

Независимый электронный журнал ГеоИнфо

СЕНТЯБРЬ • 09–2022



100+

TECHNO BUILD

IX Международный
строительный форум
и выставка

forum-100.ru

18-21 октября 2022
Екатеринбург



стать экспонентом

13 000
посетителей

235
экспонентов

500
спикеров

120
секций

25
стран

*показатели 2021 года

ГЛАВНАЯ ТЕМА**Анализ проблем «городов-губок» в Китае** 6

ЧЖАН ДОХУЭЙ

*Компания Harbour International Education Technology (Harbour Education), г. Пекин, Китай***Взаимосвязь между управлением «губчатыми объектами» и водной средой при строительстве «города-губки»** 12

ЧЖОУ ЦЗИНЬЧАО

*Факультет управления Тяньцзиньского технологического университета, г. Тяньцзинь, Китай***МЕХАНИКА ГРУНТОВ И ГЕОТЕХНИКА****Сравнение моделей грунта Рамберга – Осгуда и Хардина – Дрневича в программе Midas GTS NX** 16

АХМАД МАДЖД

Кафедра геотехники и проектирования зданий и сооружений факультета архитектуры, гражданского строительства и транспортных наук Университета имени Иштвана Сечени, г. Дьёр, Венгрия

РЭЙ РИЧАРД

*Кафедра геотехники и проектирования зданий и сооружений факультета архитектуры, гражданского строительства и транспортных наук Университета имени Иштвана Сечени, г. Дьёр, Венгрия***ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИИ****ТАТЬЯНА ГОРБАЧЕВА: В России необходимо создать качественную нормативную базу по инженерной защите** 24**О повреждениях анкерных болтов в фундаментах сооружений инженерной защиты от склоновых процессов** 28

БОСТ МАРИОН

Лаборатория горных рисков и геотехнических сооружений Лионского кластера Университета Гюстава Эйфеля, доктор технических наук, г. Лион, Франция

ГАЙЕ ЛОРАН

Лаборатория металлических и кабельных конструкций Нантского кластера Университета Гюстава Эйфеля, г. Нант, Франция

ФАРЖЬЕ ЯННИК

Группа по изучению возникновения горных рисков и геотехнических сооружений Лионского кластера Университета Гюстава Эйфеля, доктор технических наук, г. Лион, Франция

МАРТИН РЕМИ

*Служба восстановления нарушенных земель в горной местности Национального управления лесного хозяйства, г. Гренобль, Франция***ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ****Новые подходы в мониторинге опасных геологических процессов на трубопроводах** 36

МАКСИМ БАБОРЫКИН

Главный аналитик центра геоинформационных систем АНО ВО «Университет Иннополис», кандидат геолого-минералогических наук

ЕЛЕНА ЖИДИЛЯЕВА

*Старший преподаватель кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники Института географии, геологии, туризма и сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»***ПРИЛОЖЕНИЕ «ДИСКУССИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ»****В Москве прошло Всероссийское совещание изыскателей. Будут ли выводы в Минстрое?** 42

ВИКТОР АНАНКО

*Главный редактор***110 лет со дня рождения В. Д. Ломтадзе** 48

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ СПОНСОРЫ ПРОЕКТА



ООО «ПЕТРОМОДЕЛИНГ»



Австрийская компания
«TRUMER SCHUTZBAUTEN GMBH»
ООО «РТ ТРУМЕР»



Институт
экологического
проектирования
и изысканий

АО «ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗЫСКАНИЙ»



Maccaferri / ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ



ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

ООО НПП «ГЕОТЕК»



Компания
Mountain Risk Consultancy

СПОНСОРЫ ПРОЕКТА



MalinSoft



ООО «МИДАС» / MIDAS IT



Геотехническая лаборатория
АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ»



ООО «НИЖЕГОРОДСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»



ООО «ГЕОИНЖЕРВИС» / FUGRO

EngGeo

Обработка и хранение результатов
инженерно-геологических
изысканий

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ENGCEO»



ООО «ПРОГРЕССГЕО»



НПО «ТЕРРАЗОНД»



ООО «КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ



Программный комплекс RosScience

ADVANCED SURVEY
TECHNOLOGIES

ООО «СОВРЕМЕННЫЕ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ» (ADVANCED SURVEY
TECHNOLOGIES) - ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ROSSCIENCE В РОССИИ



ООО «КБ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ»

ООО НПП «ГЕОТЕК» - ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ, МЕРЗЛЫХ, КРУПНООБЛОМОЧНЫХ И СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ.

