..... 94

Гайдук Д. М., Толярёнок В. С.
Криптовалюта как источник истощения энергетических ресурсов..... 99

Макеева К. В., Лаппо А. С.
Современные методики предупреждения ураганов..... 103

Пищулина Я. В.
Сейсмическая устойчивость высотных зданий и сейсмические проявления на территории Республики Беларусь 107

РАЗДЕЛ 1

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗЫСКАНИЙ

ТИПЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Борис О. О., Матусевич П. В., Янович Ю. Д.

Научный руководитель – Колпашников Г. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В статье рассматриваются типы и закономерности развития природных геологических процессов в разных зонах Республики Беларусь и их влияние на рельеф местности.

Введение

Природные геологические процессы являются результатом геологической работы воды, льда, ветра, гравитации. Все геологические процессы, которые оказывают влияние на инженерные сооружения (на выбор конструкции и тип фундамента, на выбор способа производства работ) и, соответственно, влияние инженерных сооружений на существующую геологическую обстановку изучает наука геодинамика. Необходимо не только ознакомиться с ходом геологических процессов, но и акцентировать внимание на профилактике и экстренных мерах по борьбе с ними.

В области распространения верхней толщи осадочного чехла с разной степенью обводненности в пределах определенных форм рельефа развиваются свойственные только этим формам типы природных геологических процессов, которые подчинены зонально-климатическим и регионально-геологическим особенностям территории. Климатическая зональность проявляется в разной степени водонасыщения грунтов. Если в целом Беларусь принадлежит к наиболее увлажненным районам европейской территории (среднегодовая норма 650-700 мм), то характер выпадения осадков неоднороден. Больше всего их выпадает на севере (до 700 мм) и меньше - в южной половине (до 500 мм). В то же время, сумма активных температур повышается с севера на юг, что оказывает существенное влияние на изменение инженерно-геологических условий террито-

рии, на водно-физические и физико-механические свойства грунтов в связи с разной их обводненностью, и в конечном итоге - на развитие геологических процессов.

Северная зона в границах Белорусского Поозерья характеризуется относительно небольшими масштабами развития природных реологических процессов. В долине Западной Двины при подрезке склонов наблюдается образование оползней и оврагов. В связи с наличием уклонов поверхности в среднем 3° распространением почти повсеместно слабофильгрующих материнских пород здесь значительно выражен плоскостной смыв почв.

На отдельных озерах (Нарочь, Мядель и др.) имеет место озерная абразия, сопровождающаяся развитием осыпей и обвалов. Степень развития этих процессов невелика.

Центральная зона характеризуется наибольшим размахом развития экзогенные геологические процессы (ЭГП) как по количеству, так и по видам, причем отдельным районам свойственны свои особенности развития процессов. В центральной зоне закономерно выделяют районы распространения плоскостной эрозии, оврагообразования, осыпей и обвалов. Они группируются исходя из региональных особенностей

Так, в пределах Белорусской гряды, где значительны площади водосборов, активизированы процессы плоскостной эрозии, а на участках крупных склонов - оползни и осыпи, особенно при подрезке склонов. Оврагообразование - наиболее распространенный вид процесса, развивающийся на участках с лессовидными отложениями на Новогрудской и в меньшей степени Минской возвышенностях, в пределах Оршанско-Мстиславско-Могилевского плато и на склонах речных долин и притоков рек.

Южной зоне свойственны иные виды и условия ЭГП по сравнению с северной и центральной. Эта зона располагается в пределах Белорусского Полесья и одновременно находится в границах трех крупных тектонических структур - Припятской, Подляско-Брестской впадин и разделяющей их Полесской седловины. Наиболее интенсивно развиваются здесь процессы ветровой эрозии - с образованием эоловых песков, в пределах надпойменных (боровых) террас зандровых равнин. Вследствие сухости климата, наличия значительных площадей, незащищенных растительностью, ветровая эрозия получила широкое распространение. В пределах речных до-

лин - оползни, осыпи и обвалы, а также прослеживается влияние современных положительных движений земной коры на формирование молодых эрозионных врезов.

Заключение

Таким образом, экзогенные процессы стремятся выровнять поверхность Земли, придать ей форму идеального геоида, однако благодаря тому, что наряду с экзогенными процессами непрерывно действуют и эндогенные, борьба между ними никогда не доходит до конца.

Литература

1. Колпашников, Г. А. Инженерная геология: Учебное пособие/ Г.А. Колпашников - Мн.: УП «Технопринт», 2004.-134 с.
2. Колпашников, Г. А. Инженерная геология : пособие для студентов специальностей 1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство", 1-70 01 01 "Производство строительных изделий и конструкций", 1-70 02 02 "Экспертиза и управление недвижимостью", 1-70 03 01 "Автомобильные дороги", 1-70 03 02 "Мосты, транспортные тоннели и метрополитены", 1-36 11 01 "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" / Г. А. Колпашников ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Геотехника и экология в строительстве". - Минск: БНТУ, 2017. - 92 с.

ГРУНТОВЫЕ ТОЛЩИ БЕЛАРУСИ, КАК ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Гладкая П. А., Малафеевская П. Л., Черняк Д. А.

Научный руководитель – Колпашников Г. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В статье рассматриваются грунтовые толщи Беларуси как основания зданий и сооружений. Содержатся сведения об условиях залегания горных пород и их инженерно-геологических особенностях. Статья может быть полезно геологам, гидротехникам, экологам, географам, почвоведом, горным инженерам и строителям.

Введение

Плейстоценовые отложения повсеместно развиты на территории Беларуси и являются основанием практически всех инженерных сооружений. Поскольку территория Беларуси в геологическом отношении относится к закрытым районам, имеющиеся сведения получены в результате анализа значительного по объему бурового фактического материала. В Беларуси отложения нижнего и среднего плейстоцена залегают на коренных породах различного возраста - от архейских до плиоценовых. В северных районах - это терригенные и карбонатные породы среднего и верхнего девона, в центральной части - кварцево-глеуконитовые пески и мергельно-меловая толща верхнего мела, на юге - разнообразные (преимущественно терригенные) породы палеогена и неогена.

Плейстоценовый покров повсеместно распространен на территории Беларуси, а его верхняя 10-20 метровая толща в основном находится в зоне активного воздействия сооружений массовых видов строительства. Среди выделенных на этих глубинах четырнадцати типов грунтовых толщ наименьший процент приходится на песчаные и глинистые толщи, подстилаемые скальными (<1%). В ограниченном количестве распространены (<1%) также песчаные,

переслаивающие с грубообломочными. На остальной территории преобладают глинистые и песчаные отложения, представленные 18 типами разрезов. При этом наблюдается закономерное изменение состава и строения грунтов при переходе от северных районов к южным, что определяет изменение водно-физических и физико-механических свойств пород.

Выявлена тесная связь между параметрами физических и прочностных свойств моренных грунтов. Сопряженные уравнения регрессии имеют следующие выражения:

$$\operatorname{tg} \varphi = 0,45 + 0,168 \gamma;$$

$$C = 0,37 + 0,003 W;$$

$$C = 0,06 + 0,32 \gamma;$$

$$\gamma = 2,015 + 0,25 \operatorname{tg} \varphi;$$

$$W = 9,36 + 0,32 C;$$

$$\gamma = 2,11 + 0,19 C.$$

Коэффициент вариации свойств в приповерхностной зоне может в значительной степени изменяться в связи с разбросом их значений. Пылеватые, лёссовидные разности морен обладают свойствами пучения при увлажнении и промерзании, что приводит к деформации зданий и сооружений. Обособленный в пространственном распространении озерно-ледниковые отложения, приуроченные к северной части Беларуси – Полоцкой, Дисненской, Друйской, Сурацкой и Лучосской низинам. При активном дренировании и замачивании ленточных глин в горных выработках возникают оползни, усложняющие эксплуатацию карьеров.

К средней части Беларуси приурочены основные массивы лёссовидных отложений – Новогрудская и Минская возвышенности, Оршанско-Могилёвское плато.

В испытанных 82 образцах при дополнительном давлении 0,2-0,3 МПа просадочными оказались 16. Степень просадочности с глубиной уменьшается, что связано с особенностями гипергенной перестройки верхней части. Наиболее просадочными оказались образцы пород, взятые на Новогрудской возвышенности и Оршанско-Могилёвском плато (0,014-0,047).

Со сложными инженерно- геологическими условиями приходится сталкиваться в пределах вторых надпойменных террас и древних ложбин стока юга Беларуси. Выявленные закономерности в строе-

нии грунтовых толщ показали, что нижняя часть разрезов на глубине 10-15 м сложена супесями и суглинками с низкими показателями несущих свойств. Это в значительной степени усложняет строительство крупных мостовых переходов.

Аллювиальные грунтовые толщи распространены в Белорусском Полесье, где они слагают поймы и обширные надпойменные террасы рек: Днепра, Припяти и др. Значительно меньшую ширину они имеют в долинах Немана, Западной Двины и других рек в средней и северной частях Республики Беларусь.

По степени водонасыщения грунтов территория делится на три обособленные зоны. В пределах этих зон состояние грунтов в разрезе толщи, обусловленное фазовым состоянием воды, однотипно и регионально выдержано.

Первая – это зона преимущественного распространения сильноувлажненных и увлажненных грунтовых толщ. К ней относят Белорусское Полесье и Центрально-Березинскую равнину.

Вторая – зона преимущественно слабоувлажненных толщ, приурочена к Белорусской гряде и Оршанско-Могилевскому плато.

Третья – зона преимущественно увлажненных грунтовых толщ, охватывает Белорусское Поозерье.

Заключение

Таким образом, для территории Беларусь характерны специфические особенности распространения различных по составу дисперсных грунтов, слагающих повсеместно весь разрез толщи. При этом наблюдается закономерное изменение состава, строения и состояния грунтов при переходе от северных районов к южным, что определяет изменение водно-физических и физико-механических свойств пород. В целом можно выделить две характерные зоны по содержанию обломочных фракций – северную, с валунносодержащими фракциями, и южную, сложенную преимущественно песчано-глинистыми отложениями. Граница между этими зонами проходит близко вдоль глубоких региональных разломов на севере Подляско-Бестской и Припятской впадин. Кроме того, этим зонам присущи свои особенности распространения грунтовых толщ различных групп, свойства которых изменяются в субширотном направлении.

Литература

1. Колпашников, Г. А. Инженерная геология: Учебное пособие/ Г.А. Колпашников - Мн.: УП «Технопринт», 2004. - 134 с.
2. Колпашников, Г. А. Инженерная геология : пособие для студентов специальностей 1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство", 1-70 01 01 "Производство строительных изделий и конструкций", 1-70 02 02 "Экспертиза и управление недвижимостью", 1-70 03 01 "Автомобильные дороги", 1-70 03 02 "Мосты, транспортные тоннели и метрополитены", 1-36 11 01 "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" / Г. А. Колпашников ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Геотехника и экология в строительстве". - Минск: БНТУ, 2017. - 92, [1] с. : ил., табл.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

Зеленко Д. С., Лубко А. С.

Научный руководитель – Уласик Т. М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. Инженерные изыскания - комплекс работ, проводимых для получения сведений, для решения основных вопросов, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией сооружений. Изыскания делятся: на предварительные на стадии технико-экономического обоснования или технико-экономического расчета; на стадии проекта; на стадии рабочей документации. Задачи инженерных изысканий – комплексное изучение природных и техногенных условий территории.

Введение

В последнее десятилетие в Республике Беларусь происходит интенсивное развитие инженерных изысканий, вызванное как физическим наращиванием объемов нового строительства и реконструкции объектов, так и значительным изменением характеристик строящихся зданий и сооружений.

Увеличение этажности и общей массы надземной части требует нового подхода проведению инженерных изысканий. Для обеспечения безаварийной эксплуатации таких сооружений контроля за их осадками, кренами и т. д. Необходимо вести постоянные наблюдения (мониторинг).

Инженерные изыскания выполняют в 3 периода: подготовки, полевой и камеральный. В подготовительный период собирают и изучают необходимые данные по объекту изысканий и намечают организационные мероприятия по производству изыскательских работ. В полевой период, кроме полевых работ, производят часть камеральных и лабораторных работ, необходимых для обеспечения непрерывного полевого изыскательского процесса и контроля полноты

и точности полевых работ. В камеральный период осуществляют обработку всех полевых материалов.

Задачи инженерных изысканий – комплексное изучение природных и техногенных условий территории (региона, района, площадки, участка, трассы) объектов строительства, составление прогнозов взаимодействия этих объектов с окружающей средой, обоснование их инженерной защиты и безопасных условий жизни населения.

На основе материалов инженерных изысканий для строительства осуществляется разработка предпроектной документации, в том числе градостроительной документации и обоснований инвестиций в строительство, проектов и рабочей документации строительства предприятий, зданий и сооружений, включая расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, эксплуатацию и ликвидацию объектов, ведение государственных кадастров и информационных систем поселений, а также рекомендаций для принятия экономически, технически, социально и экологически обоснованных проектных решений.

Инженерные изыскания - основные виды:

- инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания;
- инженерно-геодезические изыскания;
- инженерно-экологические изыскания;
- инженерно-гидрометеорологические изыскания.

Инженерно-геологические изыскания включают в себя изучение грунтов, как среды и основания сооружений, особенности гидрогеологического режима территории строительства, связанного с деятельностью подземных вод, физико-геологических процессов и явлений, яркими представителями которых являются сели, оползни и обвалы, а также карстово-суффозионные процессы и подтопление территории.

Обычно при инженерно-геологических изысканиях выполняются следующие виды работ:

1. Инженерно-геологическая рекогносцировка:

- осмотр места изыскательских работ;
- описание имеющихся обнажений, в том числе карьеров, строительных выработок и др.;
- описание водопроявлений;

- описание геоботанических индикаторов гидрогеологических и экологических условий;

- описание внешних проявлений геодинамических процессов.

2. Бурение скважин и проходка шурфов осуществляются с целью:

- определения геологического строения участка, условий залегания грунтов и подземных вод;

- отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств, а также проб подземных вод для их химического анализа;

- проведения полевых исследований свойств грунтов, определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов и производства геофизических исследований.

3. Полевые исследования прочностных и деформационных свойств грунтов выполняются с применением методов статического или динамического зондирования, а также штампами или прессиометрами.

4. Гидрогеологические исследования при инженерно-геологических изысканиях выполняют в тех случаях, когда в сфере взаимодействия проектируемого объекта с геологической средой распространены подземные воды, прогнозируется процесс подтопления или подземные воды оказывают существенное влияние на изменение свойств грунтов, а также на интенсивность развития геологических и инженерно-геологических процессов (карст, суффозия, оползни).

Инженерно-геодезические изыскания отображают особенности поверхности территории, предназначенной для строительства, положение подземных и наземных коммуникаций.

Инженерно-геодезические работы подразделяются на:

- топографо-геодезические изыскания;
- разбивочные работы;
- выверка конструкций;
- наблюдения за деформациями сооружений.

В состав топографо-геодезических работ входят:

- построение государственной геодезической сети;

- создание плано-высотного съемочного обоснования;
- топографическая съемка;
- построение крупномасштабных планов для участка.

Гидрометеорологические изыскания изучают климат территории и особенности существующих открытых водотоков.

Всё большее внимание в последнее время уделяется инженерно-экологическим изысканиям, целью которых является оценка радиологической, санитарно-химической, санитарно-эпидемиологической и биологической безопасности. В ходе изысканий получают информацию, необходимую для экологического обоснования проектной документации.

Заключение

Возможности современных методов изысканий многими заказчиками до настоящего времени используются не в полном объеме, несмотря на их доступность и высокую информативность.

Геофизические методы инженерно-геологических изысканий являются также весьма эффективным способом экологического контроля окружающей среды.

Литература

1. Основы инженерных изысканий: Учеб.-метод. комплекс для студ. спец. 1-56 02 01 «Геодезия» / Сост. и общ. ред. Л.Ф. Зуевой. – Новополец: ПГУ, 2004. – 208 с.
2. Паромов, В.В., Савичев О.Г. Основы инженерно-гидрометеорологических изысканий. – Томск: Изд-во ТГУ, 2014.
3. Крамаренко, В.В., Савичев, О.Г. Инженерно-геологические изыскания.
4. https://studopedia.ru/13_38661_vidi-i-zadachi-inzhenernih-iziskaniy-sovremennie-metodi-inzhenernih-iziskaniy.html
5. <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/6349/%D0%A1.42-46.pdf?sequence=1>

ИСЛАНДСКИЙ ПРОЕКТ ГЛУБОКОГО БУРЕНИЯ (IDDP)

Зиновьев Н. Н., Вергейчик П. С.

Научный руководитель – Уласик Т. М.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Аннотация. В данном докладе мы хотели бы вам рассказать о таком проекте как "Исландский проект глубокого бурения" и о том, какие перспективы он может открыть нам в сфере использования геотермальной энергии.

Введение

Исландский проект глубокого бурения (IDDP – Iceland Deep Drilling Project) представляет собой программу разведки и освоения геотермальных ресурсов технологией, которая направлена на производство жидкостей для генерации электрической энергии из глубоких скважин в сверхкритических условиях.

Суть идеи заключается в том, что, по предположению специалистов, в глубоких подземных горизонтах нагретое до высоких температур вещество может переходить в состояние, при котором нет различий между газообразной и жидкой формами, и переносить при этом большое количество тепловой энергии. Оно не испаряется и не кипит.

В частности, вода в такой стадии и с температурой до 1 тыс. градусов по Цельсию может встречаться в зонах с высокой вулканической активностью. Пар от такой воды может нагреваться до 600°C, следовательно, его использование в геотермальных установках будет более эффективным, чем при стандартных температурах. А для получения таких условий необходимо бурение сверхглубоких геотермальных скважин.

Согласно Исландскому проекту глубокого бурения (IDDP) планируется пробурить несколько скважин достаточно глубоко, чтобы проникнуть в сверхкритические зоны, которые, как полагают, присутствуют ниже трех эксплуатируемых в настоящее время геотермальных месторождений в районах расположения океанического

хребта на территории Исландии.

IDDP-1

В 2006 году было предложено бурение глубокой скважины (IDDP-1) на геотермальном поле Крафла, предназначенной для достижения такой глубины на которой возможно получение сверхкритических условий.

Крафла находится недалеко от северного конца центральной рифтовой зоны Исландии, в пределах вулканической кальдеры вулкана Крафла. Этот активный вулкан разрезан N-S трендовыми трещинами, которые являются частью неоволно-рифтовой зоны Исландии.

В 2009 году скважина IDDP-1 была пробурена вблизи центра кальдеры Крафла, участок, выбранный из-за того, что сверхкритические условия считались вероятными на глубине 4 км.

Несмотря на несколько неудач, прогресс бурение шел более или менее в соответствии с графиком до глубины около 2000 м, когда бурение стало действительно сложным, в том числе было два застревания, сначала на 2094, а затем на глубине 2095 м, за которыми следуют закручивание и последующее бурение под углом в сторону.

Бурение было завершено на глубине 2096 м в третьем отрезке, когда буровые шламы из свежего вулканического стекла показали, что бурение ушло в магму.

Три раза бурение уходило в магму, сначала на глубине 2094 м, затем 2095 м и, наконец, на 2096 м ниже фланца обсадной колонны.

Дальнейшее бурение в магме не считалось возможным, но ситуация предоставила уникальную возможность для более пристально-го изучения окружающего контакта магмы.

Место контакта скважины с магмой было зацементировано и был установлен шлицевый вкладыш. Далее в скважину залили цементную смесь в область между стенкой скважины и её корпусом, от поверхности до глубины 1800 м.

Литология и минерализация в скважине IDDP-1 изучались в буровом шламе, собранном с интервалом в 2 м.

Стратиграфия показала, что лава состоит из расплавленного базальта и последовательности гиалокластитов, простирающихся до 1362 м. Интрузии включают базальтовые дайки, долериты и ниже

2020 м, гранофиры и фельзит-интрузии.

Минеральные породы отсутствуют вблизи зоны подачи на глубине 2035-2080 м. Оценочная температура в придонной зоне скважины близка к 500°C. Помимо пересекающейся магмы, стратиграфия IDDP-1 довольно похожа на стратиграфию соседних скважин.

Предполагаемые температуры 800-950°C из сосуществующих клинопироксеновых и ортопироксеновых минеральных пар в мафических гранобластных породах, извлеченных непосредственно над риолитовой интрузией, представляют собой проводящий пограничный слой для переноса тепла между телом магмы и вышележащей гидротермальной системой. Тепловой поток через этот пограничный слой рассчитывался как минимум 23 Вт/м².

После подготовки скважины к предварительной эксплуатации были проведены тесты на инъективность, чтобы решить, что делать со скважиной.

Первоначально индекс приемистости был близок к 15 (л/с)/бар, но позже уменьшился до 2,5 (л/с)/бар.

Впоследствии, во время двухлетнего теста на поток, скважина IDDP-1 стала самой горячей в мире геотермальной скважиной, с температурой устья порядка 450°C, способной выдавать сухой перегретый пар при давлении (40-140 бар). Производственные испытания указывают, что скважина IDDP-1 способна производить до 36 МВт электрической энергии и порядка 42 МВт тепловой энергии в зависимости от конструкции турбинной системы.

Серия первичных испытаний проводилась во время и после течений потока, дающих прорывные результаты при работе с магмой в геотермальной системе.

IDDP-2

Скважина расположена на южной оконечности полуострова Рейкьянес являющейся сухопутным расширением Среднеатлантического хребта на территории Исландии.

Рейкьянес уникален среди исландских геотермальных систем в том, что она питается морской водой, которая имеет критическую точку 406°C при 29,8 МПа. Геологическая характеристика флюидов в Рейкьяне имеют геохимический аналог флюидов гидротермальной системы черных курильщиков средней океанической гряды.

Бурение началось с углубления существующей вертикальной

эксплуатационной скважины (RN-15) глубиной 2,5 км до глубины 3 км. И 8 сентября после 29 рабочих дней было завершено бурение до глубины 3000 м.

RN-15/IDDP-2 была пробурена вертикально от 2500 м до 2750 м, а ниже бурение производилось под наклоном 40° по направлению к юго-западу, чтобы пересечь основную зону восходящего потока системы Рейкьянес. Дно скважины находится на вертикальной глубине около 4500 м и находится на 738 м к юго-западу от устья скважины.

Бурение в формациях ниже 3000 м в производственной части скважины началось 17 сентября (38-й рабочий день) и было завершено 26 января 2017 года (168-й рабочий день) на глубине 4659 м.

Во время бурения возникали различные проблемы: задержки из-за погодных условий, проблемы с устойчивостью скважины, которые требовали частого развертывания, так же несколько раз застревал бурильный узел. Эти случаи были успешно решены по мере их возникновения. Тем не менее, основной нерешенной проблемой была почти полная потеря циркуляции чуть ниже ботинка для обсадной колонны 9 5/8 (2931 м), которую не удалось исправить, 12-ю последовательными попытками запечатать зону потерь цементом. Поскольку цементование не было успешным, бурение должно было продолжаться без возврата бурового шлама на поверхность от глубины 3200 м, за исключением бурового шлама, который периодически отбирался между глубиной 3000 и 3200 м

Следовательно, сердечники сверла являются единственными образцами глубоких горных пород извлеченных из скважины.

Анализ бурового шлама показывает, что самая верхняя часть RN-15 до примерно 1400 м является преимущественно вулканической породой с залеженными зонами базальтовых потоков, базальтовой брекчией, подушечными лавами и гиалокластитом. Базальтовые интрузии увеличиваются в частоте скважины ниже 1400 м, а смешанные интрузивные и экструзионные породы продолжают встречаться, по меньшей мере, до 3200 м. Измененные закругленные булыжники и фрагменты вулканической породы, полученные ниже глубины обсадной колонны 2940 м, были извлечены в виде щебня поверх нескольких сердечников. Вероятно, многие из них были получены из расширенного эродированного участка буровой скважины около глубины 3360 м, совпадающей с большой зоной

потерь циркуляции в скважине.

Испытания на поток для этой скважины еще предстоят, но по результатам компьютерного моделирования параметров скважины, мощность установки подключенной к такой скважине будет в 3 раза больше чем скважины IDDP-1.

Заключение

Цель Исландского Проекта глубокого бурения увеличить доступность и совершенство промышленного освоения форм альтернативной энергии - проблемы большой важности для общества. Если успех будет достигнут в геотермальной промышленности мира, то окажется, что высокотемпературные геотермальные ресурсы существуют в любых обстоятельствах. Для сообщества геотермальных исследователей IDDP имеет потенциальную возможность усовершенствовать экономические показатели и доступность альтернативной энергии в местах нахождения высокотемпературных геотермальных ресурсов, как, например, в Италии, Греции, Турции, Японии, Индонезии, на Филиппинах, Камчатке, Новой Зеландии и западе США и в Центральной Америке.

Литература

1. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://iddp.is/wp-content/uploads/2015/04/1-paper-1-37001-GOF-et-al.pdf>
2. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.sci-dril.net/23/1/2017/sd-23-1-2017.pdf>

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Капойко А. А.

Научный руководитель – Уласик Т. М.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. Данная статья освещает основные методики определения гранулометрического состава грунта, в частности определения содержания глинистых частиц в грунте в полевых и лабораторных условиях.

Введение

Глины являются одним из наиболее распространенных типов горных пород, слагающих до 11% всего объема земной коры. С ними часто приходится иметь дело при возведении фундаментов зданий и строительстве различных инженерных сооружений. От физических и химических характеристик, от гранулометрического состава грунта зависят выбор конструктивного решения фундамента, глубина его заложения и многие другие нюансы. Особенно важно определить содержание пылевато-глинистых частиц, поскольку они существенно влияют на водопроницаемость и прочность будущего основания.

Существует множество различных способов определения химического и гранулометрического состава грунтов как в лабораторных условиях, так и в полевых. Выбор метода определения гранулометрического состава существенно зависит от вида пробы, целей определения, необходимой точности результатов. Эти методы можно разделить на: ситовые, седиментационные, полуэмпирические, оптические (счетной микроскопии), лазерной дифрактометрии.

Данная статья посвящена краткому обзору существующих методик определения гранулометрического состава глинистых грунтов.

Лабораторные и полевые методы исследований

Существующие в настоящее время методы определения гранулометрического состава грунтов подразделяются на прямые и косвенные. К прямым относятся методы, основанные на непосредственном (микрометрическом) измерении частиц в поле зрения оптических и электронных микроскопов или с помощью других электронных и электронно-

механических анализирующих устройств – анализаторов. К косвенным относятся седиментационные методы. В особую группу выделяют методы определения размеров частиц с помощью ситовых наборов. Они занимают промежуточное положение между прямыми и косвенными методами и широко используются в практике самостоятельно или в комбинации с другими методами.

Лабораторные способы

В основной своей массе лабораторные исследования состава грунта производятся на основе *седиментационных методов* – основанные на разделении частиц в воде. К таким классическим методам относятся: ареометрический пипеточный, отмучивания и др., в основе которых лежит закон Стокса о разности скорости осаждения частиц в жидкости в зависимости от их размеров.

$$V = \frac{2}{9} gr^2 \frac{(\rho_1 - \rho_0)}{\eta},$$

где g – ускорение силы тяжести;

r – радиус частицы;

ρ_1 – плотность частицы;

ρ_0 – плотность жидкости.

В последнее время за рубежом все большую популярность начинает набирать *метод лазерной дифракции*, характеризующий распределение частиц по размерам на основе анализа рассеянного лазерного излучения. В основе метода лазерной дифрактометрии лежит принцип отклонения лазерного луча на разные углы при отражении от частиц разного размера. Затем на основе обработки и анализа интерференционной картины делаются выводы о гранулометрическом составе.

Конструкция анализатора состоит из лазерного модуля, направляющего излучение через измерительную ячейку на детектирующий модуль. При помощи диспергирующего устройства анализируемые частицы подаются в измерительную ячейку, сквозь которую проходит лазерный луч. Свет, рассеянный пропорционально размеру частиц, фокусируется специальной линзой и направляется на детектор. По распределению рассеянного света на пластинке детектора в соответствии с теорией Й. Фраунгофера рассчитывается распределение частиц по их размерам.

Метод лазерной дифрактометрии для определения размеров частиц на данный момент является наиболее перспективным для установления гранулометрического состава грунтов.

Полевые методы

Очень часто возникает необходимость оценки грунта в полевых условиях. Есть классические методы испытаний, такие как:

- метод скатывания между пальцами;
- сухой (метод «зеркала»);
- метод мокрого растирания;
- метод скатывания шнура;
- скатывание шарика
- проба ножом по стенке разреза.

Определение может быть кратким (с учетом содержания физического песка и физической глины) и подробным (с учетом дополнительной характеристики по преобладающей фракции). Упрощенные полевые методы при наличии навыка и тщательном выполнении дают результаты, близкие к полученным в лаборатории с помощью приборов.

Существуют также приборы для экспресс определения содержания глинистых частиц. Принцип работы таких устройств заключается в оценке светопропускаемости водной суспензии. В ходе испытаний аппарат выдает величину световой проницаемости, которая прямо пропорциональна содержанию пылевидных и глинистых частиц. Такие приборы в основном используются для анализа мелких заполнителей при строительстве дорожного покрытия. Преимущество данного метода перед лабораторным – это небольшое время испытания, малая трудоемкость.

К полуэмпирическим методам относится полевой метод Рутковского и подобные ему, которые дают приближенное представление о гранулометрическом составе грунта. В основу метода Рутковского положены различная скорость осаждения частиц в воде в зависимости от их размера и способность глинистых частиц набухать в воде. С помощью этого способа выделяют три основные фракции:

- глинистую;
- песчаную;
- пылеватую.

Данный способ имеет низкую точность ввиду того, что, набухание обуславливается не только количеством глинистых частиц, но и прежде всего их минералогическим составом.

Заключение

Различия в результатах определения гранулометрического состава грунта с использованием разных способов естественны. Каждый метод имеет свой недостаток и свое преимущество перед другими. Полевые упрощенные методы исследований не так точны, как аппаратные или лабораторные. Но их преимущество в наглядности и быстроте. Испытания, проводимые в производственных лабораториях, по возможности, не должны быть длительными и трудоемкими. Иначе их целесообразность остается под вопросом.

Литература

1. Буданова, Т. Е. «Современные методы изучения гранулометрического состава грунтов», Журнал «Инженерные изыскания».
2. Кулижский, С. П., Корнатов, Н. Г., Артымук, С. Ю., Соколов, Д. А., Новокрещенных, Т. А. «Сравнение методов седиментометрии и лазерной дифрактометрии при определении гранулометрического состава почв естественных и техногенных ландшафтов», Вестник Томского государственного университета. Биология. 2010. С. 21-31.
3. Никитенко, М. И., Банников, Н. Д., Банников, С. Н., Повколас, К. Э., «Механика грунтов, основания и фундаменты», лабораторный практикум, Минск 2004.
4. Курчатова, А. Н., Рогов, В. В., «Новые методы и подходы к изучению гранулометрического и морфологического состава криогенных грунтов», журнал «Инженерные изыскания» 5-6/2014.

СПЯЩИЕ ВУЛКАНЫ В СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЛОКАЦИИ ЗЕМЛИ

Лухтан Н. С., Головенко В. В.

Научный руководитель – Уласик Г. М.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. Каким образом и почему происходят извержения и образования вулканов. Типы извержений вулканов. Виды вулканов от активного к потухшим. Отличие между бездействующими (спящими) и потухшими вулканами.

Введение

Слово «вулкан» происходит от острова Вулкано, находящегося в Тирренском море, близ Италии, который греки считали входом в ад.

Учёные делают много остроумных предположений и догадок о происхождении Земли, строении гор и возникновении вулканов. Появляется наука о строении Земли — геология. А в конце прошлого века изучение вулканических областей, самих вулканов и постоянное наблюдение за их деятельностью выделяются в отдельную науку — вулканологию.

1. Вулканология

По современным представлениям, вулканизм является внешней так называемой эффузивной формой магматизма — процесса, связанного с движением магмы из недр Земли к ее поверхности. При этих излияниях магмы на поверхность и образуются вулканы.

Вулканы бывают трех типов:

1) площадные вулканы. В настоящее время такие вулканы не встречаются, или можно сказать не существуют.

2) трещинные вулканы. Они проявляются в излиянии лавы на земную поверхность по крупным трещинам или расколам.

3) центральный тип. Это самый распространенный тип эффузивного магматизма. Он сопровождается образованием конусообразных вулканических гор; высота их контролируется гидростатиче-

скими силами.

При извержении вулкана выделяются продукты вулканической деятельности, которые могут быть жидкими, газообразными и твердыми.

В зависимости от количеств, соотношения извергаемых вулканических продуктов (газовые, жидкие или твердые) и вязкости лав выделены четыре главных типа извержений: гавайский (эффузивный), тромболианский (смешанный), купольный (экструзивный), вулканский.

В настоящее время на земном шаре выявлено свыше 4 тыс. вулканов. К действующим относят вулканы извергающиеся и проявляющие сольфатарную активность (выделение горячих газов и воды) за последние 3500 лет исторического периода. На 1980 год их насчитывали 947.

К потенциально действующим относятся вулканы, извергающиеся 3500-13500 лет назад. Их примерно 1343 шт.

Вулканы, расположенные на суше, хорошо изучены. Однако большая часть активных вулканических проявлений, по-видимому, происходит в морях и океанах, покрывающих более двух третей поверхности планеты. Изучение этих вулканов и продуктов их извержений затруднены, хотя при мощном извержении этих продуктов может оказаться так много, что сформированный ими вулканический конус показывается из воды, образуя новый остров.

Геологические исследования островов показывают, что многие из них имеют вулканическое происхождение. При частой повторяемости извержений, их большой продолжительности и обилии выделяемых продуктов могут создаваться весьма внушительные сооружения. Так, цепочка Гавайских островов вулканического происхождения представляет собой систему конусов высотой 9,0-9,5 км (относительно дна Тихого океана), т.е. превышающей высоту Эвереста!

2. Спящие вулканы

Для простого человека, разница между спящим и потухшим вулканом невелика. Проще всего разобраться с активным вулканом, ведь таковым считается любой гигант, который на данный момент изливает лаву, выбрасывает пепел и дым. Некоторые вулканы могут не проявлять внешних признаков извержения, но все равно счита-

ются активными, поскольку регулярно дрожат, производят землетрясения, выбрасывают бесцветные газы. Активными можно назвать *Килауэ* на Гавайях или *Синабунг* в Индонезии.

Активными считаются любые вулканы, который извергались на протяжении исторического периода времени. Хотя многие из них, скорее, «потенциально активны» (что более близко к понятию «спящий»), поскольку не проявляют никаких признаков деятельности. Например, *Баурдарбунга* до его извержения в 2014 году.

Когда речь заходит о спящих (бездействующих) вулканах, их определение становится более сложным. Бездействующий вулкан – это тот, который не показывает никаких признаков волнения, но может снова стать активным. Ярким примером такого гиганта выступает супервулкан *Йеллоустоун*.

Определить грань между бездействующими и потухшими вулканами достаточно трудно. Особую опасность представляют так называемые супервулканы, сила извержения которых равна взрыву нескольких ядерных бомб одновременно. Возможность их извержения в 12 раз больше, чем падение метеорита.

Спящие вулканы:

Убехебе, расположенный в межгорной впадине, которую зовут Долиной смерти, в районе калифорнийской пустыни Мохаве, кратер достигает 1 км в ширину и 237 м в глубину.

Катла. Этот гигант, скрытый в толще одного из самых крупных ледников Исландии, грозит Европе серьезными катаклизмами. Диаметр его кратера составляет 10 км.

Йеллоустоунская кальдера. Одним из самых опасных вулканов Земли считается супервулкан, лежащий на территории Йеллоустоунского национального парка в американском штате Вайоминг. По сути, весь парк располагается в кальдере, т.е. во впадине вулкана.

Тоба. Вулкан с острова Суматра известен самым сильным извержением в истории человечества.

Лонг-Вели. Кратер вулкана, который располагается в штате Калифорния, рядом с горой Маммот, достигает 2600 метров. Последний раз он извергался 700 тыс. лет назад. Тогда раскаленная магма выжгла все на тысячи квадратных километров вокруг. Вулканический пепел покрыл практически всю западную часть США.

Тейде. Третий крупнейший вулкан мира расположен на Тенерифе - одном из Канарских островов.

Везувий. Неаполитанский вулкан уже однажды показал свои разрушительные способности. В I в. до н.э. мощнейшее извержение уничтожило римские города Помпеи и Геркуланум.

Эльбрус. Ожидается, что этот гигант может проснуться. При извержении Эльбруса растопленный снег приведет к сходу вулканогенного селя с восточного склона. Это вызовет настоящую катастрофу, так как поблизости расположен город Тырныауз.

Тело магмы в любом вулкане имеет большие размеры, а ее температура достигает 700 °С. Чтобы вся эта масса остыла, требуется достаточно много времени – иногда от 1 до 1,5 миллионов лет. Как правило, потухшим можно считать вулкан, который последний раз извергался не менее 1 миллиона лет назад. К примеру, вершины *Саттер-Бют* и *Клиар-Лейк* в Калифорнии молчат уже 1,4 млн. лет. С большой вероятностью они больше не будут извергаться, но это вовсе не означает, что со временем на их месте не возникнут новые вулканы.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что, если вулкан шумит, значит он активный. Если он извергался в не столь отдаленном прошлом, но сейчас молчит, значит спит, а если его последняя вулканическая деятельность происходила более миллиона лет назад, тогда он потух. Конечно, отличия приблизительные, но примерно таким образом вулканологи смотрят на жизнь вулканов.

Литература

1. Заварицкая, Е. П. Вулканы / Е. П. Заварицкая. – Москва-Ленинград, 1949. – 39 с.
2. Википедия — свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Вулкан/>. – Дата доступа: 22.04.2018.
3. Рефераты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.reffine.com/referatshow-2491-7.html/>. – Дата доступа: 15.10.2011.
4. Всё о вулканах нашей планеты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vulkania.ru/o-vulkanah/v-chem-raznitsa-mezhdu-aktivnyim-spyashhim-i-potuhshim-vulkanom.html/>. – Дата доступа: 22.08.2015.

МИНЕРАЛ ТОПАЗ. ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, РАЗНОВИДНОСТИ

Мороз Е. С., Копаченя С. С.

Научный руководитель – Уласик Т. М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. Данная статья посвящается исследованию «минерала топаза. Его происхождению, использованию, разновидностям». Исследование основано на теоретических взглядах учёных. Ключевым моментом в данном исследовании является происхождение, использование, разновидность минерала топаза.

История и этимология

По одной версии, камень назван в честь греческого острова, возле которого его обнаружили моряки, потерпевшие крушение. Другая теория — название произошло от санскритского слова, означающего огонь и тепло, из этой информации можно понять, что топазы в той местности, где их обнаружили, имели золотисто-оранжевую окраску. В конечном счете он получил название по месту первой его находки на острове Топазиос (Топазион) в Красном море, в настоящее время — остров Зебергед, по другой версии — от санскритского слова «тапас» — тепло. Синоним — «тяжеловес» (старое название уральских рудокопов, по большому удельному весу).

Свойства

Натуральный топаз – это силикат алюминия и описывается химической формулой $Al_2[SiO_4](F, OH)_2$. Он представляет собой прозрачный кристалл высокой плотности с характерным стеклян-ным блеском. Его твердость по шкале Мооса соответствует 8 единицам, и он является одним из эталонов для формирования этой шкалы. Плотность 3,5 - 3,6. Спайность совершенная в одном направлении по (001). Излом раковистый. Блеск сильный, стеклян-ный, на плоскостях спайности — перламутровый. Очень устойчив,

в кислотах не растворяется. Разлагается фосфорной солью. Топаз кристаллизуется в ромбической сингонии, ромбо-дипирамидальный вид симметрии.

Формы нахождения

Обычен в кристаллах, имеющих призматический или короткостолбчатый облик. Кристаллы иногда крупные, известны находки кристаллов массой в 60—80 кг. Грани призмы обычно немногочисленны, а головки кристаллов бывают весьма разнообразны своими гранями. Кристаллы топаза могут быть очень крупными – встречаются весом в десятки и даже сотни килограмм.

Происхождение

Типичный минерал грейзенов и гранитных пегматитов, где в мигролитовых пустотах образует крупные одиночные кристаллы. В некоторых обогащенных фтором гранитах образуется непосредственно из магматического расплава. Прочен и устойчив, благодаря чему встречается также в составе гальки россыпей. Сопутствующие минералы - дымчатый кварц или морион, флюорит, касситерит, слюды, полевые шпаты, турмалин, лепидолит, ильменит. Характерно, что схожие по генезису топаз и берилл обычно встречаются в разных пегматитовых телах, при этом берилл значительно реже, примерно 1:10. Это объясняют кристаллизацией берилла при падении кислотности раствора и повышении содержания калия, а топаза при росте кислотности и высоком потенциале фтора.

Месторождения

В горах Шри-Ланки еще в древности были обнаружены месторождения драгоценных камней топазов. Но наибольшее число находок топаза в Ильменском минералогическом заповеднике в России (Урал) приходится на гранитные пегматитовые жилы. В Ильменах обнаружено большое количество пегматитовых жил, в которых встречаются топазы. Топазы встречаются на Урале в четырех различных формациях, причём для каждой характерна определенная окраска самоцвета и формы кристаллов. Голубые и желтые топазы характерны для жильных гранитных пегматитов топазо-бериллового типа с друзовыми полостями в Мурзинско-Адуйском самоцветном поясе, ярко-голубые — для сложнопостроенных гра-

нит-пегматитовых тел, и, наконец, малиновые и розовые топазы были встречены только в кварцевых жилках около восточного тектонического шва Кочкарского мегантиклинория на Южном Урале.

В 1965 году в Украине был найден кристалл винно-желтого цвета с размерами 82x37x35 см, имевший вес 117 кг. Но рекорд принадлежит бразильской находке весом 5,8 тонн. Для топаза не являются особой редкостью крупные кристаллы, достигающие 20 кг и более.

Применение

В ювелирном деле топаз используется очень широко. Все благодаря тому, что этот камень встречается в самых разных цветах. Топаз применяется для изготовления и женских, и мужских украшений. Камень синего цвета. Обрамляют его различными драгоценными металлами. Наиболее выигрышно он сочетается с белым и желтым золотом.

Кроме ювелирного дела, топазы применяются в разных отраслях промышленности. Однако стоимость камня довольно высока, что ограничивает его использование в этой сфере. Чаще всего топаз используется в качестве шлифовочного материала для поверхностей, которые трудно поддаются обработке. Это стало возможно благодаря высокому показателю твердости самоцвета, по которой он уступает только алмазу и сапфиру.