ПРИБОРЫ КРИОЛОГИЧЕСКИЕ СЕРИИ СТАНДАРТ

ХИТ продаж

Прибор компрессионный криологический ГТ 1.1.11



Прибор срезной криологический ГТ 1.2.14



Прибор шариковый штамп криологический ГТ 1.6.2



Температура окружающей среды **+5 (±2) С°**
 Прибор разработан для эксплуатации в холодильной камере (камера не входит в состав прибора)

ВОЗМОЖНОСТИ:

- автоматизированный режим испытания с поддержанием заданной отрицательной температуры каждого образца;
- прибор работает при пониженных температурах;
- автоматическое управление температурой образца;
- испытание до трех образцов в одном приборе;
- измерение температуры каждого образца.

ПРИБОРЫ ОБЕСПЕЧИВАЮТ ПРОВЕДЕНИЕ СЛЕДУЮЩИХ ИСПЫТАНИЙ:

- **Прибор компрессионный криологический ГТ.1.1.11**
-испытание по ГОСТ 12248.10-2020 на сжатие и сжатие с оттаиванием;
- **Прибор срезной криологический ГТ 1.2.14**
-испытания по ГОСТ 12248.8-2020 на срез по поверхности смерзания;
-испытания по ГОСТ Р56726-2015 по определению касательных сил морозного пучения;
- **Прибор шариковый штамп криологический ГТ 1.6.2**
-испытания по ГОСТ 12248.7-2020 шариковым штампом.

ПОЧЕМУ ВЫБИРАЮТ НАС



Высокое качество



Выгодная цена



Надежный сервис



Экономия бюджета испытаний

440004, Россия, г. Пенза, ул. Центральная, строение 1М,
 +7(8412) 999-189, 8-800-200-16-05 (звонок по России бесплатный),
 sales@npp-geotek.ru, npp-geotek.com

* На правах рекламы



Автор фото: Аптикаева Г.Ф.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ «ГОРОДОВ-ГУБОК» В КИТАЕ

ЧЖАН ДОХУЭЙ (ZHANG DUOHUI)
Компания Harbour International
Education Technology
(Harbour Education), г. Пекин, Китай

Представляем вниманию читателей адаптированный и немного сокращенный перевод доклада «Анализ проблем “городов-губок” в Китае» с иллюстрациями из дополнительных источников. Этот доклад был сделан в 2019 году на Международной конференции по научным методам управления и индустриальной экономике (MSIE 2019). Его автором является Дохуэй Чжан – представитель пекинской компании Harbour International Education Technology (Harbour Education), занимающейся изучением и внедрением в Китае международных образовательных технологий.

В настоящее время по мере развития урбанизации необходимо искать пути преодоления проблем наводнений и подтопления в городах. В переведенном докладе автор знакомит читателей с историей концепции «городов-губок», разработанной в Китае, с окончательным решением китайского правительства по этому поводу и анализирует результаты данного решения. Внимание автора сосредоточено на серьезных недостатках систем регулирования ливневых стоков, которые мешают модернизации «городов-губок». Кроме того, в представленной работе рассматривается исторический опыт по соответствующим проблемам и выдвигаются предложения по их решению.

ВВЕДЕНИЕ ►

Градостроительное проектирование всегда было важным показателем для оценки общего состояния страны. Китай, стремящийся стать развитой страной, работает над решением проблем наводнений и подтопления в городах.

В этом докладе будет рассказано о предпосылках возникновения и разработки концепции «городов-губок» (sponge cities), об окончательном решении китайского правительства в данном отношении и о влиянии этого решения на жизнь китайских городов.

Принимая во внимание существующую систему управления ливневыми стоками, непросто оценить эффективность создания «городов-губок» (или их соответствующей модернизации), просто изучив такие системы в других развитых странах. В представленной работе основное внимание будет уделено серьезнейшим недостаткам этих систем, препятствующим переобустройству городов с превращением их в гигантские «губки», и обзору практического опыта решения подобных проблем. На основе этого будут выдвинуты предложения по управлению водными ресурсами в городских условиях.