Виды и цвета

Изначально природный топаз является прозрачным и бесцветным, однако на приисках находят камни, поражающие своим разнообразием оттенков. Всевозможные цвета получаются за счет различных примесей в составе минерала. Желтые, зеленые, синие, голубые, розовые, красные топазы можно обнаружить, но и это еще не предел — существуют полихромные минералы, которые имеют сразу несколько цветов. Объясняется такая редкая окраска не только химическим составом, но и особенностями кристаллической решетки камня, которая вызывает определенное преломление света, в результате чего получается необычный эффект. Под воздействием солнечных лучей топазы теряют свой цвет, это и объясняет тот факт, что большинство камней, обнаруженных при раскопках, были бесцветными. А вот тепловое направленное воздействие, особая

обработка, позволяет придать минералу насыщенный синий оттенок, именно так и получают камни подобного цвета.

Заключение

Подводя итоги можно сделать вывод о том, что минерал топаз – это полудрагоценный камень, минерал из группы островных силикатов алюминия. Кристаллизуется в ромбической сингонии, ромбобипирамидальный вид симметрии. Он имеет разный цвет, разную форму и разные предназначения. Образуются минерал в результате природных физико-химических процессов. Существует три процесса образования минералов: магматогенные, экзогенные и метаморфические процессы.

Минералы сыграли важнейшую роль в развитии человека и создании цивилизации, они находят широкое применение в повседневной жизни человека, и даже употребляются в пищу. Их используют в медицине.

Благодаря проведенному исследованию мы узнали много интересного о минерале. И теперь мы знаем точно о месторождении этого минерала.

Литература

1. Вернадский, В. И. Топаз // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890 — 1907.
2. Топоров, В. Н. Тапас // Мифологический словарь/ Гл. ред. Е. М. Мелетинский. — М.: Советская энциклопедия, 1990. — 672 с.

БЕЛОРУССКИЕ БОЛОТА, КАК УНИКАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ

Яковец Т. С., Полубятко В. С., Ромашко Д. В.

Научный руководитель – Уласик Т. М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В данном докладе мы хотели бы вам рассказать, как влияют болота на окружающую среду, классификацию и историю формирования болот, о мелиорации болот и её последствиях.

Введение

Беларусь — уникальная страна с уникальной природой. Она по праву считается легкими Европы. А такое звание страна получила потому, что является единственным в Европе местом, в котором остались естественно возобновляемые болотные массивы.

Болота Беларуси представляют собой чрезмерно влажную земную поверхность с влаголюбивой растительностью, которая, отмирая, переходит в торф.

Перед началом мелиорации и добычи торфа, общая площадь белорусских болот составляла 2 464 000 га, или 13,9% от всей территории Беларуси. Несмотря на беспощадное воздействие, часть крупных болотных массивов была сохранена в их первоначальном состоянии.

В настоящее время страна включает в себя ряд больших по площади болот, которые являются особенностью белорусской природы. Большинство из них находятся под охраной заповедников.

Распределение болот по стране неравномерно - большинство из них находятся в северных регионах страны, где после отхода ледника были созданы хорошие условия для их образования, и в южной части страны, на Полесье.

Животный мир болот Беларуси многообразен. На болотах нашли свой дом сотни редких видов птиц, млекопитающих и пресноводных животных.

В зависимости от минерального питания болота подразделяются на верховые, переходные и низинные.

Основной характерной чертой верховых болот является уникальный тип питания - исключительно из атмосферы. Наиболее распространены в северной части Белоруссии; занимают 15,8 % пл. всех болот. Мощность торфяного пласта 2-4, реже 9-10 м, степень разложения торфа 5-50 %.

Тип питания низинных болот - подземные и грунтовые воды. В Белоруссии занимают 81,2 % пл. всех болот. Мощность торфяного пласта в среднем 1-2, иногда до 6 м, степень разложения торфа 20-40,% и выше. Многие низинные болота частично или целиком осушены и используются под с.-х. угодья. Отличительной особенностью низинных болот является толстый «ковер» из торфяных мхов.

Переходные болота, смешанного питания с мезотрофной растительностью. Занимают промежуточное положение между низинными и верховыми болотами. Составляют 3 % площади всех болот. Вода поддерживается на поверхности круглый год. В любое время года, даже в суровую зиму, эти болота являются практически непроходимыми.

Микроклимат болот и типичная растительность образуют уникальную фауну.

Самые древние болота Беларуси - полесские. Их возраст - около 11 тысяч лет. В Витебской области болота моложе - им "всего" 5-6 тысяч лет. Зато на Витебщине топи глубже - до 9 метров, а на полесских болотах толщина слоя торфа чаще всего не превышает полутора метров

Осушение болот на территории Беларуси началось в XVIII веке с осушения болотных лугов. Тогда же были построены каналы для сплава леса через болота. С 1964 года было принято решение о широкомасштабной мелиорации. Строились мелиоративные системы, на месте осушенных болот возникали совхозы, детские сады, школы, больницы, прокладывались дороги.

Огромный вред, нанесла Полесью не мелиорация, а неправильное использование мелиорированных почв.

Болота - легкие Земли. Они поглощают углекислый газ и вырабатывают кислород, формируют климат и поддерживают биологическое равновесие. Ученые подсчитали, что один гектар естествен-

ных болотных угодий способен поглотить около тонны парниковых газов. У нас - 9212 болот. До осушения их общая площадь достигала 2939 тысяч гектаров. "Выжило" больше половины белорусских болот. 1,7 миллиона гектаров осталось в естественном состоянии.

Сегодня белорусские экологи говорят о необходимости восстановления осушенных болот: более 200 тысяч гектаров выработанных торфяников и примерно столько же других нарушенных болот люди должны вернуть природе.

Восемь болот Беларуси, находящихся под охраной государства, на грани уничтожения: болото Святое - исчезнут два озера ледникового периода; болото Докудовское - всё болото вместе с заказником может быть уничтожено; Выгонощанское - статус «Территория, важная для птиц» международного значения; Морочно - клюквой с этого болота живут несколько тысяч семей; Седун - теряем территорию, перспективную для экотуризма; Унухальское – девять видов растений, занесённых в Красную книгу; Журавлёвское – река Березина теряет часть своих вод; Птичь – краснокнижные растения и птицы.

Каждый год один гектар болот поглощает из атмосферы 550-1800 кг углекислого газа и выделяет 260–700 кг кислорода. Это в 7-15 раз больше, чем способен переработать один гектар леса или луга.

Пинские болота находятся в основном в Полесской низменности и занимают большую часть южной Белоруссии и северо-запад Украины.

Глубина торфяного или растительного слоя доходит местами до 6 метров. Под ним залегает обыкновенно кварцевый песок, в нижних слоях которого попадают валуны северных гранитов. Пески, в свою очередь, покоятся на глине.

Самый крупный и непрерывный участок пинских болот лежит между реками Ясельдой, Припятью и Стырью, называется Заречьем. Этот участок пересекается бесчисленным множеством рек, рукавов и протоков, то соединяющихся, то снова разделяющихся.

Предпринимались попытки осушать Пинские болота в 1874 году. К 1889 году общее протяжение каналов достигало 2827 вёрст.

Заключение

В заключение хочется сказать, что болота играют большую роль

в жизни человека и животных. Растительный и животный мир на болотах очень разнообразен. Здесь так же произрастают полезные растения, на болотах добывают торф, который используют как источник горючего топлива.

Литература

1. Галкина, Е. А. «Болотные ландшафты и принципы их классификации», Сб. научн. работ Бот. инст. им. В. Л. Комарова АН СССР, выполненных в Ленинграде за три года Великой Отечественной войны (1941-1943 гг.). М.-Л.
2. Созинов, О. В., Груммо, Д. Г., Зеленкевич, Н. А., Броска, Т. В. Редкие виды флоры болот Беларуси: инвентаризация и новые находки // Ботаника: Сб. науч. тр. / Под общ. ред. Н. А. Ламана, В. И. Парфенова.– Минск: Навука і тэхніка, 2008.
3. <http://lignum-eco.by/index.php/item/128-bolota-belarusi>
4. Красная книга Республики Беларусь / гл. редколлегия: Л. И. Хоружик (предс.), Л. М. Сушня, В. И. Парфенов и др. – Мн., 2005.
5. Типы болот СССР и принципы их классификации / ред. Абрамова Т. Г., Боч М. С., Галкина Е. А. – М: Наука, 1974г.

РАЗДЕЛ 2

СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ МЕХАНИКИ ГРУНТОВ И ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА
МЕХАНИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ
НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ
ОСНОВАНИЯ, УСИЛЕННОГО ВЕРТИКАЛЬНЫМИ
АРМИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

Булавко Д. М., Иванцова Е. И.

Научный руководитель – Банников С. Н.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Аннотация. В настоящее время часто возникают проблемы, связанные с усилением основания сооружения при строительстве на слабых грунтах или при реконструкции. Наиболее эффективно эти задачи решаются с помощью армирования грунтов различными видами свай, нагелями и т.д.

Введение

Наша цель – изучение влияния коэффициента механической анизотропии на напряженно-деформированное состояние основания, усиленного вертикальными армирующими элементами.

Вертикально расположенные армирующие элементы чаще всего применяют для устранения просадочных свойств основания, повышения прочности и устойчивости слабых водонасыщенных, насыпных, рыхлых и других видов грунтов. Армирование вертикальными элементами также целесообразно применять под полами, технологическим оборудованием и для повышения устойчивости насыпей. Расстояния между армирующими элементами принимаются, исходя из учета совместной работы с окружающим грунтом и необходимой прочности основания и зависят от физико-механических характеристик грунта и применяемого оборудования.

Теоретическая часть

Осадку основания $S_{ар}$ следует вычислять методом послойного суммирования по формуле:

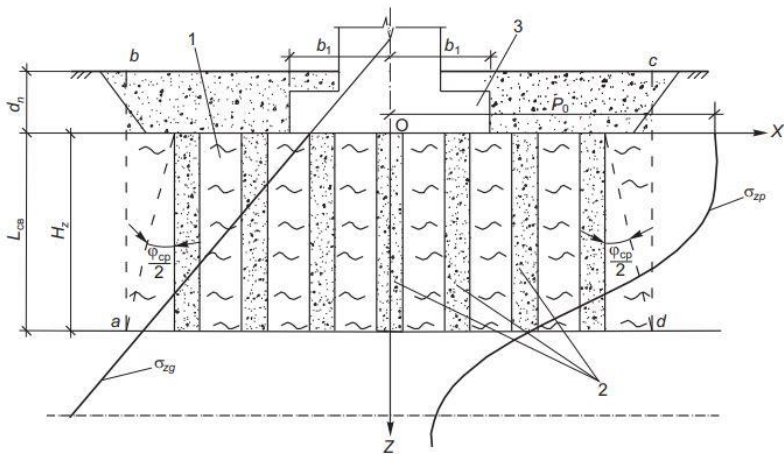
$$S_{ap} = \sum_{i=1}^N \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h}{E_3},$$

где N – число слоев, на которое разбивается сжимаемая толща армированного грунта;

$\sigma_{zp,i}$ – среднее значение дополнительных вертикальных напряжений в i -м армированном слое; $\sigma_{zp,i}$ равно полусумме указанных напряжений на верхней z_{i-1} и нижней z_i границах слоя по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента, кПа;

h_i – расчетная толщина i -го слоя грунта в пределах армированной зоны, м; принимают из условия $h_i=0,2b$;

E_3 – модуль деформации армированного грунта для вертикального направления, МПа.



1 – слабый грунт; 2 – армирующие элементы; 3 - фундамент

Рисунок 1. - Схемы к расчёту основания, армированного вертикальными армирующими элементами

Дополнительные вертикальные напряжения σ_{zp} под подошвой прямоугольного фундамента следует определять по следующей формуле или по таблицам В.2 – В.6 (приложение В, [1]), составленным на основании расчетов по формуле:

$$\sigma_{zp} = \frac{P_0}{2\pi(1-\sqrt{\beta})} \left\{ \left[\operatorname{arctg} \frac{(y-l_1) \cdot (x-b_1)}{z \cdot \sqrt{(y-l_1)^2 + (y-b_1)^2 + z^2}} - \right. \right. \\ \left. \left. - \operatorname{arctg} \frac{(y+l_1) \cdot (x-b_1)}{z \cdot \sqrt{(y+l_1)^2 + (y-b_1)^2 + z^2}} + \operatorname{arctg} \frac{(y+l_1) \cdot (x+b_1)}{z \cdot \sqrt{(y+l_1)^2 + (y+b_1)^2 + z^2}} - \right. \right. \\ \left. \left. - \operatorname{arctg} \frac{(y-l_1) \cdot (x+b_1)}{z \cdot \sqrt{(y-l_1)^2 + (y+b_1)^2 + z^2}} \right] - \sqrt{\beta} \cdot \left[\operatorname{arctg} \frac{(y-l_1) \cdot (x-b_1) \cdot \sqrt{\beta}}{z \cdot \sqrt{(y-l_1)^2 + (y-b_1)^2 + \left(\frac{z^2}{\beta}\right)}} - \right. \right. \\ \left. \left. - \operatorname{arctg} \frac{(y+l_1) \cdot (x-b_1)}{z \cdot \sqrt{(y+l_1)^2 + (y-b_1)^2 + \left(\frac{z^2}{\beta}\right)}} + \operatorname{arctg} \frac{(y+l_1) \cdot (x+b_1)}{z \cdot \sqrt{(y+l_1)^2 + (y+b_1)^2 + \left(\frac{z^2}{\beta}\right)}} - \right. \right. \\ \left. \left. - \operatorname{arctg} \frac{(y-l_1) \cdot (x+b_1)}{z \cdot \sqrt{(y-l_1)^2 + (y+b_1)^2 + \left(\frac{z^2}{\beta}\right)}} \right] \right\},$$

где P_0 – дополнительное вертикальное давление на основание, кПа; $P_0 = P - \sigma_{zg,0}$ ($\sigma_{zg,0}$ — вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента, кПа); для фундаментов шириной $b \geq 10$ м $P_0 = P$);

β – коэффициент, учитывающий степень анизотропии армированного грунта, определяемый по формуле:

$$\beta = \frac{E_3}{E},$$

здесь E – модуль деформации для горизонтального направления, МПа.

Практическая часть

В результате произведённых расчётов были получены эпюры распределения вертикальных сжимающих напряжений σ_y/P_0 под центром загружаемой площадки при различных коэффициентах анизотропии (рис. 2).

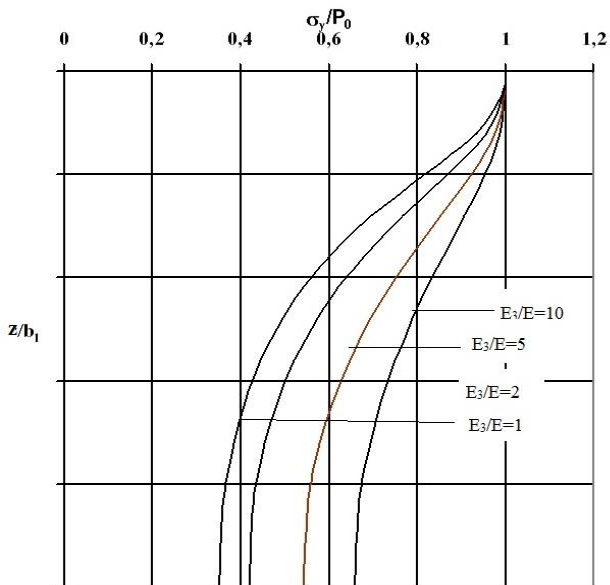


Рисунок 2. – Эпюры распределения вертикальных сжимающих напряжений σ_v/P_0 под центром загружаемой площадки при различных коэффициентах анизотропии

Заклучение

При усилении основания армирующими элементами происходит увеличение вертикальных сжимающих напряжений под подошвой фундамента, вызывая увеличение активной зоны сжатия, и уменьшение осадки за счет увеличения модуля деформации грунта в вертикальном направлении. Так, для армированного грунта (при $P_0=0,3$ МПа; $E/E_3=0,25$; $b_1=1$ м) осадка составила $S=0,038$ м, а для неармированного грунта (при $P_0=0,3$ МПа; $E/E_3=1$; $b_1=1$ м) – $S=0,12$ м.

Литература

1. Основания и сооружения из армированного грунта. Правила проектирования и устройства = Асновы і збудаванні з арміраванага грунту. Правілы праектавання і ўстройвання: ТКП 45-5.01-268-2012 (02250). – Введ. 01.05.13 (с отменой на территории РБ П10-01 к СНБ 5.01.01-99). – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2013. – 45 с.

АРМОДРЕНИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ СУХОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Верховцова М. С., Гавриленко А. А.

Научный руководитель – Тронда Т. В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В данной статье описаны результаты лабораторного определения изменения влажности и консистенции глинистого грунта при устройстве армодренирующих элементов, приведены расчеты по определению коэффициентов армирования и дренирования для определения армодренирующего эффекта на основе нормативных значений сопротивления пылевато-глинистых грунтов.

Введение

Прочностные характеристики грунтов зависят от их состава, влажности и плотности. Увеличение влажности глинистых грунтов снижает его несущую способность в несколько раз.

Одним из эффективных способов улучшения свойств слабых глинистых грунтов является применение армодренирующих элементов из сухой бетонной смеси, которые позволяют одновременно уплотнять и дренировать водонасыщенные глинистые грунты [1, 2].

Ранее студентами БНТУ Жерносеком В. Л., Новиком С. А. и Хурсом И. Д. под руководством Тронда Т. В. были проведены исследования по изменению влажности водонасыщенной супеси при устройстве элементов и набору прочности сухой бетонной смесью в глинистом грунте [3, 4].

Цель работы

Определить армодренирующий эффект элементов из сухой бетонной смеси для пылевато-глинистых грунтов различной консистенции на основе лабораторного определения изменения влажности и нормативного значения расчетного сопротивления.

Исходные данные и ход исследований

Исследования проводились в несколько этапов:

1) лабораторные исследования по изучению изменения влажности глинистого грунта при устройстве армодренирующих элементов с целью определения возможного изменения консистенции, т.е. показателя текучести ΔI_L с доверительной вероятностью $\alpha=0,95$, и определения коэффициента дренирования;

2) теоретический расчет изменения коэффициента пористости e на основе практического применения армодренирующих элементов в строительстве с целью определения коэффициента армирования;

3) теоретический расчет изменения расчетного сопротивления пылевато-глинистых грунтов при устройстве армодренирующих элементов на основе нормативных значений расчетного сопротивления и полученных значений изменения консистенции грунта ΔI_L и коэффициента пористости e с целью определения коэффициентов армирования, дренирования и общего коэффициента упрочнения.

1. Этап №1

Лабораторные исследования по изучению изменения влажности пылевато-глинистых грунтов при устройстве армодренирующих элементов проводились на базе кафедры «Геотехника и экология в строительстве» и Научно-исследовательской и испытательной лаборатории бетонов и строительных материалов БНТУ.

В качестве исследуемого грунта для исследований была выбрана супесь со следующими первоначальными характеристиками:

- влажность на границе раскатывания $W_p=9,1\%$;
- влажность на границе текучести $W_L=15,7\%$;
- число пластичности $I_p=6,6$;
- влажность W , % (табл. 1).
- показатель текучести I_L (табл. 1).

В качестве армодренирующих элементов в грунте были изготовлены шесть цилиндров диаметром $\varnothing 80$ мм и высотой $h=100$ мм (рис. 1) из сухой бетонной смеси на портландцементе марки ПЦ 500 в следующих пропорциях по массе: Ц : П : Щ – 1 : 4,5 : 6,6. Соотношение компонентов сухой бетонной смеси бралось из расчёта получения бетона класса С8/10 в стандартных условиях.



Рисунок 1. – Опытные фрагменты грунта с армодренирующими элементами внутри

Сначала в подготовленные пластиковые ёмкости был уложен грунт различной консистенции с послойным уплотнением. В центре ёмкостей были устроены армодренирующие элементы путем заполнения подготовленной сухой бетонной смесью скважины, выполненной на высоту 100 мм с помощью вдавливания цилиндра диаметром $\varnothing 80$ мм. Для предотвращения испарения влаги и высыхания грунта ёмкости герметично закрывались пленкой.

По истечению 28 суток армодренирующие элементы были извлечены из грунта. После извлечения образцов были повторно взяты пробы грунта для определения изменения влажности ΔW , % и показателя текучести ΔI_L (табл. 1).

Таблица 1. – Изменение влажности W , % и показателя текучести ΔI_L

Показатель текучести	Образец					
	1	2	3	4	5	6
W , % (до опыта)	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30
W , % (после опыта)	10,16	10,16	10,16	10,16	10,16	10,16
ΔW , %	1,14	2,16	1,33	2,58	2,39	1,99
I_L (до опыта)	0,33	0,40	0,53	0,59	0,65	0,82
I_L (после опыта)	0,16	0,07	0,33	0,20	0,29	0,51
ΔI_L	0,17	0,33	0,20	0,39	0,36	0,31

С помощью методов статистической обработки результатов согласно [5] было получено, что $\Delta I_L=0,21$ с доверительной вероятностью $\alpha=0,95$, что также подтверждается ранее проведенными исследованиями [3].

2. Этап №2

Затем на основе практического применения армодренирующих элементов [2] был произведен теоретический расчет изменения коэффициента пористости e .

Был рассмотрен 1 м^3 пылевато-глинистого грунта, в котором на всю длину устраивались путем выштамповывания армодренирующие элементы диаметром 325 мм. Для супеси с начальным коэффициентом пористости $e=0,75$ объем пор в данном объеме равен $V_n=0,43 \text{ м}^3$, тогда после помещения элементов в грунт коэффициент пористости составит:

$$V_{\text{образца}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l = \frac{\pi \cdot 0,325^2}{4} \cdot 1 = 0,083 \text{ м}^3$$

$$V_n' = V_n - V_{\text{образца}} = 0,43 - 0,083 = 0,347 \text{ м}^3$$

$$e = \frac{V_n'}{V_{\text{тв.гр.}}} = \frac{0,347}{1 - 0,347} = 0,53$$

3. Этап №3

По результатам, полученным в ходе этапов №1 и №2, было определено изменение расчетного сопротивления пылевато-глинистых грунтов (по табл. 2 из [6]) в связи с устройством армодренирующих элементов и на его основе определены коэффициенты упрочнения грунта (табл. 3):

- $K_{\text{упр}}^{\text{арм}}$ – коэффициент армирования грунта, учитывающий только изменение коэффициента пористости грунта с $e=0,75$ до $e=0,53$;

- $K_{\text{упр}}^{\text{дрен}}$ – коэффициент дренирования грунта, учитывающий только изменение показателя текучести грунта $\Delta I_L=0,21$;

- $K_{\text{упр}}$ – общий коэффициент упрочнения грунта, учитывающий и изменение коэффициента пористости и изменение показателя текучести грунта.

По полученным результатам был построен график зависимости коэффициента упрочнения грунта от показателя текучести грунта $K_{\text{упр}}=f(I_L)$ (рис. 2).

Таблица 2. – Значения расчетных сопротивлений грунтовых оснований буронабивных свай при расчетной глубине расположения нижнего конца (пяты) сваи 1,5 м [6]

Коэффициент пористости (e)	Сопротивление (R), МПа, для пылеватого-глинистых грунтов (кроме моренных) с показателем текучести (I_L)				
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,75
$\leq 0,55$	0,70	0,60	0,50	0,45	0,30
0,65	0,60	0,50	0,40	0,35	0,25
0,75	0,45	0,40	0,30	0,25	0,20

Таблица 3. – Коэффициенты упрочнения грунта при начальном показателе текучести I_L и коэффициенте пористости $e=0,75$

I_L	0,3	0,4	0,5	0,6	0,75
$K_{упр}^{арм}$	1,75	1,71	1,67	1,80	1,5
$K_{упр}^{дрен}$	1,46	1,44	1,43	1,36	1,60
$K_{упр}$	2,55	2,47	2,38	2,44	2,40

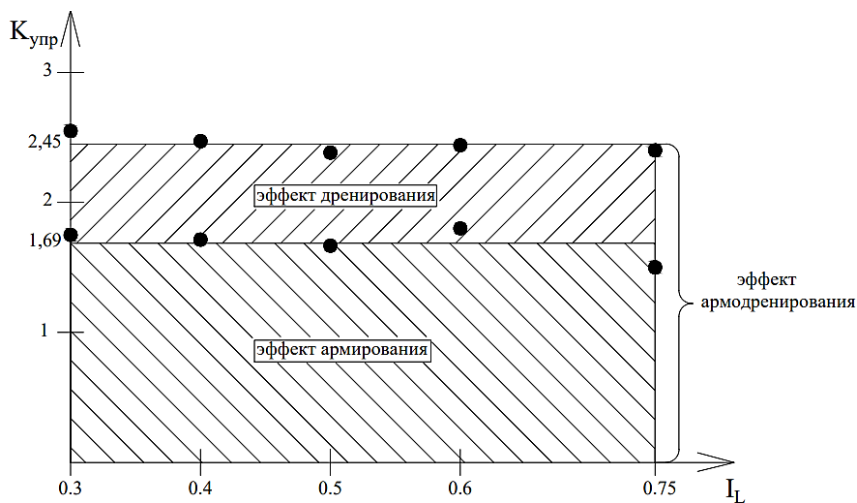


Рисунок 2. – График зависимости коэффициента упрочнения грунта от показателя текучести $K_{упр}=f(I_L)$

Заключение

В ходе лабораторных исследований был установлен армодренажный эффект элементов из сухой бетонной смеси для глинистых грунтов, который в среднем составил 2,45.

Установлено, что армодрирующие элементы способны повысить расчетное сопротивление (прочность) основания за счет уплотнения грунта (уменьшения пористости) и уменьшения показателя текучести I_L вследствие гидратации цемента за счет поровой воды.

Литература

1. Тронда Т. В. Изменение физико-механических характеристик слабого водонасыщенного суглинка при устройстве вертикальных армодрирующих элементов / Т. В. Тронда // Проектирование, строительство и эксплуатация комплексов подземных сооружений : тр. V междунар. конф., Екатеринбург, 7-8 окт. 2016 г. / Урал. гос. горный ун-т ; редкол.: М. В. Корнилков (ответств. за вып.) [и др.]. – Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2016. – С. 127-130.
2. Тронда, Т. В. Опыт применения геомассивов при строительстве многоэтажных зданий на слабых водонасыщенных грунтах / Т. В. Тронда // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях : материалы 67-й студ. науч.-техн. конф., секция «Геотехника и экология в строительстве», Минск, 6 мая 2011 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: М. И. Никитенко [и др.]. – Минск, 2011. – С. 68-73.
3. Жерносек, В.Л. Изменение влажности слабой водонасыщенной супеси при устройстве армодрирующих элементов из сухой бетонной смеси / В. Л. Жерносек, С. А. Новик, И. Д. Хурс // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях : материалы 73-й студ. науч.-техн. конф., секция «Геотехника и экология в строительстве», Минск, 28 апреля 2017 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: В. А. Сернов, Т. В. Тронда. – Минск, 2017. – С. 33-36.
4. Жерносек, В.Л. Набор прочности армодрирующими элементами из сухой бетонной смеси в слабой водонасыщенной супеси / В. Л. Жерносек, С. А. Новик, И. Д. Хурс // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях : материалы 73-й студ. науч.-техн. конф., секция «Геотехника и экология в строительстве», Минск, 28 апреля 2017 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: В. А. Сернов, Т. В. Тронда. – Минск, 2017. – С. 37-40.
5. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний : ГОСТ 20522-2012. – Введ. 01.07.2013. - М. : Стандартиформ, 2013. –19 с.
6. Национальный комплекс нормативно-технических документов в строительстве. Пособие к строительным нормам Республики Беларусь. Проектирование и устройство буронабивных свай: П13-01 к СНБ 5.01.01-99. – Введ. 22.02.2001. – Минск : Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2001. – 46 с.

УДК 624.131+624.15(075.8)

ВОЗВЕДЕНИЕ ВЫСОТНОГО СООРУЖЕНИЯ «ЛАХТА ЦЕНТР» В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ (РФ). ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА

Дашкевич Е. А., Жданович П. М.
Научный руководитель – Уласик Т. М.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. Доклад посвящён возведению «Лахта центра» на свайных фундаментах, выполняемых способом «стена в грунте». Сооружение в перспективе станет самым высотным в Европе (462 м). Впервые в мире применены сваи диаметром 2 м.

Введение

“Лахта центр” — общественно-деловой комплекс со штаб-квартирой группы Газпром. 17 августа 2012 г. получено разрешение на строительство. Местоположение: Приморский район Санкт-Петербурга, между Финским заливом и Приморским шоссе (рис. 1).



Рисунок 1. – Лахта центр (февраль 2018 года)

Возведение фундамента небоскрёба

Работы нулевого цикла включают:

1. Устройство "стены в грунте".
2. Создание свайного основания.
3. Откопка котлована под фундамент с устройством распорной дисковой системы.
4. Строительство коробчатого фундамента высотного здания.

Буровые работы на территории строительства проводились в 1965-2009 годах. Исследованы грунты на глубину 150 м. На глубине до 30 метров залегают вендские глины (кровля Верхнекотлинских отложений верхнего Вента вскрыта на абсолютных отметках минус 22,0 - минус 30,4 метров). Это прочные слои, по характеристикам сходные со скальными породами.

Для строительства была сооружена временная монолитная железобетонная направляющая стенка – форшахта, которая обеспечивала проектное направление и необходимую точность, а также предотвращала обрушение грунта в верхней части траншеи. Параллельно на восьми стапелях выполнялась сборка 105 металлических каркасов, которые по завершению монтажных работ с помощью кранов заняли свое место в траншее.

Возведение пентагональной стены в грунте

Противофильтрационная завеса (длина каждой стороны — 60 м) опускается на глубину 31,5 м - до уровня вендских глин, создавая надежный герметизатор строительного котлована. Толщина стенок – 1,2 м. Для бетонирования стены в грунте потребовалось порядка 11000 м³ бетона. По окончании работ форшахта была демонтирована, а на верхнюю часть конструкции установлена обвязочная балка, объединяющая все сегменты пентагона в единый монолит.

Создание свайного основания

Основную нагрузку высотного здания несут 264 буронабивные сваи диаметром 2 м (применены впервые в мире), уходящие на глубину 65 м (в ядре) и 55 м (на остальной площади фундамента), причем для некоторых свай эта глубина достигает 82 м. Несущая нагрузка на сваю составляет около 5 тыс. т.

Сваи испытывались с помощью ячеек Остенберга. Ячейка уста-

навливалась непосредственно в тело сваи и делила его на верхнюю и нижнюю части. Затем гидравлический насос, установленный на поверхности земли и соединенный шлангами с домкратами, начал нагнетать давление. При увеличении нагрузки происходило раскрытие силовой ячейки и вертикальное перемещение испытываемых элементов. Специальные приборы проводили замеры предельных нагрузок.

Бурение свай выполнялось с помощью немецких установок BAUER BG40, причем первые 30 м - с применением обсадной трубы, которая защищала забой от осыпания грунта и проникновения воды. Качество контролировалось с помощью специальных щупов и мониторинга каждой сваи: опускалась видеокамера в скважину, проверялся ствол скважины, контролировалось качество зачистки забоя на глубине 85 м.

В траншее по периметру свайного основания сначала заливался раствор бентонита, который сильно разбухал от влаги, предохраняя стены от осыпания и не давая грунтовым водам наполнять траншею. Потом в эту жижу опускался арматурный каркас и труба для бетонирования. Бетон подавался снизу-вверх, чтобы он постепенно заполнял траншею и вытеснял бентонит, который по мере бетонирования откачивали для повторного использования.

Бетонирование свай завершалось на отметке минус 17 м - на этом уровне начиналась граница котлована, необходимого для возведения коробчатого фундамента, поэтому верх скважины засыпали грунтом.

Откопка котлована под фундамент с устройством распорной дисковой системы

Разработка котлована глубиной 17 метров с параллельным созданием удерживающей распорной системы началась в августе 2013 года. По мере выемки грунта сооружались диски с шагом 4-5 м. Для закрепления распорной конструкции к двутавровым балкам приваривали опорные столики. Перед бетонированием в арматуре устанавливались проходные гильзы диаметром 30 мм, необходимые для удобства демонтажа дисков. Также строители оставляли «окна» диаметром 400 мм для возможности подачи бетона на нижние диски и плиту фундамента. Всего в котловане было сооружено четыре распорных пояса. Пятый мощностью 300 мм, или иначе, бе-

тонная подготовка, заливался на дно котлована после демонтажа технологической переливки опорных свай.

Строительство коробчатого фундамента высотного здания

Фундамент башни представляет собой коробчатую конструкцию. Сверху и снизу ее формируют две мощные плиты толщиной 2 и 3,6 м соответственно. Их соединяет ядро – круговая стена диаметром 26 м и толщиной 2,5 м, которая является одним из основных элементов устойчивости, - на нее будет приходиться до 70% нагрузки от здания. Совместную работу нижней и верхней плит коробчатого фундамента обеспечивают десять диафрагм жесткости толщиной 2,5 м, которые в радиальном направлении расходятся от ядра и позволяют эффективно распределить нагрузки. Стена в грунте также была усилена метровым слоем железобетона с внутренней стороны. Общий объем бетона на коробчатый фундамент – около 46000 м³. Нижняя монолитная пятиугольная железобетонная плита коробчатого фундамента опирается на железобетонную подготовку на отметке –21.250 м, верх плиты на отметке –17.650 м.

Нижняя плита коробчатого фундамента вошла в Книгу рекордов Гиннеса как самая мощная несущая конструкция, выполненная методом непрерывного бетонирования: за 49 часов в основание уложено 19 624 м³ бетонной смеси.

Заключение

Суммарная нагрузка на сваи (вес башни) – 670 тыс. т. Площадь – 0,4 км³. Высота башни – 462 м. На данный момент выполняется монтаж шпиля и фасадов башни. Окончание строительства: 2018 год.

Литература

1. Акционерное общество «Многофункциональный комплекс «Лакhta центр» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.lakhta.center.ru>. — Дата доступа: 30.03.2018.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МЕХАНИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ НА НАПРЯЖЁННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСНОВАНИЯ, УСИЛЕННОГО ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ АРМИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Дмухайло Д. Т., Быльчинская К. В.

Научный руководитель – Банников С. Н.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Аннотация. В данной статье проанализирована зависимость между коэффициентом механической анизотропии и сжимающим напряжением под центром загружаемой площадки в армированном грунте на основании результатов моделирования армированного слоя грунта конечной толщины в металлическом лотке.

Армирование является одним из методов преобразования свойств грунта, когда в грунтовую среду вводят элементы, обеспечивающие восприятие повышенных сжимающих и растягивающих напряжений. Применение армирования грунта в основании или геомассиве должно быть обосновано технико-экономическими расчетами путем сравнения вариантов с другими традиционными решениями применительно к конкретным инженерно-геологическим условиям.

Сооружения из армированного грунта следует рассматривать как гравитационные конструкции в виде подпорных стен и искусственных грунтовых массивов с улучшенными за счет наличия армирующих элементов свойствами.

Горизонтальное армирование применяется в случае необходимости исключения выпора грунтов из-под сооружения: армирования обратных засыпок подпорных стен; повышения устойчивости насыпей, в том числе природных массивов.

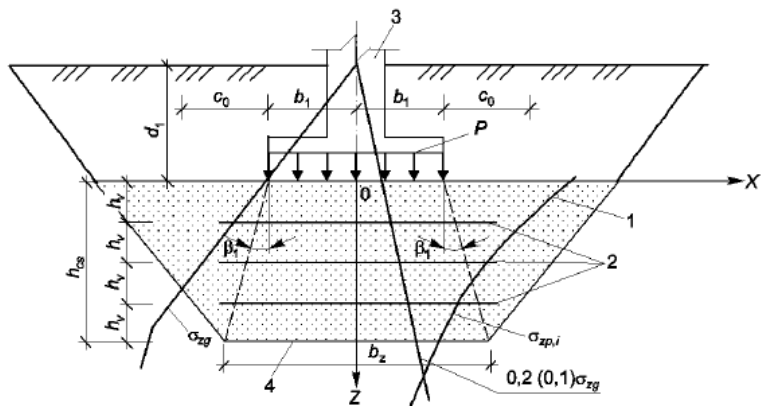
Материалы, применяемые в качестве армирующих элементов, должны обладать необходимой прочностью, низкой ползучестью, долговечностью, высоким коэффициентом трения и малой сжимаемостью.

В качестве армирующих элементов могут использоваться полосы шириной от 50 до 100 мм и толщиной от 3 до 5 мм из металла, полимеров или пластика, усиленного стекловолокном. Допускается применять гладкие армирующие элементы или элементы, имеющие шероховатость, образуемую ребрами или насечками, для повышения трения между армирующими элементами и засыпкой. Стальные полосы должны быть защищены от коррозии.

Также могут использоваться сетки с шагом поперечных (перпендикулярных облицовке) и продольных (параллельных облицовке) элементов, назначаемым в зависимости от их прочности на растяжение и внутренней устойчивости усиливаемого грунта.

В качестве армирующих элементов допускается применять тканые или нетканые рулонные материалы из геотекстиля и полимеров.

Армированная подушка представляет собой подземную конструкцию, расположенную под подошвой фундамента и состоящую из песчаного грунта и металлических сеток, способных воспринимать повышенные растягивающие напряжения (рис. 1).



1 — грунт армированной подушки; 2 — армирующие элементы;
3 — фундамент; 4 — подошва армированной подушки
Рисунок 1. – Расчётная схема армированной подушки

Армирующие сетки следует располагать по глубине армированной подушки с шагом, равным $h_v \leq b/4$.

Дополнительные вертикальные напряжения σ_{zp} под подошвой прямоугольного фундамента следует определять по формуле (12) или по таблицам В.2 – В.6 (приложение В), составленным на основании расчетов по формуле (12) [1], где P_0 – вертикальное дополнительное давление на основание, кПа; $P_0 = P - \sigma_{zg,0}$ ($\sigma_{zg,0}$ – вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента, кПа); для фундаментов шириной $b \geq 10$ м, $P = P_0$);

β — коэффициент, учитывающий степень анизотропии армированного грунта, определяемый по формуле

$$\beta = \frac{E_3}{E}$$

здесь E — модуль деформации для горизонтального направления, МПа.

Деформативные характеристики E , E_3 следует определять экспериментально, а при отсутствии опытных данных — по приближенным формулам:

$$E_3 = \alpha \cdot E_{ap} + 1 - \alpha \cdot E_{zp}$$

$$\frac{1}{E} = \frac{\alpha}{E_{ap}} + \frac{1 - \alpha}{E_{zp}}$$

где E_{ap} , E_{gp} — модули деформации армирующих элементов и грунта соответственно, МПа.

α — коэффициент, характеризующий долю армирующих элементов в объеме усиливаемого грунта; $\alpha = V_{ap} / V_{gp}$ (V_{ap} — объем армирующих элементов, м³; V_{gp} — объем грунта, м³);

Результаты расчётов представлены на рис. 2.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при горизонтальном армировании напряжения уменьшились по сравнению с изотропным основанием на 75%. Этот характер поведения грунта связан, по нашему мнению, с силами трения между армирующими элементами и грунтом, формирующими силовое поле в горизонтальном направлении.

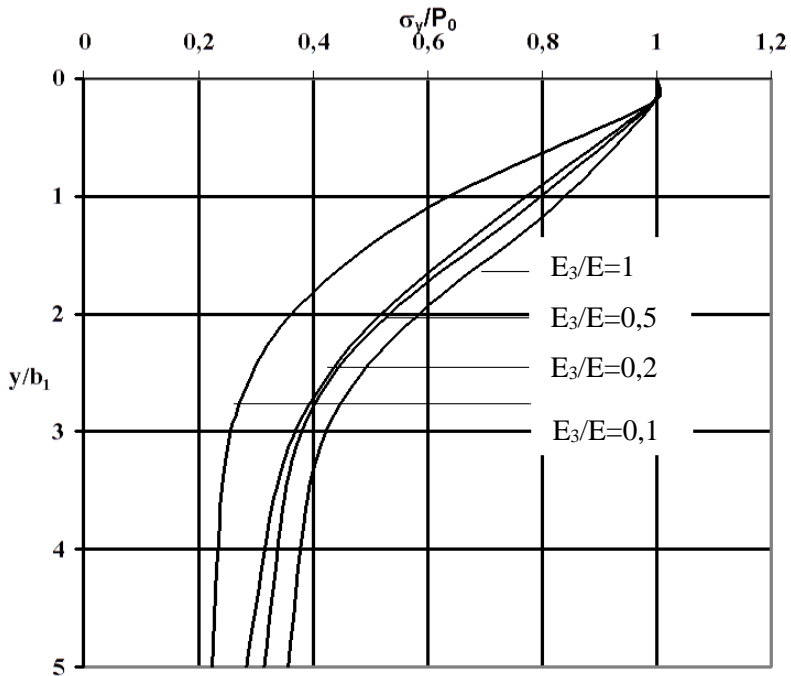


Рисунок 2. – Эпюры распределения сжимающих напряжений под центром загружаемой площадки в армированном грунте

Литература

1. Основания и сооружения из армированного грунта. Правила проектирования и устройства = Асновы і збудаванні з арміраванага грунту. Правілы праектавання і устроўвання: ТКП 45-5.01-268-2012 (02250). – Введ. 01.05.13– Минск: МАиС, 2013. – 45 с.

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ГЕОМАССИВА ИЗ ВЕРТИКАЛЬНЫХ АРМОДРЕНИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СЛАБОМ ГЛИНИСТОМ ГРУНТЕ

Кохан П. В., Каплич А. С.

Научный руководитель – Сернов В. А., Тронда Т. В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В данной статье описаны лабораторные исследования по изменению несущей способности и деформативности слабой водонасыщенной супеси при устройстве геомассива из армодренирующих элементов из сухой бетонной смеси.

Введение

В связи с увеличением этажности строительства и соответственно ростом нагрузок и осадок зданий и сооружений в условиях слабых грунтов актуальным является вопрос устройства улучшенных искусственных оснований. Существует множество различных методов и способов улучшения грунтов [1], однако все они имеют ограниченную область применения.

Одним из эффективных способов улучшения свойств слабых водонасыщенных глинистых грунтов является применение армодренирующих элементов из сухой бетонной смеси [2].

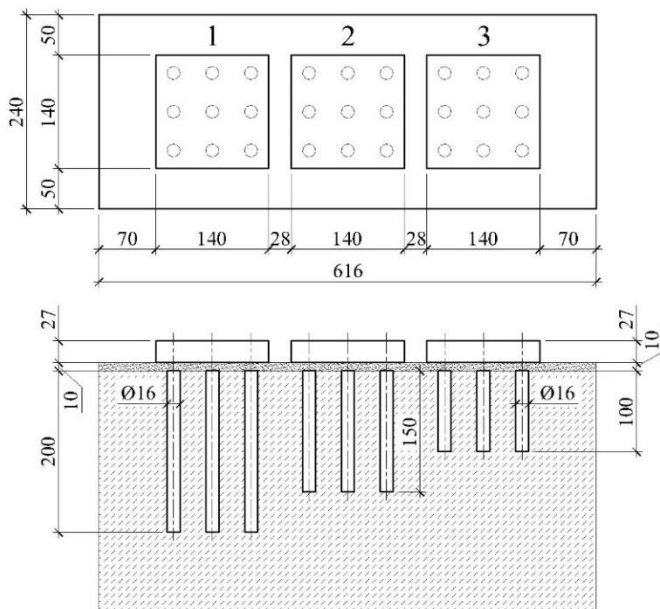
Ранее студентами БНТУ Жерносеком В. Л., Новиком С. А. и Хурсом И. Д. под руководством Тронда Т. В. были проведены исследования по набору прочности сухих бетонных смесей в водонасыщенном глинистом грунте и изменению влажности грунта [3, 4].