ИСТОРИЯ КОНЦЕПЦИИ «ГОРОДОВ-ГУБОК» ►

Учитывая причины, по которым китайское правительство вывело концепцию «городов-губок» на уровень общенациональной политики, проектирование строительства или модернизации таких городов отличается от предыдущей практики по своей направленности, которая заключается в полном предотвращении наводнений и подтоплений на их территориях. И при этом вместо того, чтобы просто уменьшать поверхностный сток в городских районах и выводить лишнюю воду за их пределы по ливневой канализации, дождевые воды будут полностью использовать для нужд городов благодаря созданию интегрированных систем, помогающих осуществляться безопасному круговороту воды в пределах их территорий, причем с большой для них пользой [11].

Возникновение и развитие концепции «городов-губок» ►

Внезапное и интенсивное выпадение атмосферных осадков является проблемой, характерной не только для Китая и не только в наше время (рис. 1). Одним из наиболее важных свойств «городов-губок» является уменьшение в них поверхностного стока, но не традицион-



Рис. 1. Последствия интенсивного выпадения дождевых осадков в Китае и в Европе (travelask.ru; building-tech.org)



Рис. 2. «Зеленая» инфраструктура территории санатория «Белый лебедь» во Владивостоке (автор фото: Аптикаева Г.Ф.)

ным способом. Эта концепция восходит к древним временам, но на практике ее действительно успешно впервые применили только в конце 2000-х годов (предложили ее в начале 2000-х годов в Китае. – *Ред.*).

Наилучшая система управленческого контроля (BMPs – Best Management Control system)

Традиционным средством отведения основного количества поверхностных вод является система ливневой канализации (являющаяся частью наилучшей системы управленческого контроля BMPs), которая имеет в плане сетчатую структуру и в которой для предотвращения загрязнения окружающей среды обычно выполняется очистка воды специальными инженерными методами (например, с помощью фильтров, осветлителей). По такой системе ливневые воды собираются с определенной городской территории и после очистки (в идеале. – *Ред.*) отводятся в природные водные

объекты. Но, как показывает практика, это не всегда может защитить города от наводнений или подтопления [2].

Такая традиционная система позволяет поверхностным стокам выходить за рамки контроля градостроителей, если их окажется слишком много. Более того, выход из строя даже только одного ее узла отрицательно повлияет на работу остальных узлов, что может вывести из строя и их. А это может привести к наводнению или потоплению.

«Зеленая» инфраструктура (GI – Green Infrastructure), или «зеленая» инфраструктура ливневых стоков (GSI – Green Stormwater Infrastructure)

Для решения все более сложных задач по управлению дождевыми водами многие западные страны ввели концепцию «зеленая инфраструктура», которая должна создаваться с использованием того, что уже «придумала» сама природа (рис. 2–4). Данная концепция восходит



Рис. 3. «Зеленая» инфраструктура территории вокруг Владивостокского океанариума (автор фото: Аптикаева Г.Ф.)



Рис. 4. Один из многочисленных парков Вьетнама с газонами, водопроницаемыми дорожками и прудами (автор фото: Аптикаева Г.Ф.)

к середине IX века, когда начали появляться городские парки. А глобальная защита экологии, начавшаяся примерно в 1960-х годах, привлекает к этой теме внимание многих исследователей, способствуя ее развитию. В 2000-х годах эта концепция уже получила широкое распространение и начала внедряться не только в градостроительном проектировании, но и в других сферах [4, 6].

Метод минимального воздействия на окружающую среду при застройке (LID – Low-Impact Development). Сравнение с традиционными системами

Минимальное воздействие на окружающую среду при застройке является первой систематически используемой технической мерой при реализации концепции «зеленая инфраструктура». Этот

метод был разработан в 1990 году в округе Принс-Джордж штата Мэриленд США как альтернатива традиционной системе управленческого контроля BMPs, в которой для предотвращения загрязнения окружающей среды обычно использовались инженерные инструменты очистки сточных вод (фильтры, осветлители и пр.). В случае округа Принс-Джордж в качестве замены метода «зеленой» инфраструктуры применялся метод минимального воздействия на окружающую среду при застройке (или же он использовался совместно с исходной дренажной системой, которая состояла в основном из сети ливневой канализации с ливневыми коллекторами, откуда вода отводилась в водные объекты) [7].