Цель работы

Провести штамповые испытания моделей геомассива в слабой водонасыщенной супеси и определить изменение несущей способности и деформативности грунта.

Исходные данные и материалы

В качестве моделей геомассива в грунте были подготовлены три фрагмента по 9 армодренирующих элементов в каждом диаметром $\text{Ø}16$ мм и длиной $l_{\text{эл}} = 10, 15$ и 20 см (рис. 1).



1) модель 1: $l_{\text{эл}} = 20$ см; 2) модель 2: $l_{\text{эл}} = 15$ см; 3) модель 3: $l_{\text{эл}} = 10$ см
Рисунок 1. – Схема расположения моделей геомассива

Армодренирующие элементы были изготовлены из сухой смеси на портландцементе марки ПЦ 500 в следующих пропорциях по массе: Ц:П = 1:9,1. Соотношение компонентов бетонной смеси бра-лось из расчёта получения бетона класса С8/10 в стандартных усло-виях.

В качестве штампов были подготовлены пластины из дерева размером 140x140x27 мм.

Для испытаний использовалась слабая водонасыщенная супесь со следующими характеристиками: влажность на границе текучести $W_L=15,7\%$; влажность на границе раскатывания $W_P=9,1\%$; начальная влажность $W_0=13,7\%$; число пластичности $I_P=6,6$; показатель теку-чести $I_L=0,7$; степень влажности $S_r=1,0$.

Ход испытания

Лабораторные исследования проводились на базе кафедры «Геотехника и экология в строительстве» согласно ГОСТ 20276-2012 [5].

Для испытания моделей использовался заполненный грунтом стеклянный лоток размерами 112x24x60 см.

Изначально были испытаны только модели штампов для определения несущей способности и деформативности неармированного грунта. Затем в тех же местах в грунте были изготовлены модели геомассива.

Армодренирующие элементы устраивались в грунте с помощью металлической трубки диаметром $\varnothing 16$ мм, погружаемой вдавливанием на требуемую глубину равную длине элементов. Металлическая трубка заполнялась сухой смесью с уплотнением и затем извлекалась.

Элементы устраивались в два этапа. На первом этапе было установлено по пять элементов в каждой модели геомассива, т.е. всего 15 элементов. Затем, по истечении трех суток, были установлены оставшиеся 12 элементов (рис. 2).

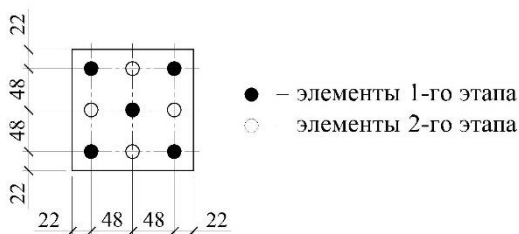


Рисунок 2. – Порядок устройства элементов

После устройства элементов над ними была изготовлена песчаная подушка толщиной 1 см из песка средней крупности с диаметром частиц менее 2 мм. Для предотвращения испарения влаги и высыхания грунта лоток герметично закрывался пленкой.

По истечении 28 суток после устройства элементов и набором ими прочности были проведены штамповые испытания моделей геомассива. Нагрузка к штампам прикладывалась ступенями с шагом 0,2-0,4 кН с помощью рычага с передаточным числом 1:10. Для измерения осадок штампов на каждой модели было установлено по

два индикатора часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм.

Всего было проведено три испытания штампом неармированно-го грунта и три испытания геомассива.

Полученные результаты

На рис. 3 приведены полученные в результате испытаний графики зависимости осадок штампов от среднего давления под подошвой в зависимости от длины армодренирующих элементов. Для штамповых испытаний неармированного грунта приведен усредненный график.

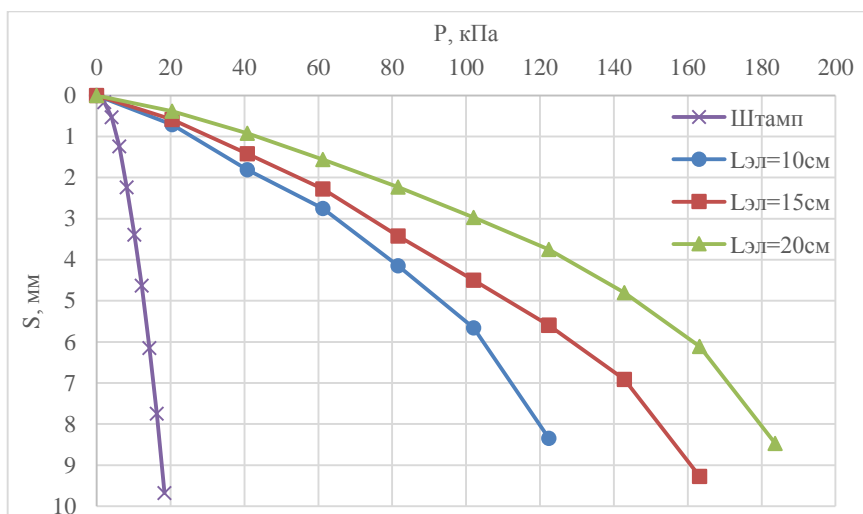


Рисунок 3. – График зависимости осадки штампа от давления, $S=f(P)$

Таблица 1. – Среднее давление под подошвой штампа P_8 , коэффициент упрочнения $K_{упр}$, модуль деформации E и коэффициент увеличения модуля деформации n в зависимости от длины элементов L

Показатель	$L, \text{ см}$			
	0	10	15	20
$P_8, \text{ кПа}$	16,6	119,8	152,2	179,6
$K_{упр}$	1,0	7,2	9,2	10,8
$E, \text{ МПа}$	0,28	3,7	4,4	6,8
n	1,0	12,6	15,6	23,7

На основании графиков была определена условная несущая способность грунта P_8 , коэффициент упрочнения $K_{упр}$, модуль деформации E и коэффициент увеличения модуля деформации n в зависимости от длины элементов L (табл. 1). За критерий несущей способности была принята осадка штампа равная 8 мм.

Заключение

В ходе лабораторных исследований геомассива из вертикальных армодренирующих элементов было установлено значительное увеличение несущей способности и уменьшение деформативности грунта в зависимости от длины элементов. При этом коэффициент упрочнения $K_{упр}$ (показатель увеличения несущей способности) составил 7,2, 9,2 и 10,8, коэффициент увеличения модуля деформации n (показатель уменьшения деформативности) – 12,6, 15,6 и 23,7 для элементов длиной 10, 15 и 20 см соответственно.

Литература

1. Магушев, Р.А. Методы подготовки и устройства искусственных оснований: Учеб. пособие / Р.А. Магушев, Р.А. Усманов, С.В. Ланько, В.В. Конюшков – М. – СПб.: Изд-во АСВ, 2012. – 280 с.
2. Тронда, Т. В. Опыт применения геомассивов при строительстве многоэтажных зданий на слабых водонасыщенных грунтах / Т. В. Тронда // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях : материалы 67-й студ. науч.-техн. конф., секция «Геотехника и экология в строительстве», Минск, 6 мая 2011 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: М. И. Никитенко [и др.]. – Минск, 2011. – С. 68-73.
3. Жерносек, В. Л. Изменение влажности слабой водонасыщенной супеси при устройстве армодренирующих элементов из сухой бетонной смеси / В. Л. Жерносек, С. А. Новик, И. Д. Хурс // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях : материалы 73-й студ. науч.-техн. конф., секция «Геотехника и экология в строительстве», Минск, 28 апреля 2017 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: В. А. Сернов, Т. В. Тронда. – Минск, 2017. – С. 33-36.
4. Жерносек, В. Л. Набор прочности армодренирующими элементами из сухой бетонной смеси в слабой водонасыщенной супеси / В. Л. Жерносек, С. А. Новик, И. Д. Хурс // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях : материалы 73-й студ. науч.-техн. конф., секция «Геотехника и экология в строительстве», Минск, 28 апреля 2017 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: В. А. Сернов, Т. В. Тронда. – Минск, 2017. – С. 37-40.
5. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости : ГОСТ 20276-2012. – Взамен ГОСТ 20276-99 ; введ. 11.11.2014. – Минск : Госстандарт, 2015. – 48 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МОДЕЛИ СВАЙНО-ПЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА В МОРЕННОЙ СУПЕСИ

Полещук Е. В., Нудный С. А.

Научный руководитель – Сернов В. А., Балыш А. В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В данной статье описаны лабораторные исследования несущей способности свайных, свайно-плитных фундаментов и отдельных плит для определения степени их взаимодействия.

Введение

При строительстве многоэтажных и высотных зданий во всем мире все большую популярность приобретают свайно-плитные фундаменты (СПФ). В отличие от традиционных свайных фундаментов они позволяют более полно реализовать несущую способность основания за счет включения в работу фундаментной плиты, в основании которой возникает сложное напряженно-деформированное состояние грунта. При составлении расчетных схем необходимо учитывать влияние друг на друга отдельных элементов фундамента. Профессором Р. Катценбахом были выделены пять видов взаимодействия элементов СПФ: между сваями, между сваями и плитой, между плитами, между сваей и грунтом, между боковой поверхностью и нижним концом сваи [2]. Наименее изученным видом взаимодействия является взаимодействие между плитой и сваями.

Цель работы

Провести испытания статической нагрузкой моделей свайных, свайно-плитных фундаментов и отдельных плит в моренной супеси и оценить степень взаимодействия элементов свайно-плитного фундамента.

Лабораторные исследования

С учетом сложности, большой стоимости и трудоемкости натуральных исследований, основное внимание было сосредоточено на опытах в лаборатории кафедры «Геотехника и экология в строительстве» БНТУ. При этом были соблюдены условия моделирования для всех элементов свай и для грунтовой среды.

Была выполнена серия маломасштабных испытаний для оценки взаимодействия элементов свайно-плитного фундамента. Исследования проводились в соответствии с действующими нормативными документами [1].

Для решения поставленных задач в лотке размерами $600 \times 240 \times 1120$ мм, заполненном супесью с числом пластичности $I_p = 0,7$ изготовлены модели забивных свай и свайных фундаментов (рис. 1). Нагрузки на модели прикладывались рычажной системой с передаточным числом 1:10 ступенями по 8,10 кг. Осадки фиксировались индикаторами часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм. Объектом испытаний стали деревянные сваи диаметром $\varnothing 16$ мм и деревянные штампы $140 \times 140 \times 20$ мм.

На рис. 2 и 3 приведены полученные в результате испытаний графики осадок свайных, свайно-плитных фундаментов в зависимости от длины и количества свай.

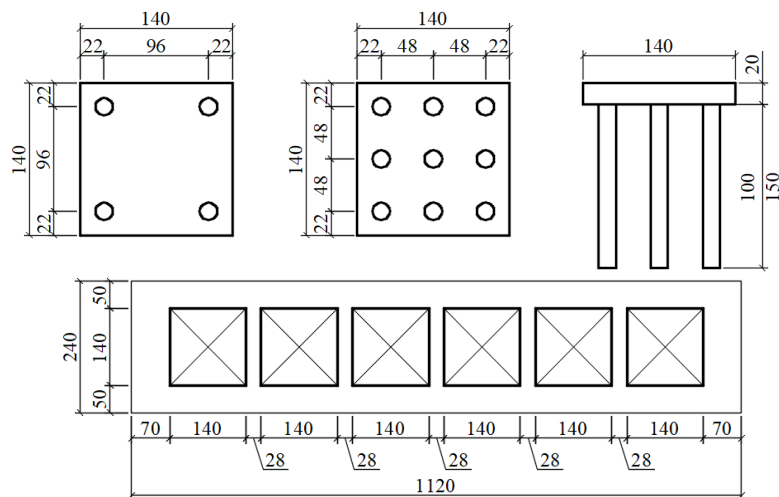


Рисунок 1. – Схема расположения моделей свайно-плитного фундамента

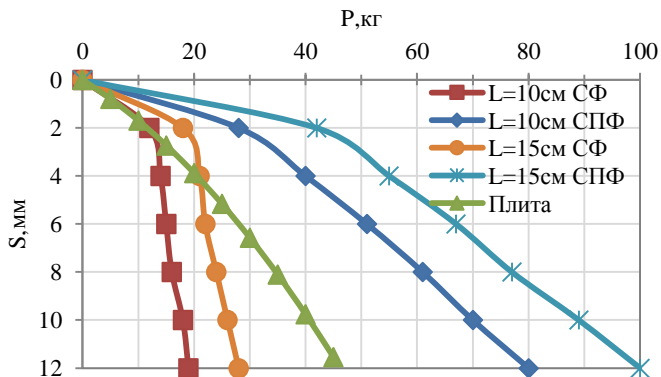


Рисунок 2. – Экспериментально полученные зависимости величины осадки от нагрузки для свайного, свайно-плитного фундаментов с количеством свай 4шт и одиночной плиты

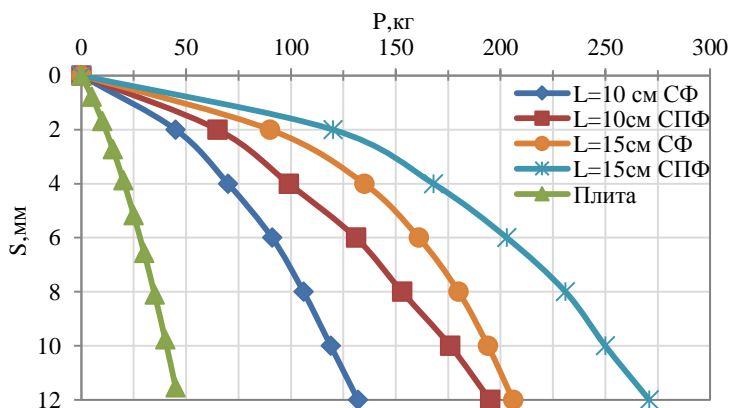


Рисунок 3. – Экспериментально полученные зависимости величины осадки от нагрузки для свайного, свайно-плитного фундаментов с количеством свай 9шт и одиночной плиты

Коэффициент взаимодействия плиты и свай α определяется отношением нагрузки, воспринимаемой свайно-плитным фундаментом $F_{\text{СПФ}}$ к суммарной нагрузке плиты $F_{\text{П}}$ и свай $F_{\text{СФ}}$ при одинаковом значении осадки:

$$\alpha = \frac{F_{\text{СПФ}}}{F_{\text{СФ}} + F_{\text{П}}}$$

Таблица 1. – Значения коэффициентов α в зависимости от количества N и длины элементов L

Осадка, мм	Нагрузка на плиту, кг	Нагрузка на свайно-плитный фундамент, кг				Нагрузка на свайный фундамент, кг				α			
		N=4		N=9		N=4		N=9		N=4		N=9	
		L=10 см	L=15 см	L=10 см	L=15 см	L=10 см	L=15 см	L=10 см	L=15 см	L=10 см	L=15 см	L=10 см	L=15 см
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	16	28	44	65	120	12	18	45	90	1.00	1.29	1.07	1.13
4	20	40	55	99	168	14	21	70	135	1.18	1.34	1.10	1.08
6	28	51	67	131	203	15	22	91	161	1.19	1.34	1.10	1.07
8	35	61	77	153	231	16	24	106	180	1.20	1.31	1.09	1.07
10	41	70	89	176	250	18	26	119	194	1.19	1.33	1.10	1.06
12	47	80	100	195	271	19	28	132	206	1.21	1.33	1.09	1.07

В табл. 1 приведены значения коэффициентов α исследуемых фундаментов на разных этапах нагружения. Результаты исследований показывают, что несущая способность свайно-плитного фундамента больше, чем сумма несущих способностей, входящих в него элементов: ростверка и группы свай. Коэффициент взаимодействия α практически не зависит от осадки фундамента и возрастает с увеличением шага и длины свай. Так при шаге свай $a=3d$ (d — диаметр свай) $\alpha \approx 1,08$ независимо от длины. С увеличением шага до $a=6d$ при $L=10\text{см}$ $\alpha \approx 1,19$, а при $L=15\text{см}$ $\alpha \approx 1,33$.

Заключение

По результатам лабораторных исследований были определены коэффициенты взаимодействия свай и плиты, значения которых варьируются от 1,08 до 1,33 в зависимости от длины и шага свай. С увеличением длины и шага свай коэффициенты α возрастают. Несущая способность свайно-плитного фундамента не может быть определена путем сложения несущей способности свайного фундамента и плиты. В результате опрессовки межсвайного грунта фундаментной плитой несущая способность свай возрастает за счет увеличения сил трения вдоль их боковых поверхностей. Таким образом, совместная работа свай и фундаментной плиты в составе СПФ гораздо эффективнее чем отдельно плиты и группы свай.

Литература

1. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости: ГОСТ 20276-2012. – Взамен ГОСТ 20276-99 ; введ. 11.11.2014. – Минск : Госстандарт, 2015. – 48 с.
2. Катценбах, Р. Основные принципы проектирования и мониторинга высотных зданий Франкфурта-на-Майне. Случаи из практики / Р. Катценбах, А. Шмитт, Х. Рамм // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – №9 – 2005 – С.80-99.
3. Бартоломей, А. А. Прогноз осадок свайных фундаментов / А.А. Бартоломей, И.М. Омельчак, Б.С. Юшков. – М. : Стройиздат, 1994 – 378 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА МЕХАНИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДПОРНОЙ СТЕНКИ

Сахар В. В., Соловьев Д. А.

Научный руководитель – Банников С. Н.

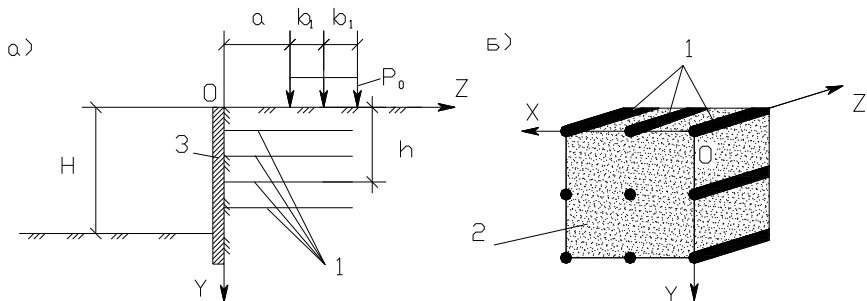
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В данном докладе рассматривается влияние коэффициента механической анизотропии на напряженное состояние армированной подпорной стенки. По полученным формулам были проведены расчеты, устанавливающие распределение горизонтальных давлений на ограждение котлованов, а также вертикальных напряжений σ_y под подошвой фундамента в зависимости от коэффициента механической анизотропии равного $n=E_3/E$.

В результате решения уравнений равновесия и неразрывности нами были получены выражения для определения напряжений в виде:

$$\sigma_z = \frac{P_0 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_1}{\pi(\gamma_2 - \gamma_1)} \left[\gamma_2 \left(\arctg \frac{z-a}{y \cdot \gamma_2} - \arctg \frac{z-a-b}{y \cdot \gamma_2} \right) - \gamma_1 \left(\arctg \frac{z-a}{y \cdot \gamma_1} - \arctg \frac{z-a-b}{y \cdot \gamma_1} \right) + \right. \\ \left. + \gamma_2 \left(\arctg \frac{z+a+b}{y \cdot \gamma_2} - \arctg \frac{z+a}{y \cdot \gamma_2} \right) - \gamma_1 \left(\arctg \frac{z+a+b}{y \cdot \gamma_1} - \arctg \frac{z+a}{y \cdot \gamma_1} \right) \right] ; \quad (1)$$

$$\sigma_y = \frac{P_0}{\pi(\gamma_2 - \gamma_1)} \left[\gamma_2 \left(\arctg \frac{z-a}{y \cdot \gamma_2} - \arctg \frac{z-a-b}{y \cdot \gamma_2} \right) - \gamma_1 \left(\arctg \frac{z-a}{y \cdot \gamma_1} - \arctg \frac{z-a-b}{y \cdot \gamma_1} \right) + \right. \\ \left. + \gamma_2 \left(\arctg \frac{z+a+b}{y \cdot \gamma_2} - \arctg \frac{z+a}{y \cdot \gamma_2} \right) - \gamma_1 \left(\arctg \frac{z+a+b}{y \cdot \gamma_1} - \arctg \frac{z+a}{y \cdot \gamma_1} \right) \right] . \quad (2)$$



1 – нагели; 2 – грунт; 3–ограждающая конструкция
Рисунок 1. – Расчетная схема

Здесь γ_1 и γ_2 - корни характеристического уравнения, которые для нашего случая определялись по следующим формулам:

$$\gamma_1 = \sqrt{\frac{S_{66} + 2S_{13} - \sqrt{(S_{66} + 2S_{13})^2 - 4S_{11}S_{33}}}{2S_{11}}}, \quad (3)$$

$$\gamma_2 = \sqrt{\frac{S_{66} + 2S_{13} + \sqrt{(S_{66} + 2S_{13})^2 - 4S_{11}S_{33}}}{2S_{11}}}, \quad (4)$$

где

$$S_{11} = \frac{1}{E}(1 - \nu^2); \quad S_{13} = -\frac{\nu_3}{E_3}(1 + \nu);$$

$$S_{33} = \frac{1}{E_3}\left(1 - \nu_3^2 \frac{E}{E_3}\right); \quad S_{66} = \frac{E(1 + 2\nu_3) + E_3}{EE_3}.$$

E , E_3 – модули деформации соответственно для сжатия-растяжения в направлении плоскости изотропии (XOY) и нормальном к ней;

ν – коэффициент Пуассона, характеризующий отношение относительных поперечных деформаций в плоскости изотропии (XOY);

ν_3 – коэффициент Пуассона для плоскости (YOZ) перпендикулярной плоскости изотропии.

По полученным формулам (1) – (4) были проведены расчеты, устанавливающие распределение горизонтальных давлений на ограждение котлованов, а также вертикальных напряжений σ_y под подошвой фундамента в зависимости от коэффициента механической анизотропии равно $n=E_3/E$ и коэффициентов Пуассона. Результаты счета представлены на рис. 2.

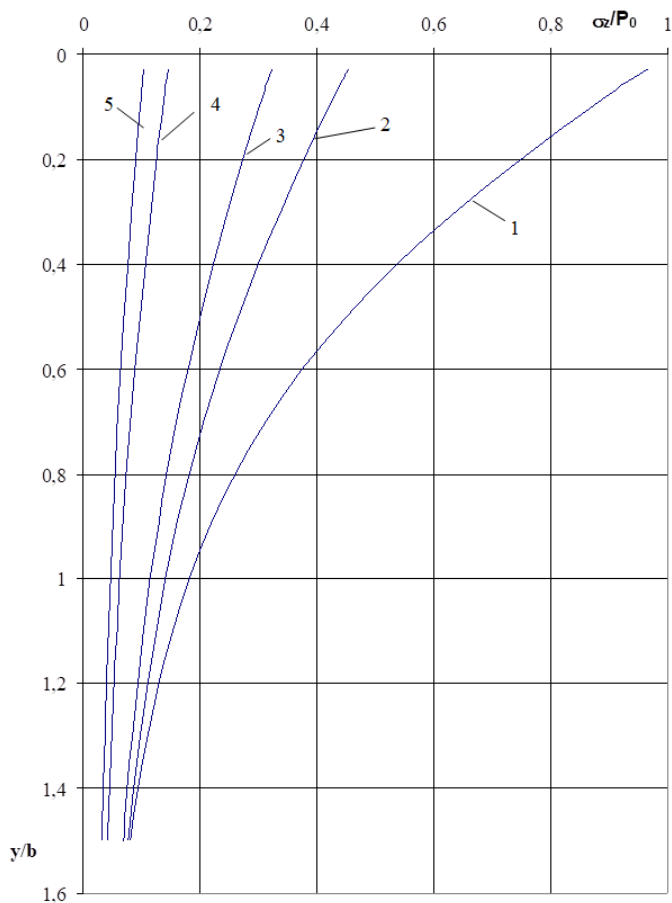


Рисунок 2. – Эпюры давления грунта на ограждающие конструкции при горизонтальном нагельном усилении основания
(для $\nu=\nu_3=0,3$; $z/b=0$, $a/b=0,0$)
1– $E_3/E=1$; 2– $E_3/E=5$; 3– $E_3/E=10$; 4– $E_3/E=50$; 5– $E_3/E=100$

Проанализировав наши результаты, можно сделать следующие выводы:

1) давление усиленного грунта на ограждающие конструкции σ_z от дополнительной нагрузки P_0 существенно уменьшается с ростом коэффициента механической анизотропии;

2) вертикальные напряжения σ_y под подошвой фундамента увеличиваются с ростом коэффициента механической анизотропии;

3) изменение коэффициентов Пуассона (ν , ν_3) практически не оказывает влияния на напряженное состояние усиленного основания.

Литература

1. Лехницкий, С. Г. Теория упругости анизотропного тела. – М., 1977.–415 с.
2. Банников, С. Н., Никитенко, М. И., Банников, Н. Д. ТКП 45-5.01-268 Основания и сооружения из армированного грунта //Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – 2013.

РАЗДЕЛ 3

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ СВИСЛОЧЬ

Вашкевич А. С., Кокарева А. О.

Научный руководитель – Анисимов Ю. В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. Статья посвящена экологическому состоянию реки Свислочь, как объекту многочисленных исследований по оценке ее загрязнения.

Введение

Как наиболее загрязненный водоток республики, река Свислочь является объектом многочисленных исследований по оценке ее состояния, условий формирования гидрологического и гидрохимического режима, состава донных отложений, гидробиологических особенностей, разработке мер по улучшению ее экологического состояния.

В бассейне р. Свислочь действует обширная сеть наблюдений за гидрохимическим режимом поверхностных вод, что связано с высокой техногенной нагрузкой на водный объект. При площади водосбора всего 5160 км² сеть регулярных наблюдений за качеством воды включает 30 пунктов, что связано с высокой степенью антропогенной нагрузки, в первую очередь воздействием г. Минска как крупного промышленного центра.

Несмотря на большой интерес к экологическим проблемам в бассейне, реализацию целого ряда мероприятий по оздоровлению реки, проблема ее качества решена не в полной мере. Во многом это связано с тем, что мероприятия по улучшению ее экологического состояния были направлены на решение проблем на отдельных участках реки.

Факторы формирования экологического состояния р. Свислочь

Река Свислочь характеризуется высоким уровнем загрязнения.

Основными факторами, оказывающими влияние на формирование экологического состояния р. Свислочь, являются: сброс сточных вод, водопотребление, рекреация.

Сброс сточных вод. В начале 1990-х годов сброс сточных вод в реку составлял более 800 тыс. м³/сут, в настоящее время этот показатель уменьшился до 192 тыс.м³/сут. На балансе крупных предприятий, согласно действующим разрешениям на специальное водопользование, находится 25 выпусков сточных вод в различные водные объекты в бассейне р. Свислочь и непосредственно в саму р. Свислочь.

Водопотребление. Анализируя структуру использования воды в пределах бассейна р. Свислочь на различные нужды необходимо отметить, что основной объем воды используется на хозяйственно-питьевые нужды - около 54%, причем этот показатель стабильно снижается и на 2014 г. составил 88,7 млн м³.

Вторым водопользователем по объему потребления свежей воды в пределах бассейна является промышленность. Объем использования свежей воды на производственные нужды имеет тенденцию к увеличению с 34,49 млн м³ в 2009 г. до 44,8 млн м³ в 2014 г.

В пределах города Минска наиболее крупными водопользователями являются объекты теплоэнергетики, машиностроения и приборостроения.

Рекреация. Рекреация негативно влияет на р. Свислочь и приводит к:

- деградации флоры в результате вытаптывания, заболевания растений, неоправданной вырубке деревьев под строительство, уплотнения застройки и сокращения в пределах санаторных комплексов территорий под естественной растительностью;

- ухудшению качества поверхностных вод вследствие роста объемов бытовых стоков, загрязнению русел твердыми бытовыми отходами;

- чрезмерной перегруженности пляжных и других рекреационных территорий отдыхающими и общей засоренности территории из-за низкого уровня экологической культуры населения.

Таким образом, можно сделать вывод, что р. Свислочь активно используется для отвода сточных вод основной массой предприятий-водопользователей.

Оценка экологического состояния р. Свислочь

Поток загрязнителей, поступающих из Минской городской агломерации, прослеживается на 250 км вниз по р. Свислочь. Самоочистительная способность реки сведена к минимуму, и существует тенденция дальнейшего ухудшения ее санитарного состояния. Наиболее загрязнена река ниже сброса сточных вод Минской станции аэрации в н.п. Королищевичи. Естественный режим здесь искажен наличием большого числа водохранилищ (Заславское, Лощина, Цнянское, Чижовское, Комсомольское). Здесь зарегистрированы случаи загрязнения до 11 ПДК аммонием, до 46 ПДК - соединениями меди, до 15 ПДК - нитритами. Уровень загрязнения речной воды ниже г. Минска и по другим ингредиентам довольно высокий: увеличено содержание нефтепродуктов, соединений тяжелых металлов, присутствует сероводород.

По состоянию на 2015 г. по данным стационарных наблюдений, состояние р. Свислочи выше г. Минска в целом оценивается как достаточно благополучное. Лишь в отдельных пробах воды, отобранных у н.п. Хмелевка и н.п. Дрозды, концентрации азота аммонийного возросли до 0,94 мгN/дм³ (2,4 ПДК), азота нитритного – до 0,091 мгN/дм³ (3,8 ПДК), фосфора фосфатного – до 0,139 мгN/дм³ (2,1 ПДК). В 2015 г. существенно улучшилась ситуация и в отношении фосфора на наиболее загрязненном участке Свислочи у н.п. Королищевичи, в воде которого его среднегодовая концентрация снизилась до уровня ПДК и по сравнению с 2013 г. уменьшилась более чем в 2 раза.

Представленные на графике среднегодовые величины БПК₅, характеризующие минимальное и максимальное содержание органических веществ в воде створов реки Свислочь свидетельствует о понижении концентрации органических веществ в воде.

Заключение

Река Свислочь – правый приток реки Березины на территории Воложинского, Минского, Пуховичского, Червенского и Осиповичского районов.

В настоящее время река подвергается сильному антропогенному воздействию. В бассейне р. Свислочь 40 предприятий-водопользователей осуществляют отведение сточных вод непосредственно в водные объекты бассейна.

По структуре водоотведения преобладают хозяйственно-бытовые сточные воды и смешанный сток от коммунальных предприятий и оздоровительных объектов – УП «Минскводоканал», РУП «Червенское ЖКХ», РУП «Белтелеком» оздоровительный центр «Загорье» и Осиповичское ДУКПП «Водоканал». Основной объем сточных вод отводится непосредственно в р. Свислочь в виде хозяйственно – бытовых и производственных сточных вод, а также поверхностных сточных вод с территории г. Минска. Большинство предприятий не превышает установленные им в разрешениях на специальное водопользование объемы водоотведения.

Проведя оценку экологического состояния р. Свислочь, можно сделать вывод, что выше г. Минска вода в реке сравнительно чистая, ниже, на протяжении 125 км, река сильно загрязнена промышленными и хозяйственно–бытовыми сбросами, т.к. используется для промышленного водоснабжения и энергетики. Также частично является водоприемником осушительных систем, а в верховье служит местом массового отдыха.

Литература

1. Байчоров, В. М. Экологические риски и оценка состояния водотоков Беларуси / В. М. Байчоров, Г. М. Тишиков, Н. Н. Рощина // НАН Беларуси, Институт зоологии. – Минск: Белорусская наука, 2006. – 118 с.
2. Копичя, В. Н. Загрязнение р. Свислочь на территории г. Минска промышленными и коммунальными стоками / В. Н. Копичя, Е. Ю. Соменова, Е. С. Лен // Сахаровские чтения 2010 года: экологические проблемы XXI века. – Минск, 2011. – 244 с.

СОЛИГОРСКИЕ ТЕРРИКОНЫ И ГОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Мазальская А. С., Матющенко В. А.

Научный руководитель – Анисимов Ю. В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. Терриконы давно стали типичным пейзажем для Солигорщины. В данном докладе описываются экологические проблемы, вызванные деятельностью «Беларуськалия», которые при сохранении нынешних форм производства могут привести к печальным последствиям.

*«Человечество не погибнет в атомном кошмаре –
оно захлебнется в собственных отходах»*

Нильс Бор, один из создателей современной физики,
лауреат Нобелевской премии

Введение

По объему накопленных и годовому объему складированных на поверхности отходов (особенно шламовых), по занимаемым ими площадям, наша республика опередила все крупнейшие страны-производители калийных удобрений. На подъезде к Солигорску на горизонте виднеются настоящие горы, однако картина печальная – ведь эти горы из отходов производства, и они не такие уж и безобидные, как кажутся на первый взгляд.

1. Отходы производства

Добываемая «Беларуськалием» сильвинитовая руда состоит из двух солей – хлористого калия и хлористого натрия. Промышленный интерес представляет хлористый калий, но его концентрация в руде составляет 25-30%. Он извлекается на обогатительных фабриках, а все остальное становится отходами производства. К отходам относятся твердые галиты, на 95% состоящие из обычной поваренной соли (NaCl), и жидкие глинисто-солевые шламы.

Твердые галитовые отходы складированы в солеотвалы, высота которых достигает 110–130 м, а занимаемая территория по состоянию на январь 2008 г. – 608,3 га. Первоначально отходы складировались непосредственно на грунт, а с конца 70-х гг. в их основании оборудуются противofильтрационные экраны на основе полиэтиленовой пленки.

Глинисто-солевые шламы накапливаются в шламоохранилищах наливного типа суммарной площадью 1113 га. Все они оборудованы противofильтрационными пленочными экранами.

Несмотря на наличие значительного количества разработанных за последние 15–20 лет технических решений по использованию галитовых отходов и глинисто-солевых шламов, процесс накопления отходов активно продолжается. В условиях масштабности калийного производства и недостаточности природоохранных инженерных сооружений этот процесс оказывает значительный прессинг на окружающую среду.

2. Загрязнение подземных и поверхностных вод

Одна из первых проблем, с которой мы сталкиваемся – это загрязнение подземных и поверхностных вод. Несмотря на использование противofильтрационных пленочных экранов, дождевые воды способствуют миграции легкорастворимых в воде солей в ближайшие водные объекты, какими являются Солигорское водохранилище и река Случь.

Воды Солигорского водохранилища по гидрохимическому составу гидрокарбонатно-кальциевые, среднеминерализованные. Воды характеризуются повышенным содержанием сульфатов, хлоридов, натрия и калия.

Содержание хлоридов в реке Случь до строительства калийных заводов в 1959–1963 гг. составляло в среднем около 14 мг/л. С вводом в строй калийных предприятий начался интенсивный рост концентрации хлоридов, и в 1968–1973 гг. она в среднем достигла 100 мг/л. С внедрением в 1974–1975 гг. комплекса водоохраных мероприятий на калийных предприятиях поступление хлоридов в местную гидросеть резко снизилось и в последующие несколько лет в 2–3 раза превышало «допромышленный уровень».

Глубина загрязнения подземных вод достигла 100–120 м. Увеличивающиеся по площади засоленные подземные воды представляют

опасность засоления пресных подземных вод юга Беларуси и угрозу постоянного засоления поверхностных вод.

3. Просадка почвы

Экологические проблемы в Солигорском горнопромышленном районе не ограничиваются загрязнением подземных и поверхностных вод. В окрестных деревнях Солигорска проседают и трескаются частные дома из-за оседания земной поверхности над горными выработками. В десятках мест из-за проседания почвы на поверхность проникают грунтовые воды, разрушая жилье, промышленные и сельскохозяйственные объекты.

На многих десятках гектаров, под которыми прошли шахтеры, почва проседает. На месте этих просадок может треснуть кирпичное строение, перекосяться деревянный дом или образоваться небольшое озерцо.

4. Загрязнение воздушной среды

Ситуация также усугубляется загрязнением воздушной среды. Вследствие ветровой эрозии солеотвалов и сдувания ветром солевой воды шламоохранилищ, а также пылегазовыбросов обогатительных фабрик и цехов грануляции удобрений интенсивно проявляется процесс засоления почв, что приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, уничтожению кустарниковой, древесной и другой растительности. Область накопления поднятого в воздух материала не ограничивается Солигорским районом: установлено, что выпадение Cl -иона в осадках на всей территории Беларуси в 5–7 раз превышает выпадение Cl -иона в промышленно-развитых странах.

Заключение

По общему мнению специалистов, занимающихся оценкой воздействия калийного производства на окружающую среду, в районе размещения солеотвалов и шламоохранилищ сложилась напряженная экологическая ситуация, обусловленная интенсивным загрязнением подземных вод, воздушной среды, почв, угнетением растительности и др. Ее стабилизация с последующим улучшением может быть достигнута при условии разработки и реализации специальной государственной программы, обеспеченной необходи-

мыми финансовыми ресурсами.

Решение проблемы должно осуществляться по следующим направлениям:

- сокращение объемов образования отходов за счет совершенствования технологий производства калийных удобрений, в том числе размещения их в выработанном пространстве;

- организации использования галитовых отходов и глинисто-солевых шламов по уже имеющимся разработкам;

- разработка и реализация мероприятий по минимизации миграции загрязняющих веществ из солеотвалов и шламохранилищ в окружающую среду (совместное складирование галитовых отходов и глинисто-солевых шламов, высотное складирование галитовых отходов, складирование галитовых отходов на отработанных площадях шламохранилищ и наоборот и др.). Эти мероприятия начали частично реализовываться;

- внедрение методов реабилитации засоленных земель с использованием галофитов.

Литература

1. Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду: монография / Н. А. Лысухо, Д. М. Ерошина. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. – 210 с.

2. Социально-экономическая модель: становление и развитие : теория, методология. практика. Под общ. ред. В. Г. Гусакова В 2 кн. Кн. 1 / В. Г. Гусаков [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 554 с. – (Белорусская экономическая школа).

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОКАПСУЛЫ В БЕЛАРУСИ

Сакович Д. А., Курбан А. С.

Научный руководитель – Анисимов Ю. В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. Последние десятилетия сильно повлияли на способы и принципы возведения домов. Технологии 3D-печати ускорили строительство, а «зелёная» тема экологически чистого и энергонезависимого жилья стала доминировать в умах людей. Рассмотрим проект уникального компактного передвижного дома Ecosapsule.

Введение

Как ни странно, в наше время остаётся актуальной проблема жизни в гармонии с дикой природой. Наша прекрасная страна, которую также считают “лёгкими” Европы, совсем не исследована её жителями. В действительности люди редко покидают населённые пункты. Трудно назвать человека, не любящего природу, тем не менее большинство предпочитает комфортный отдых. В своей работе мы хотим представить пристойное место для жизни – переносной автономный дом, офис, научную лабораторию, главный плюс которого – экологичность.

Активная вырубка лесов, осушение болот, подготовка земли для строительства. Что если этого можно избежать? Переносную Экокапсулу можно установить где угодно, ведь она полностью самодостаточна. В своей работе мы подробнее поговорим о методах сбора дождевой воды использованных в капсуле, о её независимости от линий энергоснабжения, которая достигается благодаря солнечным батареям и ветряку.

Экокапсула оснащена всеми предметами первой необходимости для длительного проживания (рис. 1 и 2).



Рисунок 1. – Экокапсула

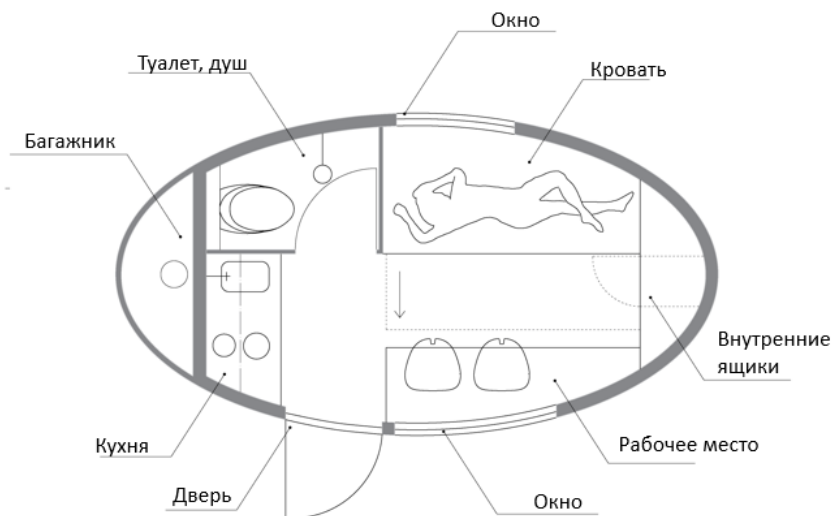


Рисунок 2. – План экокапсулы

Она содержит небольшую кухню, санузел с унитазом и душевой, выдвижную кровать, а также дополнительные отсеки для хранения вещей и различных бытовых нужд. Энергонезависимое «яйцо» - а именно такую форму имеет капсула - вмещает в себе всего около 8 кв. м. жилой площади (4,4x2,2x2,5), но благодаря продуманному дизайну нехватки пространства не ощущается.

Ее автономность обеспечивается благодаря интегрированным в крышу солнечным батареям мощностью 600 Вт площадью 2,6 кв. м. На случай, когда солнечной энергии недостаточно, предусмотрена также 750-ваттная ветровая турбина, устанавливаемая на телескопической опоре, которая легко собирается при транспортировке. Это создаёт энергосистему, способную давать электричество почти круглый год во многих местах, где нет линий электропередачи.

Уникальная сферическая форма Экокапсулы не только снижает до минимума теплотери, но и обеспечивает одну из важнейших вещей для автономного жилья – сбор дождевой воды. Собранная таким образом в специально резервуаре и прошедшая двухступенчатую фильтрацию вода становится полностью пригодной для питья.

Портативный низкоэнергетический экодом пригодится в различных сферах жизнедеятельности человека — он может стать, например, независимой исследовательской станцией, передвижным туристическим домиком, убежищем при стихийных бедствиях и выполнять множество других функций. Экокапсула помещается в стандартный грузовой контейнер, и для её транспортировки не нужно проводить никаких специальных приготовлений. Капсулу можно перевозить на корабле, самолёте, тащить автомобилем или даже с помощью животных.

Но так ли уникальна экокапсула? В современном мире существует множество разнообразных автодомов, жилых прицепов и других альтернатив передвижного жилья.

Любители отдыха на природе, которым надоел палаточный быт и хочется чуть большего комфорта, любители путешествовать, которым надоело платить солидные суммы за гостиницы, и владельцы дачных участков все чаще задумываются о покупке жилых прицепов.