Технология минимального воздействия на окружающую среду заключалась в том, что вместо строительства канализационных систем для непосредственного отвода ливневых вод в водные объекты устанавливались многочисленные барьеры для разделения дождевой воды на части и ее хранения в разных специальных местах (или же ливневые воды собирались по бесчисленным более мелким путям). Это значительно улучшило функции бывшей системы управленческого контроля BMPs. Вышеупомянутые барьеры в основном состояли из биологических материалов. Вот почему метод минимального воздействия на окружающую среду был отнесен к технологии «зеленая инфраструктура». Наиболее распространенными примерами таких барьеров были озелененные крыши, озелененные стены и биозащитные стенки.

Приметы использования технологии минимального воздействия на окружающую среду можно найти и во многих других развитых странах. Например, в Великобритании подобная система называется *устойчивой дренажной системой*, а в Австралии – *водочувствительным градостроительным проектированием* [9]. Однако термин «минимальное воздействие на окружающую среду при застройке» (LID) по-прежнему является наиболее распространенным в рассматриваемом отношении. До того как этот термин был введен в Китае, он использовался в странах Северной Европы, например в Голландии.

Иновационная система управления водными ресурсами города на основе технологии минимального воздействия на окружающую среду

В дополнение к решению задач, выполнявшихся с помощью предшествующей

шей технологии, метод минимального воздействия на окружающую среду позволяет управлять водоупотреблением.

Ливневые воды в большинстве случаев можно отнести к слабозагрязненным водам. По сравнению с составом воды из водоочистных сооружений состав ливневых вод более непредсказуем по составу и даже меняется в течение коротких промежутков времени. Как и у воды из других источников, состав дождевых вод зависит от окружающей среды и процесса их сбора. Стоки, собираемые с крыш, вначале слегка загрязнены, но после последующей обработки они становятся относительно чистыми. Но стоки с дорог содержат различные вредные загрязняющие вещества, в том числе такие относительно необычные для воды загрязнители, как металлы, нефть и резина.

ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С «ГОРОДАМИ-ГУБКАМИ» ▶

Как крупная развивающаяся страна, которая поощряет преобразование своих городов в гигантские «губки», Китай сталкивается с рядом проблем, о которых развитым странам беспокоиться не надо. «Городам-губкам» в Китае угрожают высокая плотность населения и загрязнение окружающей среды.

Одним из наиболее существенных различий между существующими на Западе городами с «зеленой» инфраструктурой и китайскими мегаполисами, в которых развиваются пилотные проекты по созданию «городов-губок», является качество собираемой воды. Поэтому далее в данной работе будут обсуждаться традиционные методы, используемые в этой сфере в Китае, и предлагаться подходящие новые решения.

Во многих частях Китая одними из самых распространенных и разрушительных стихийных бедствий считаются наводнения и подтопление (рис. 5). В результате них страна теряет сотни жизней и миллионы долларов. Их причины и движущие силы можно было бы разделить на контролируемые и неконтролируемые (для китайского правительства). Чтобы предотвратить такие бедствия, правительство Китая пытается модифицировать города с превращением их в гигантские «губки». На эту политику в значительной степени влияют следующие три фактора: недостатки исходных «серых» инфраструктур;



Рис. 5. Во многих частях Китая одними из самых распространенных стихийных бедствий считаются наводнения и подтопление (travelask.ru)

тур; геологические и метеорологические факторы; воздействие «городов-губок» на окружающую среду. Далее они рассматриваются подробнее.

Недостатки исходных «серых» инфраструктур ▶

Наличие зданий и сооружений, выполняющих функции «губок», не могло бы полностью защитить города от наводнений и подтопления, потому что их приходится возводить рядом с уже существующей «серой» инфраструктурой (из бетона, стекла, металла, асфальта и пластика, не пропускающих воду, нарушающих круговорот воды, биологические и экологические процессы в пределах города и не рассчитанных на современные изменения климата с увеличением температур и осадков. – Ред.) [3].