За накопление и хранение электричества в прицепе отвечает один или несколько аккумуляторов. В прицепе установлен бак для

воды. Вдали от цивилизации понадобится дополнительный бак для воды. И все равно возникнет вопрос, надолго ли хватит воды и электроэнергетики такому дому.

С экокапсулой можно смело отправляться в любые путешествия, а источниками энергии послужат солнце и ветер. Это энергоэффективный, экономичный и экологичный вариант.

Заключение

Перспективы применения Экокапсулы в Беларуси очевидны. Это отличный экологичный и экономичный заменитель дачи. Многим придётся по вкусу не зависеть от населённых пунктов, линий энергоснабжения и топлива. Её установка не требует вырубки леса, осушения местности, либо переноса плодородных почв, также её можно устанавливать на крыше построенных зданий.

Её экологичность является неоспоримым преимуществом перед домами на колёсах, трейлерами и другими аналогами. Поэтому она непременно найдёт своего потребителя. Эти небольшие изменения в жизни человека приблизят нас к жизни в гармонии с природой.

Литература

1. Ecocapsule. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ecocapsule.sk>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Семёнова П. В.

Научный руководитель – Анисимов Ю. В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В данной работе изложена информация о способах снижения выбросов в атмосферу со стороны промышленных предприятий и возможности эксплуатации разработок микро-ГЭС. Использование возобновляемых источников энергии на территории Беларуси и их возможности.

Проблема загрязнения экологии всегда оставалась не решенной с того момента, как начался процесс индустриализации. В погоне за масштабностью развития каждой экономической инфраструктуры все больше подвергалась модификации атмосфера.

Увеличение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников по сравнению с предыдущим годом в Брестской области составило 32,1%, Гродненской – 10,5%, Минской – 5% и Могилевской – 3,8%.

В структуре выбросов основную роль играют такие вещества, как оксид углерода, углеводороды и оксиды азота. На долю оксида углерода приходится более половины, углеводородов — пятая и оксидов азота — десятая часть всего объема выбрасываемых загрязняющих веществ передвижными и стационарными источниками.

С 2007 г. продолжается общее снижение водопотребления в стране, которое произошло за счет сокращения использования воды на хозяйственно-питьевые и сельскохозяйственные нужды из-за ее плохой фильтрации. В производственном секторе потребление воды несколько выросло.

Наиболее загрязняющими атмосферу отраслями за счет выбросов отходов в атмосферу, воду и воздух являются металлургическая

и энергетическая. Сегодня я рассмотрю именно энергетическую отрасль.

Большая часть электроэнергии вырабатывается за счет приобретенных топливных энергоресурсов. На данный момент строится АЭС, которая в будущем сократит расходы на покупку сырья. Но всегда и во всем есть своё противоречие. Во-первых, своего топлива государство не имеет посредством географической обусловленности, закупая его за пределами государства, а чтобы не сильно это было по госбюджету, приобретает низкокачественный уголь.

Свои источники вод используются только на 5%. Также, государство не обделено солнечной энергией. Что и подтолкнуло на мысль введения в эксплуатацию комбинированной системы энергосбережения. Она предполагает сочетать энергию, полученную с ТЭЦ и от возобновляемых источников энергии. Были произведены следующие расчеты и исходя из них можно говорить о внедрении в эксплуатацию, как можно больше солнечных систем, еще более широкое использование ГЭС, как в бытовых условиях, так и в хозяйственных, а также установка газопылеочистителей на котельни ЖКХ.

В процессе обдумывания идеи и сбора материала появилась идея конструирования переносной микро-ГЭС на время отпуска или туризма. Модель микро-ГЭС будет представлять собой активную турбину осевого типа.

Генератор будет загерметизирован внутри установки и подавать энергию по проводам для дачников, а для туристов генерировать ее и передавать через USB-порт (специально оборудованная подставка).

Для того, чтобы определиться с размерами и гарантированной мощностью установки, мною были произведены гидравлические расчеты. Предполагалось получение мощности в 100 Вт (это уже с учетом КПД генератора равного 70% и механического КПД равного 98%). Диаметр турбины на выходе принимается 10 см. Преобразованная скорость потока $v=3\text{ м/с}$. Скорость течения реки редко превосходит 1 м/с . Поэтому при расчетах учитывалась скорость равная $0,6\text{ м/с}$. Диаметр на входе должен быть равен 22 см. Значит диаметры относятся, как $1/2$. Для мощности в 3 кВт скорость на выходе также 3 м/с , а диаметры составляют 50 см и 125 см ($2/5$).

Выбиралась среднестатистическая семья, которая потребляет $150 \frac{\text{кВт*ч}}{\text{мес}}$, т.е. в сутки в среднем 5-6 кВт. Используя солнечную инсоляцию города Минска (летнее время 4,95, зимнее 0,57) можно рассчитать примерное количество солнечных батарей, необходимых для выработки такой мощности. Наихудший период начинается в декабря, когда необходимо 8 штук. Летом все стабильно 1-2 штуки. Один солнечный модуль даёт 250 Вт на квадратный метр, предположим, что КПД панели будет 70%, с учетом потерь получаем 175 Вт. В сутки 1225 Вт.

Кроме того, с целью экономии и безопасности в жилых домах преимущество в выборе отдается светодиодной лампе из-за её высокой энергоёмкости, высокой яркости, низкой потребляемой мощности, безопасности для здоровья в отличие от люминесцентной лампы, содержащей пары ртути, обладает самым высоким КПД. По всем параметрам проигрывает лампа накаливания.

Поговорим о газопылеочистителях внедряемых в котельни. Я попробую рассчитать тот ущерб, который будет предотвращен после внедрения в использование установки в отопительные котельные, а также эффективность и экономическую выгоду для целесообразности эксплуатации.

Определим объем выбросов газа и пыли за год работы котельной:

$$V = G * V_{\text{уд}} = 1500 * 530 = 795000 \text{ м}^3/\text{год}$$

Определим приведенную массу выбросов газа и пыли за год работы после применения установки газопылеочистки:

$$\sum M_{\text{П1}} = 20,028 \text{ т/год}$$

Массы выбросов после эксплуатации установки сократятся более, чем в 7 раз.

Определим величину эколого-экономического ущерба, наносимого окружающей среде города выбросами котельной до применения установки газопылеочистки:

$$Y_0 = Y_{уд} * M_0 * \delta * f = 2400 * 143,047 * 1,228 * 0,81 = 341486 \text{ руб}$$

Определим величину эколого-экономического ущерба, наносимого окружающей среде города выбросами котельной после применения установки газопылеочистки:

$$Y_1 = Y_{уд} * M_{п} * \delta * f = 2400 * 20,028 * 1,228 * 0,81 = 47744 \text{ руб}$$

$$Y_{пр} = Y_0 - Y_1 = 389230 \text{ руб}$$

389230 – величина предотвращения экологического ущерба.

Определим экономическую эффективность применения установки газопылеочистки:

$$Э_{эф} = \left(\frac{389,23}{306 + 110} \right) * 100\% = 82\%$$

Данную установку целесообразно внедрять в производство для сокращения ущербов выброса загрязнителей в результате использования котельной города.

Подходя к завершению анализа, можно сказать, что улучшить экологию возможно, главное желание, цифры лишь показатель наших возможностей. На лекарства тратится гораздо больше средств. Поэтому в наших руках здоровье нации. Будет это сделано благодаря ГЭС или газоочистителям неизвестно, но данные варианты могут быть услышаны.

Литература

1. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : электронный курс лекций для студентов всех специальностей / Г. А. Чернушевич. – Минск : БГТУ, 2014 – 260 с.
 2. Гидравлика, гидромашин и гидроприводы: учебник / Башта Т. М., [и др.] – Альянс, 1982 – 400 с.
- Основы энергосбережения : учебник / Т.Г. Пospelова и Государственный комитет Республики Беларусь по энергосбережению и энергонадзору . - Минск : Технопринт, 2000. - 351 с.

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЧС

Шеймович А. И., Литвинчук М. А., Гончаревич Н. Н.

Научный руководитель – Мякота В.Г.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. Среди множества природных и антропогенных факторов, влияющих на состояние, динамику и экологическое равновесие лесного покрова, доминирующую роль играют лесные пожары.

Введение

Пожары - один из наиболее мощных экологических факторов, оказывающих многогранное влияние на лесные биогеоценозы. В суровых природных условиях они оказывают негативное воздействие на лесные экосистемы, уничтожают органический слой почвы, вызывая ее сильную эрозию и загрязняют атмосферу продуктами горения.

Леса играют огромную роль в жизни человека. Площадь, покрытая лесом, по миру в целом составляет 3 млрд. га, а биомасса составляет 1600 млрд. тонн сухого вещества. Неконтролируемое распространение огня наносит не только экономически значимый урон, но и имеет страшные последствия для экологии. Выгорание обширных площадей леса ведет к радикальному изменению экосистем пострадавшего региона, что в итоге может повлечь за собой непредсказуемый результат. В результате сгорания органических материалов при лесных пожарах в атмосферу выделяется в форме окисей углерода и сажи от 15 до 45 Мт в год.

Последствия лесных пожаров для окружающей среды:

- преобразуется видовое разнообразие биоценоза, появляется риск полного исчезновения в этих регионах редких пород деревьев;
- из-за гари и смога ухудшается здоровье людей;
- происходит частичное или полное повреждение жилых домов,

предприятий и хозяйственных построек, прилегающих к охваченному огнем району;

- нарушается сельскохозяйственная деятельность, так как задымленность препятствует полноценному процессу фотосинтеза;

- возникает необходимость финансовых затрат на восстановление поврежденных территорий.

- в огне погибает большое количество животных и растений, вследствие этого в дальнейшем происходит изменение видового разнообразия фауны и флоры;

- происходит выделение углекислого газа, сажи, окислов азота и других продуктов горения в приземный слой атмосферы, это меняет состав воздуха;

- из-за исчезновения лесного массива усиливается воздействие ветров на почву, что может привести к ее эрозии и опустыниванию земель;

- исчезновение деревьев и прочей растительности после пожара изменяет водный режим почвы;

- вследствие выгорания меняется минеральный состав почв.

Помимо экологической и экономической составляющей, лесные пожары оказывают негативные действия самого различного характера непосредственно на население. В результате задымления воздуха и выброса в атмосферу вредных продуктов горения страдает здоровье людей, в первую очередь это касается тех, у кого есть хронические заболевания органов дыхания. Сажа и токсические вещества, проникая в организм, вызывают раздражение и воспаление слизистых оболочек. Мы подготовили справку о крупнейших лесных пожарах по числу человеческих жертв. Всего за последние 20 лет в мире произошло шесть случаев крупных лесных пожаров, приведших к гибели 40 и более человек.

8 октября 1871 г. в США лесной пожар, возникший после длительной засухи и распространявшийся сильным ветром, который принес атмосферный фронт, привел к огненному шторму. Огонь полностью уничтожил город Пештиго (шт. Висконсин) и несколько небольших деревень. Погибли 1,5 тыс. человек - практически все жители поселений. Пожаром было уничтожено порядка 500 тыс. га леса.

С августа 1997 г. по март 1998 г. сильные лесные пожары бушевали в Индонезии. Огонь охватил территорию площадью более 2 млн га, к концу сентября пожары были объявлены национальным бедствием. В зоне бедствия находились более 70 млн человек. От легочных и респираторных расстройств, астмы, удушья погибли около 240 индонезийцев, десятки тысяч человек пострадали от смога. Аварии на воздушном, морском и речном транспорте в условиях низкой видимости из-за смога привели к гибели не менее 300 человек.

В июне - сентябре 2007 г. в различных районах Греции в условиях сильной жары, достигавшей плюс 40 градусов Цельсия, пожар уничтожил более 270 тыс. га леса. Наиболее серьезной ситуация была с 23 по 27 августа, когда пожарная обстановка вышла из-под контроля и огонь мог уничтожить все леса в районе горы Олимп. Всего в результате природного бедствия погибли 84 человека.

В феврале - марте 2009 г. в Австралии (штат Виктория) произошла рекордная за всю историю страны серия лесных пожаров, уничтожившая порядка 450 тыс. гектаров леса и приведшая к гибели в общей сложности 173 человек. При этом часть пожаров возникла из-за аварий на линиях электропередач или поджогов. 7 февраля огонь практически полностью уничтожил город Мэрисвиль (там погибли 45 человек)

2 декабря 2010 г. в Израиле близ горы Кармель (Хайфский округ) в условиях сильной засухи начался крупный лесной пожар. Были уничтожены 250 коттеджей, выгорело 5 тыс. га в заповедной зоне на склонах горы, огонь уничтожил около 5 млн деревьев. Погибли 44 человека, из них 39 были курсантами Управления тюрем Израиля (ШАБАС), которые ехали в автобусе, оказавшемся в огненной ловушке.

17 июня 2017 г. в Португалии в районе населенного пункта Педро-Гранди к северо-востоку от Лиссабона возник крупный лесной пожар. Сообщается как минимум о 57 погибших. Большинство из них оказались в огненной ловушке на автомобильной дороге при попытке эвакуироваться в безопасные районы.



Рисунок 1. -Лесной пожар в Греции

Заключение

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Представляется целесообразным рассмотреть вопрос об улучшении структур по контролю за профилактикой пожаров и соблюдением правил пожарной безопасности в лесах, отслеживанию пожарной обстановки, оперативной оценке ситуации и координации работ разных ведомств по тушению лесных пожаров.

Литература

1. Коровин, Г. Н., Исаев, А. С., Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России. «Лесной бюллетень», №8–9 2000 г.
2. Зайцев, А. П. «Стихийные бедствия, аварии, катастрофы». М. 2002 г. 4. Зайцев А.П. «Чрезвычайные ситуации». М. 2002 г.
3. Безопасность жизнедеятельности: Учебн. пособ. под общ. ред. Белова С. В. 3-е изд., 2001 г.

РАЗДЕЛ 4

ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФАХ

КАК ВЫЖИТЬ ПРИ КОРАБЛЕКРУШЕНИИ

Войтович А. В.

Научный руководитель – Крошнер И. П.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. При возникновении молниеносных катастроф применимые далее правила могут не сработать. Однако если есть хоть несколько минут до наступления времени X, вспоминайте эти правила выживания и применяйте их. Шанс выжить есть всегда.

Введение

Неважно, куда ты отправляешься – в круиз по Волге, по следам «Титаника» через Атлантику или на пароме по Западной Двине, – любой маршрут может оборваться кораблекрушением. Обычно все интересуются – как выжить после кораблекрушения, однако, более интересно – как спастись во время одного события. Согласитесь, если удалось спастись с тонущего корабля, то выживать уже можно, тут все зависит от вас. А вот в то время, пока корабль терпит бедствие – многое может зависеть от внешних обстоятельств и этих самых обстоятельств желательно избежать.

Факт. Крупнейшим кораблекрушением в истории человечества, произошедшим в мирное время, стала вовсе не история с «Титаником». 20 декабря 1987 года пассажирский паром «Донья Пас» недалеко от Филиппин столкнулся с танкером «Вектор». Пассажиры парома, прыгавшие с накренившегося судна, оказывались в вытекающей из танкера горячей нефти, от которой не спасало даже глубокое погружение под воду. Оставшиеся на борту либо задохнулись в густом дыму, либо утонули вместе с паромом. Всего на месте крушения погибли 4375 человек, позже от полученных ожогов скончались еще 30 пассажиров.

Кораблекрушение – катастрофа, произошедшая с судном, обычно приводящая к его сильному разрушению или гибели. Под кораб-

лекрушением понимают полное или частичное затопление судна, повреждение значимых частей судна или нарушение плавучести, которые произошли в результате воздействия внешних и внутренних факторов или объектов.

Причины кораблекрушений:

- столкновение с другим судном или объектом,
- стихийное бедствие и плохие погодные условия,
- конструкционные ошибки,
- выход из строя оборудования,
- плохая остойчивость судна,
- возгорание на судне,
- навигационные ошибки,
- разрушение корпуса давлением льда (в высоких широтах),
- одиночные "волны-убийцы",
- человеческий фактор, пренебрежение правилами «хорошей морской практики»,
- военные действия.

Советы по поведению на судне

1. *Наденьте на себя как можно больше одежды.* Для начала хочу опровергнуть столь распространенное мнение о том, что одежда тянет на дно. Нет, возможно, если вы решите плыть в бронежилете и стальных сапогах – то да, эти предметы имеют отрицательную плавучесть. Но обычная одежда намокнув не становится свинцовым грузом. Она поможет вам сохранить драгоценное тепло. Не бойтесь во всем этом моментально пойти ко дну – сверху вы как раз наденете спасательный жилет. Правило «Нырять в одежде» актуально и для теплых широт, так как в воде с температурой ниже 33°C – а даже в тропической зоне Мирового океана она достигает максимум 29-30 °C – вы довольно быстро погибнете от переохлаждения. Особенно интенсивно тепло уходит через голову, шею, область паха и ступни – эти части тела нужно защитить тщательнее всего.

2. Попав на любое судно, даже обычный речной трамвайчик, заинтересуйтесь расположением спасательных средств и изучите план эвакуации. *Выбирайтесь, руководствуясь планом эвакуации.* Ваша задача – попасть на верхнюю палубу, именно там на любом судне расположены спасательные шлюпки и надувные плоты. В первый же день на борту не поленитесь и пройдите весь предлагаемый путь

эвакуации из каюты. Запомните его детали. Если случится крушение, будет суматоха и паника, без тренировки в коридорах большого корабля вы точно заблудитесь. Не забывайте, что старинный морской закон гласит: в первую очередь в шлюпках должны оказаться женщины, дети и раненые. Последним же терпящее бедствие судно покидает капитан.

3. *Средства спасения.* Не думайте, что если вы можете проплыть в бассейне пару километров, то и на реальной воде вам легко будет повторить свой результат. Шоковое состояние, стесняющее движение одежда, низкая температура воды – все это будет работать против вас. Да еще и неизвестно, что может произойти в момент катастрофы, вполне возможно, что в момент столкновения с препятствием вы не удержите равновесие и ударитесь о какой-либо предмет. А много ли наплаваешь, например, со сломанной рукой? Да и погода может быть ветреная, а это значит, что придется бороться с волнами. Так что о средствах спасения лучше подумать заранее.

Как попасть в воду с тонущего судна и спастись

4. Если в надувную шлюпку или на плот придется прыгать прямо с борта теплохода, *убедитесь, что на вашей одежде и обуви нет металлических частей* – застежек, пряжек – которые могут повредить обшивку. Постарайтесь упасть на надувные части плавучего средства. Падайте боком, ни в коем случае нельзя приземляться на ноги, особенно на дно лодки – пробьете и погибнете, но не от воды, а от рук других пассажиров еще до прибытия помощи.

5. *Если прыгаете прямо в воду, лучше делать это «солдатиком»,* закрыв одной рукой нос и рот, а другой держась за спасательный жилет и крепко сжав ноги вместе. Обязательно посмотрите вниз, чтобы не прыгнуть кому-нибудь на голову. И, оказавшись в воде, начинайте отплывать в сторону пока на вас не приземлился следующий пассажир.

Опасаться надо не воронки (в книгах часто пишут о гигантских воронках, которые образуются в момент ухода корабля под воду), а воздуха, вырывающегося из ушедшей под воду части корабля.

Факт. 4 июля 1898 года французский пассажирский лайнер La Bourgogne (728 человек на борту) столкнулся в северной Атлантике с британским барком Cromartyshire. По несчастливой случай-

ности среди пассажиров были австрийские матросы, незадолго до этого уже пережившие кораблекрушение у берегов США и возвращавшиеся домой. Обезумев от страха, они устроили на борту кровавую бойню, прокладывая себе путь к спасательным шлюпкам выстрелами из пистолетов и не щадя при этом ни женщин, ни детей. Их примеру последовали пассажиры третьего класса, пустившие в ход ножи; оказавшись в шлюпках на воде, здоровяки били веслами по головам тем, кто пытался забраться следом, резали ухватившиеся за борта пальцы. Прибывшие спасатели обнаружили на месте крушения сплошь взрослых мужчин с испачканными кровью руками. Спаслось всего 173 человека, в том числе всего одна женщина и ни одного ребенка. С этой катастрофы предотвращение паники на борту стало главной задачей экипажей всех тонущих судов.

6. *Старайся делать как можно меньше движений, находясь в воде*, – береги энергию. Если видишь поблизости шлюпок – плыви к ней и залезай на борт. Если шлюпок нет, твоя задача м просто остаться на плаву. Не нужно беспорядочно бить руками по воде. «Прими позу эмбриона – подтяни колени к груди и обхвати их руками. В этом положении жилет все равно будет держать тебя, но потеря тепла значительно уменьшится, и ты выиграешь у смерти еще немного времени».

7. *Не пытайтесь плыть к берегу, даже если он вроде маячит на горизонте*. «В ясную погоду видимость до берега с поверхности воды составляет 7 км. Проплыть такое расстояние только что спрыгнувшему с корабля и полностью одетому пассажиру не под силу. А покинув место происшествия, ты сильно осложнишь спасателям задачу по твоим поискам».

8. *Подавайте сигналы спасателям*. Обычно спасательные жилеты оборудованы специальными маячками, которые автоматически загораются при контакте с водой. Однако если вам достался жилет без маячка или он не работает, начинай размахивать руками и привлекать к себе внимание, только когда действительно заметишь подмогу.

9. *Не пейте морскую воду*. Облегчения она не принесет, только усилит жажду, а при длительном употреблении нанесет серьезный вред здоровью. Вспомним французского ученого Алена Бомбара, который еще в 1952 году решил доказать, что человек способен

продержаться после кораблекрушения очень долго. Бомбар отправился с Канарских островов через Атлантику на резиновой лодке, питаясь сырой рыбой и планктоном. Пил он дождевую воду, а когда та заканчивалась – хлебал из-за борта морскую. Спору нет, француз выжил и за 65 дней достиг Барбадоса. Однако: Бомбар временно ослеп, потерял 25 кг веса, ногти на ногах и руках, заработал мало-кровие, хронические заболевания желудка и кишечника и долго не заживавшие язвы по всему телу, оставившие после себя малоприятного вида рубцы.

Факт. 52 часа в общей сложности провел в ледяных волнах Баренцева моря военный летчик Иван Куницын. 3 ноября 1962 года его истребитель потерял управление, Куницын катапультировался прямиком в воду температурой 4-6°C. Летчик смог забраться в надувную лодочку без весел и следующие 12 часов греб руками, добираясь до ближайшего островка. Не найдя на нем ни пищи, ни воды, ни даже укрытия от ветра, Куницын снова отправился в путь. И к утру 6 ноября он доплыл до очередного островка, где развел костер, – вскоре туда прибыл спасательный вертолет.

10. *Объединитесь с остальными пострадавшими.* Очень важно держаться организованной группой – сбившись в кучу, вы сможете гораздо дольше сохранять необходимое для выживания тепло, и большое скопление людей лучше заметно как с воды, так и с воздуха.

Заключение

Как показывает практика – большая часть людей гибнет именно из-за паники. 90% людей будет просто не соображая ломиться кто куда. Часть попытается бежать к шлюпкам, часть в каюты – спасти имущество, часть вообще непонятно куда. И тут, главное, сохранить ясную голову и не поддаться общей панике.

Литература

1. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://rusurvival.ru/text/Kak-vyizhitj-pri-korablekrushenii.html>
2. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.mhealth.ru/life/knowledge/kak-vyizhit-pri-korablekrushenii/>

КРИПТОВАЛЮТА КАК ИСТОЧНИК ИСТОЩЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Гайдук Д. М., Толярёнок В. С.

Научный руководитель – Мякота В. Г.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В данной научной статье рассмотрены проблемы, связанные с производством криптовалюты, а также пути решения возникшей проблемы.

Введение

Криптовалютой называют особую разновидность электронного платежного средства. Строго говоря, это математический код. Называется она так из-за того, что при обращении этих цифровых денег используются криптографические элементы, а именно электронная подпись. Единицей измерения в этой системе считаются «коины». Эти деньги существуют исключительно в цифровом виде.

Кажущийся на первый взгляд возможностью бесконечного заработка, майнинг, является очень энергозатратным процессом. Например, крупнейшая в России майнинговая ферма насчитывает около 3 тысяч Antminer S9, выдаёт производительность 38 петахешей в секунду, и за месяц потребляет более 3 ГВт электроэнергии. Стандартный месячный счёт за электричество — около 113 000 \$.

Такие затраты на электроэнергию майнинга — далеко не предел. Крупнейшие фермы Китая, которому безусловно принадлежит власть на рынке майнинга, тратят сотни тысяч долларов в месяц. Однако даже такие расходы несопоставимы с прибылью этих майнинговых ферм. Там находится 6 самых крупных майнинговых пулов и больше половины биткоинов мира добывается в Поднебесной. Китай – крупнейший оператор Bitcoin-шахт. Те, в свою очередь, потребляют около 25% всей энергии, используемой для добычи криптовалют. В Китае расположено около 58% майнинговых пулов.

Мир охватила майнинговая лихорадка. Добыча криптовалюты

превратилась в популярный вид заработка, и в этот процесс вовлекается все больше и больше людей. Майнеры активно ищут способы увеличить мощность своих компьютеров, однако в этой гонке мало кто задумывается над тем, как майнинг может повлиять на глобальный энергетический баланс, и не нарушит ли его. Специалисты уже высказывают опасения на этот счет.

Основатель множества проектов, математик Моритц Штрубе из Берлина, посчитал потребление электричества всей сетью. Математик подсчитал, что по всему миру майнинг-оборудование потребляет 1,17 тераватт-часов электричества в месяц ($1,17 \cdot 10^{12}$ Вт-часов). Например, Словения в месяц потребляет 1,08 тераватт-часов электричества, в Европе майнеры обгоняют Ирландию, Хорватию, Сербию, Словакию и Исландию. А в Африке и вовсе существуют всего три страны, энергопотребление которых превышает затраты на майнинг — это ЮАР, Египет и Алжир. И заметьте, данные говорят исключительно о затратах на майнинг биткоина, а в мире добываются и десятки других криптовалют. Так что общие затраты на майнинг могут в разы превосходить показатели, приведенные в данном исследовании.

Для добычи биткоинов выделяется количество энергии, примерно равное выбрасыванию в окружающую среду 7,6 млн тонн углекислого газа (CO_2). По подсчетам математика, столько выхлопного газа выделяет машина среднего класса за пробег 43,6 млрд км (примерно выброс всего автомобильного транспорта за месяц).

Энергозатраты на майнинг популярных криптовалют сравнимы с уровнем потребления энергии отдельных государств, таких как, например, Тунис и Хорватия. Об этом свидетельствуют данные Digiconomist. Этот информационный портал сформировал индексы энергопотребления для двух цифровых валют — биткоина и эфириума (бета-версия). Они получили название Bitcoin Energy Consumption Index и Ethereum Energy Consumption Index соответственно. Расчет производится с учетом общей выручки за майнинг криптовалюты и трат энергии, необходимой для получения выручки. Результат затем сравнивается с энергопотреблением государств.

Согласно статистике Digiconomist, за последний месяц энергопотребление сети Bitcoin увеличилось на 25% и в приведении к годовому численению достигло 35,77 ТВт·ч. Это больше, чем годовое энергопотребление Дании (33 ТВт·ч), Беларуси (33,8 ТВт·ч) или

Болгарии (34,9 ТВт·ч).

На данный момент на долю Bitcoin приходится 0,16% потребляемого в мире электричества. Специалисты считают, что если рост продолжится такими же темпами, то это сильно повлияет на мировую энергосистему.

Если тенденция продолжится (рост на 25-30% в месяц), то ничего хорошего нас не ждёт. Например, алармисты из организации ZeroHedge подсчитали, что тогда к октябрю 2018 года энергопотребление сети Bitcoin сравняется с Великобританией (309 ТВт·ч), в июле 2019 года — с США (3913 ТВт·ч), а в феврале 2020 года Bitcoin «будет потреблять всё электричество в мире» (21 776 ТВт·ч). По данным на 23 августа, энергозатраты на майнинг биткоинов превышают 16 тераватт-часов в год. Это немногим меньше, чем у Туниса (16,09), и больше, чем у Хорватии (15,74). Показатель эфириума — 4,98 тераватт-часа в год. Он обогнал Молдавию (4,93) и уступил Косово (5,11).

Джордан Рочестер — эксперт компании Nomiga считает, что криптовалюта биткоин оказывает влияние на многие процессы в современном мире, в том числе и на энергетику. Он обращает внимание, что темпы такого расхода энергии на майнинг криптовалюты растут быстрее прогнозов. Самый стремительный рост наблюдается в Китае, поскольку там находится 71% всех ферм для майнинга биткоинов.

Эксперт отмечает, что пока биткоин не оказывает существенное влияние на мировой рынок, но уже воздействует на азиатские региональные рынки. В частности, на Японию приходится 50 % мировых продаж биткоинов.

В 2018 году, по прогнозам Credit Suisse, майнеры израсходуют не более \$5 млрд на электрическую энергию, и это совсем немного на фоне мировых энергозатрат в объеме \$6 трлн.

Оптимисты считают, что возможные энергетические кризисы из-за майнинга будут ускорять прогресс, и способствовать быстрому развитию энергосберегающих технологий.

Заключение

Одним из способов снижения выбросов углекислого газа и затрат электроэнергии при добычи криптовалюты будет использование нетрадиционных источников энергии, что снизит степень влия-

ния на электрические ресурсы: развитие атомной энергетики. Из диаграммы видно, что в перспективе на нетрадиционные источники будет приходиться 38%, однако не следует забывать, что потребление энергии для производства криптовалюты будет увеличиваться.



Рисунок 1. – Диаграмма перспективы использования нетрадиционных источников энергии

Литература

1. Дэвинс Д. Энергия. - М.: Энергоатомиздат, 2003.
2. Конторович А. Э. Мировая система обеспечения энергетическими ресурсами: региональные центры, устойчивые тенденции, политика России // Нефтяное хозяйство. 2009. № 1. - С. 24-27.
3. Коробкин В. И. Экология: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. - Ростов н/Д: Феникс, 2008.
4. Кузьмин В. Н. Основы природопользования. – М.: АСТ, 2009.
5. Мышко Ф. Г. Экологическая безопасность. - М, 2008.
6. Николайкин Н. И. Экология: учебник для студентов вузов. - М.: Дрофа, 2007.
7. Половина энергоресурсов России уходит в пустоту. // ЭКОСинформ. - 2010. № 1. - С. 9-10.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ УРАГАНОВ

Макеева К. В., Лаппо А. С.

Научный руководитель- Анисимов Ю. В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В последнее время участилось количество стихийных бедствий на Земле. В докладе приводится описание стихийных бедствий, их динамика, и новые методы, позволяющие ослабить их разрушающее влияние.

Введение

Беларусь защищена от таких природных катаклизмов, как землетрясение и цунами. Однако на территории страны возможно возникновение более 30 видов других чрезвычайных ситуаций природного характера.

69 процентов всех происшествий природного характера в Беларуси приходятся на долю метеорологических явлений. Бури и ураганы на территории страны характерны для всех областей с вероятностью возникновения 2-3 раза в год. Разрушительные шквалы и смерчи бывают, как правило, раз в два года.

Ураганы — гигантские атмосферные вихри с убывающим к центру давлением воздуха и очень высокой скоростью воздушного потока, — одно из самых опасных и разрушительных явлений на нашей планете. В умеренных широтах они возникают из-за значительных контрастов температур и давлений смежных воздушных масс. В тропических широтах ураганы зарождаются над поверхностью океана из-за конденсации пара в обширном слое влажного воздуха и несут в себе огромную энергию.

Актуальность точного прогнозирования

Учитывая разрушительные последствия ураганов, необходимость их точного прогнозирования трудно переоценить. До появления искусственных спутников Земли единственным средством сле-

жения за ураганами были самолеты, которые летали над циклонами. Но и сегодня спутники не могут дать исчерпывающей информации, например, определить внутреннее барометрическое давление урагана или точную скорость ветра. Кроме того, спутнику могут помешать «увидеть» зарождающийся циклон плотные облака.

Поэтому, несмотря на наличие спутниковых систем, сенсоров и радаров, авиация по-прежнему играет важную роль в прогнозировании. Правда, часть современных «охотников за ураганами» — оснащенные инструментами для наблюдения за бурями «изнутри» беспилотники. Например, NASA для изучения тропических циклонов использует небольшой беспилотный воздушный флот, состоящий из аппаратов Global Hawk, еще с 2010 года. А современные компьютерные мощности позволяют строить довольно точные модели атмосферы. Таким образом, анализируя данные из различных источников, ученые могут предсказывать дальнейшую «жизнь» циклона, средняя продолжительность которой составляет 9-12 дней.

Но, несмотря на большой скачок в моделировании траектории движения ураганов, сделанный в последние годы, возможности предсказывать мощь ураганов улучшились незначительно. Неточные предсказания могут приводить к человеческим жертвам и разрушениям, которые можно бы было предотвратить. Неоправданно пессимистичные прогнозы вынуждают понапрасну останавливать производства, закрывать школы и другие учреждения, прекращать добычу полезных ископаемых, эвакуировать людей из их собственных домов и, таким образом, нести большие финансовые издержки. Ученые из НИЯУ МИФИ надеются, что им удастся улучшить эту ситуацию.

Предшественниками зарождения и дальнейшего развития урагана являются изменения в атмосфере. Следовательно, отслеживая эти изменения, можно наблюдать за циклоном и предвосхищать происходящие в нем процессы.

«Мюонный годоскоп УРАГАН»

Он способен регистрировать и анализировать в режиме реального времени модуляции потока вторичных космических лучей на поверхности Земли, вызванные различными процессами в гелиосфере, магнитосфере и атмосфере Земли. Уникальность созданного годоскопа заключается в том, что он в режиме реального времени поз-

воляет восстанавливать трек каждого мюона и получать мюонографии (по аналогии с рентгенографиями). Мюоны — элементарные частицы, которые возникают в атмосфере Земли в результате ряда преобразований частиц, прилетающих из космоса. Анализ мюонографий дает возможность осуществлять оперативный мониторинг большой зоны гелиосферы и контролировать состояние атмосферы до высот 15-20 километров над уровнем моря.

По словам ученого, новый годоскоп обеспечивает очень высокую точность прогнозов. Для того чтобы следить за атмосферой над территорией России, площадь которой составляет 17,1 миллиона квадратных километров, понадобится четыре годоскопа типа УРАГАН. Для сравнения, площадь второго по величине земного океана — Атлантического — 91,66 миллиона, то есть примерно в пять раз больше. Учитывая, что ураганы возникают не над всей поверхностью океана, а подавляющее большинство тропических циклонов формируется между 10 и 30 градусами широты обоих полушарий, количество годоскопов, необходимых для контроля такой территории, невелико.

Годоскоп типа УРАГАН не только прост в обслуживании, но и мобилен. Его можно уместить в грузовике и при необходимости возить с места на место. Но в отличие от крылатых «охотников за ураганами» в постоянных перемещениях годоскопов, в общем-то, нет необходимости, так как они способны следить за циклоном и анализировать его на расстоянии.

Раньше мюонные детекторы уже использовали для просвечивания египетских пирамид, разработаны проекты их использования для выявления ядерной контрабанды и мониторинга активности вулканов. Ученые из НИЯУ МИФИ надеются, что теперь метод мюонной диагностики внесет свой вклад в исследование ураганов и даст возможность увеличить точность прогнозирования их силы. А это, в свою очередь, поможет избежать лишних финансовых издержек, а в некоторых случаях и человеческих жертв, в регионах, находящихся в зоне риска ураганов.

Также годоскоп, разработанный в НИЯУ МИФИ, способен прогнозировать развитие потенциально опасных явлений в гелиосфере, вызванных активностью Солнца, магнитных бурь и других природных катаклизмов.

Заключение

Количество ураганов растет с каждым годом, соответственно вырастает и материальные затраты, связанные с устранением последствий, и количество жертв. Данная разработка позволит во много раз ускорить получение данных, и значительно уменьшить количество потерь, она работает на значительных расстояниях, поэтому целесообразно установить данное оборудование по периметрам возникновения ураганов.

Литература

1. Стихийные бедствия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Статистика ЧС за последние годы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mchs.gov.by/ministerstvo/statistika/svedeniya-o-chs/>
3. Причины возникновения ураганов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ria.ru/spravka/20121030/907893784.html>
4. Динамика количества ураганов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nkj.ru/archive/articles/4561/>
5. Устройство прибора мюонный годоскоп Ураган. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ununevod.mephi.ru/ru/uragan.html>

СЕЙСМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СЕЙСМИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Пищулина Я. В.

Научный руководитель – Уласик Т. М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В данной статье рассматривается сейсмичность территории Беларуси и её проявления, а также нормы по сейсмической устойчивости высотных зданий, существующие в Республике Беларусь.

Введение

Природные катаклизмы с каждым днём происходят всё чаще, последствия от которых насчитываются десятками тысяч жертв и миллиардами долларов. К сожалению, не существует абсолютно точных способов предупреждения таких явлений, в частности тех, которые могут проявиться в абсолютно неожиданных точках. И, к счастью, разработаны меры, закреплённые в нормативных документах, предусматривающие их применение для защиты людей и защиты зданий от разрушений.

Территория Беларуси расположена на западе древней Восточно-Европейской платформы. На кристаллическом фундаменте, сложенном метаморфическими и магматическими породами и имеющем архейско-раннепротерозойский возраст, залегает платформенный чехол, который почти целиком состоит из осадочных пород, которые в ряде районов прорываются магматическими образованиями или переслаиваются с ними. По глубине залегания кристаллического фундамента на территории Беларуси выделяются: обширная положительная структура, три крупные отрицательные и четыре структуры с глубиной залегания фундамента, промежуточной между отрицательными и положительными структурами.

В Европе наиболее подвержен сейсмическому воздействию

Трансазиатский сейсмический пояс.

Для нас самая болевая точка - это землетрясения, которые происходят в Румынии. Очаги зарождаются в Восточных Карпатах (зона Вранча), где происходят глубокофокусные землетрясения, волны от которых доходят и до Беларуси. Средиземноморско-Трансазиатский пояс, как следует из его названия, простирается через все Средиземное море, включая в себя южно-европейские, северно-африканские и ближневосточные регионы. Далее он тянется практически через всю Азию, по хребтам Кавказа и Ирана до самых Гималаев, к Мьянме и Таиланду, где, по оценкам некоторых ученых, соединяется с сейсмической Тихоокеанской зоной.

Возникновение подземных толчков связано как с воздействием трансасиатского сейсмического пояса, так и с горнодобывающей деятельностью человека. Регулярно небольшие землетрясения происходят в Солигорском горнопромышленном районе. Все они слабые и являются ничем иным, как реакцией земли на техногенное вмешательство.

Сейсмические проявления на территории Беларуси

Землетрясения, зафиксированные на территории Беларуси с 1887 года, приведены в табл. 1.

В Республике Беларусь существует Центр геофизического мониторинга Национальной академии наук. В его состав входит сеть сейсмических станций, которые обеспечивают контроль за происходящей сейсмичностью. В их числе – Плещеницкая геофизическая обсерватория, геофизическая обсерватория на Нарочи, сейсмические станции в Солигорске, Полоцке, Могилеве и Литвянах Островецкого района.

В 2008 году был выпущен специальный норматив - "Технический кодекс установившейся практики для высотных зданий", который регламентирует в том числе и проведение работ по оценке сейсмической опасности при строительстве высотных зданий.

Таблица 1. – Землетрясения на территории Беларуси

Год	Место	Балл	Проявления
1887 г.	г. Борисов	M=3,7	В нескольких местах был слышен подземный гул, подобный грому; во многих домах разбились стекла.
1893 г.	г. Могилев	M=3,5	Первый удар короткий, но сильный; второй слабее первого, но более продолжительный; направление с северо-запада.
1896 г.	г. Могилев	M=4,0	Землетрясение происходило в течение нескольких секунд, ощущалось сотрясение стула, лампы настольные дрожали, слабый гул слышался.
1908 г.	поселок Гудогай	M=4,5	Страшный гром, звон оконных стекол, впечатление, что падает дом; земля дрожала, животные падали на колени, образовался глубокий ров.
1978 г.	г. Солигорск	M=3,5	Ощущался гул, дребезжали оконные стекла, раскачивались всякие предметы, В шахте калийного комбината произошел обвал кровли штрека.
1983 г.	40 км от г. Солигорска	M=2,8	Ощущался гул, дребезжание стекол, раскачивание всяких предметов, скрип полов, мебели, образовались отдельные трещины в штукатурке.
1985 г.	10 км от г. Глуска, Солигорский район	M=3,1	Люди ощущали колебания полов, наблюдали раскачивание висящих предметов и цветов.
1998 г.	поселок Погост (10 км от г. Солигорска)	M=1,9	Дребезжание стекол, самопроизвольное открывание дверей, трещины.
1998 г.	поселок Исерно (13 км от г. Солигорска)	M=0,8	Каких либо обрушений в шахте зафиксировано не было.

Стандарты и нормы сейсмического строительства

Высотными считаются все здания и сооружения от 75 м до 150 м, независимо от их назначения.

В качестве фундаментов высотных зданий рекомендуются: свайные опоры; массивные плиты; плитно-свайные; шлицевые (щелевые).

Проектирование и расчет фундаментов и подземной части высот-

ного здания в районах с сейсмичностью более 5 баллов следует вести на основное и особое сочетание нагрузок и воздействий, возникающих на всех стадиях его возведения и эксплуатации согласно СНиП II-7, СНиП 2.01.07, разделу 7, приложениям Б и В.

Для оценки степени сейсмической опасности территории Беларуси принята карта общего сейсмического районирования Северной Евразии ОСР-97-D с врезкой карты территории Беларуси и списком основных населенных пунктов. Расчеты высотных зданий с учетом сейсмических воздействий необходимо производить прямым динамическим методом с использованием инструментальных записей ускорений оснований (акселерограмм).

При расчете зданий следует принимать наиболее опасную ориентацию сейсмического воздействия, реализующую максимум динамической реакции.

Заключение

Землетрясения, произошедшие на территории Беларуси, начинают датироваться концом 19 в. Они носят тектонический и техногенный характер. На данный момент предусмотрен специальный документ ТКП 45-3.02-108-2008 (приложение Б, В), регламентирующий нормы строительства высотных зданий и проведение работ по оценке сейсмической опасности при строительстве.

Литература

1. Гарецкий, Р. Г. Эколого-тектонифизическая среда Беларуси/ Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев. – Минск: Беларуская навука, 2015.- 175с.-ISBN 978-985-08-1906-2.
2. Аронов, А. Г. Сейсмологические исследования при строительстве Белорусской АЭС // Наука та будівництво. – 2015'4. – С. 40–44.
3. Высотные здания. Строительные нормы проектирования = Вышынныя быдынкi. Будаўнічыя нормы праектавання ТКП 45-3.02-108-2008 (02250). Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Минск, 2008.
4. Сейсмоустойчивость зданий. Справка. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://ria.ru/jpquake_info/20110311/344900842.html