В большинстве городов Китая по-прежнему используется традиционная система управленческого контроля VMPs. И в процессе быстрой урбанизации градостроители часто игнорируют возможные последствия обильных атмосферных осадков. За последние несколько десятилетий во многих китайских городах увеличилось количество водонепроницаемых территорий. Из-за асфальтированных дорог, покрывающих большую часть городов, инфильтрация дождевых вод в первоначально пригодные для этого земли стала чрезвычайно трудной. Когда скорость накопления поверхностных стоков превышает возможности работы дренажных систем и сталкиваются стоки из разных мест, начинаются наводнения или подтопление [8].

Кроме того, системы управления ливневыми стоками в Китае гораздо менее эффективны по сравнению с такими системами в развитых странах (их дренажная способность, пропускная способность и емкость намного хуже). Отчасти это связано с тем, что Китай раньше всегда отдавал предпочтение ВВП, а не инвестициям в масштабную городскую гидрологическую инфраструктуру. Таким образом, интеграция «серой» и «зеленой» инфраструктур в Китае сложнее, чем в развитых странах.

Более того, в большинстве городов Китая все еще практикуются единые городские канализационные системы для смешанных по происхождению вод (дождевых, бытовых и промышленных. – Ред.). Они были предназначены для отведения ежедневно образующихся стоков, а не для управления внезапно появляющимися большими количествами ливневых вод. К тому же необходимы новые пути для снижения потребления воды при функционировании реализованных городских ландшафтных проектов.

Необходимым предварительным условием для развития «городов-губок» является разделение ливневых и бытовых (а также промышленных. – Ред.) стоков.

Геологические и метеорологические факторы ▶

По сравнению с факторами, связанными с деятельностью человека, геологические и метеорологические факторы гораздо труднее контролировать или прогнозировать. Такие из них, как основные источники атмосферных осад-

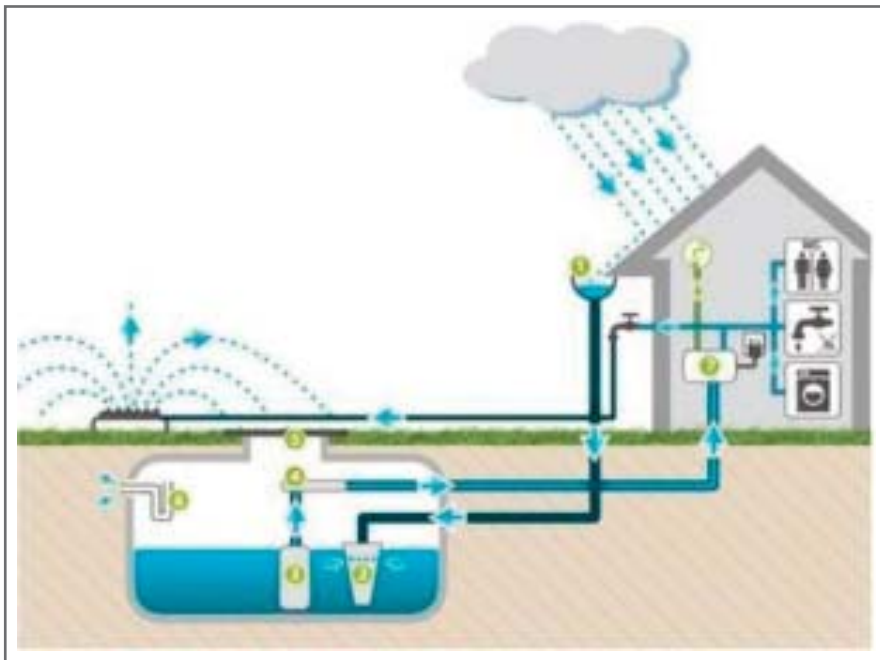


Рис. 6. Схема совместного сбора и очистки дождевых и бытовых сточных вод и их использования для полива газонов в пределах одного коттеджа с участком. Но такие системы могут быть устроены в масштабах целого «города-губки» (newsaler.ru)

ков, по-прежнему вряд ли будут контролироваться правительством в будущем. Поскольку многие районы на юге Китая характеризуются муссонным климатом, сильнейшие муссонные ливни там все еще могут приводить к наводнениям, несмотря на низкий среднемесячный уровень осадков в целом по стране [5].

Рельеф местности также вносит свой вклад в формы наводнений или подтопления в городах. На юге Китая есть две основные формы рельефа: Юго-Восточные холмы и Равнина среднего и нижнего течения реки Янцзы. Поскольку города в этой части страны в основном возникали и теперь существуют на низменностях и равнинах, есть большие сложности с отведением воды с их поверхности (или даже невозможность), когда стоки накапливаются до определенного уровня.

Воздействие «городов-губок» на окружающую среду ▶

Еще одним фактором, который необходимо учитывать при создании «городов-губок», является воздействие на окружающую среду. Собранный дождевая вода в таких городах обычно используется «повторно». В отличие от некоторых развитых стран, которые могут применять ливневые стоки в полной мере, в Китае накопленную дождевую воду пока используют исключительно для ландшафтных проектов, в то время как оставшаяся вода сбрасывается в естественные водные объекты.

В настоящее время большинство китайских городов сначала отправляет ливневые воды вместе с загрязненными водами другого происхождения в системы для их очистки. Если эти города хотят использовать собранную и очищенную воду, то им необходимо создать дополнительные водные пути без риска повторного загрязнения. В том числе потребуется огромное количество новых труб.

Сама по себе дождевая вода является слабозагрязненной, когда дождь только начинается, но ее последнюю собранную часть можно считать чистой. Затем накопленную ливневую воду можно легко очистить. Распространенными загрязнителями воды, омывшей дороги или машины (это происходит обычно на достаточно больших по площади территориях), являются тяжелые металлы. Загрязнения же точечными источниками гораздо сложнее классифицировать и контролировать. Что касается жилых районов, то там могут образовываться растворимые вредные отходы многих видов.

КАК РЕШИТЬ ЭТИ ПРОБЛЕМЫ? ▶

Способы преодолеть эти проблемы есть. Ведь большинство из них характерны не только для Китая (разница лишь в их предьсториях). Поэтому наиболее эффективные и выполнимые решения следует искать с помощью расширенных сравнений с аналогичными проблемами в других странах.

Модернизация канализационных систем ▶

«Зеленая» и «серая» инфраструктуры дополняют друг друга. Как уже упоминалось, китайское правительство раньше не уделяло достаточного внимания строительству канализационных систем. Проблема также заключается не столько в количестве ливневых канализационных систем, сколько в их емкости. Тем более что многие города не оснащены достаточным числом эффективных и надежных ливневых насосных станций. А те, которые есть, часто работают со сбоями при штормовых условиях (в том числе из-за отключений электроэнергии).

Частью «серой» инфраструктуры также являются подземные резервуары для воды. В отличие от многих других стран, где такие резервуары были построены раньше других подземных систем, таких как метро или подземные линии электроснабжения, в Китае устроить такие системы должно быть проще. Эти резервуары могли бы пригодиться при непредсказуемых сильных штормовых ливнях, а также могли бы функционировать в качестве узлов, соединяющих тоннели, полезные для технического обслуживания [1].

Как справиться с загрязнением воды? ▶

Количество загрязняющих веществ – ничто по сравнению с количеством дождевых осадков в сезон муссонов в планируемых «городах-губках» на юге Китая. Такие стоки практически не наносят ущерба окружающей среде и могут быть безопасно сброшены непосредственно в водные объекты. Распространенными загрязнителями ливневых стоков с крыш или из зеленых зон являются пыль и растворимые вредные вещества из воздуха, но также в мизерных количествах, поэтому такие стоки также можно безопасно сбрасывать в водные объекты.

Для той части ливневой воды, в которой трудно определить загрязнители, рекомендуется следовать процедурам, применяемым для других сточных вод. Поскольку в существующих «городах-губках» нет слишком большого спроса на потребление воды, то дождевая вода, собираемая с дорог и крыш, после очистки уже может удовлетворить потребность в недостающей воде для бытовых или технических нужд [10] (рис. 6).

Если требуется очистка, то каждая система сбора ливневых вод должна иметь свой собственный путь, чтобы из-



Рис. 7. Визуализация проектируемого «Парка дружбы», который должен спасти заболоченную набережную канала Гу Дао в городе Тяньцзинь, Китай (design-mate.ru)

бежать излишних нагрузок на очистку накопленной воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ►

Реализация концепции «городов-губок» в Китае (например, рис. 7) помогла

бы облегчить проблемы наводнений и подтопления в этом регионе. Однако без совершенствования инфраструктуры и существующих канализационных систем эффект был бы весьма ограниченным. Резервной емкости этих систем в регио-

не нет, а количество атмосферных осадков сильно варьирует от сезона к сезону.

Рассматриваемые проблемы могут быть решены только при сбалансированном сочетании «серой» и «зеленой» инфраструктур. ■

ИСТОЧНИК ►

Zhang D. Analysis on problems of sponge cities in China // The proceedings series “Advances in Economics, Business and Management Research”. Vol. 118. Proceedings of the 2019 International Conference on Management Science and Industrial Economy (MSIE 2019). Atlantis Press SARL (now part of Springer Nature), January 2020. DOI: doi.org/10.2991/msie-19.2020.7. URL: atlantispress.com/proceedings/msie-19/125933248.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ИСПОЛЬЗОВАННОЙ АВТОРОМ ПЕРЕВЕДЕННОЙ СТАТЬИ ►

1. Che W., Yang Z., Zhao Y., Li J. Analysis of urban flooding control and major drainage systems in China // *China Water & Wastewater*. 2013. Vol. 29. № 16. P. 13–19.
2. Geng R., Liang X., Yin P., Wang M., Zhou L. A review: multi-objective collaborative optimization of best management practices for non-point sources pollution control // *Acta Ecologica Sinica*. 2019. Vol. 39. № 8. P. 2667–2675.
3. Li D., Wen B., Shi W., Che X. Engineering case of green rainwater facility and run-off control // *Green Building*. 2019. № 3. P. 62–64, 81.
4. Luan B., Chai M., Wang X., Review of development, frontiers, and prospects of green infrastructure // *Acta Ecologica Sinica*. 2017. Vol. 37. № 15. P. 5246–5261.
5. Luo Y., Qin N., Zhou B., Li J., Wang C., Liu J., Pang Y. Runoff characteristics and hysteresis to precipitation in Tuotuo River basin in source region of Yangtze River during 1961–2011 // *Bulletin of Soil and Water Conservation*. 2019. Vol. 39. № 2. P. 22–28.
6. Wang H., Li C., Li N., Yu Q. Green infrastructure design principles and cases on integrating gray and green infrastructures // *Water & Wastewater Engineering*. 2019. № 9. P. 50–55.
7. Wu G. The practice of LID concepts // *Architectural Engineering Technology and Design*. June 2017. P. 505–506.
8. Xia J., Zhang Y., Xiong L., Wang L., Yu Z. Opportunities and challenges of the Sponge City construction related to urban water issues in China // *Science China Earth Sciences*. 2017. Vol. 60. № 4. P. 652–658.
9. Xiao Y., Xu Y. Water sensitive urban design framework of WSUD action in Australia // *Planners*. 2019. Vol. 35. № 6. P. 78–83.
10. Zhang B., Huang P., Du D., Du H., He W. The present status of wastewater control and sponge city construction in Zhenjiang City // *Advance in Environmental Protection*. 2018. Vol. 8. № 1. P. 43–50.
11. Zhang H. The summery of water filtering and retention technologies // *Inner Mongolia Petrochemical Industry*. 2019. Vol. 45. № 1. P. 78–79.



Автор фото: Аптикаева Г.Ф.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ УПРАВЛЕНИЕМ «ГУБЧАТЫМИ ОБЪЕКТАМИ» И ВОДНОЙ СРЕДОЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ «ГОРОДА-ГУБКИ»

ЧЖОУ ЦЗИНЬЧАО (ZHOU JINCHAO)
Факультет управления Тяньцзиньского
технологического университета,
г. Тяньцзинь, Китай
178617954@qq.com

Представляем вниманию читателей сокращенный адаптированный перевод доклада «Взаимосвязь между управлением “губчатыми объектами” и водной средой при строительстве “города-губки”» с иллюстрациями из дополнительных источников. Этот доклад был сделан в 2020 году на 6-й Международной конференции по достижениям в энергетике, охране окружающей среды и химических технологиях, (AEECE 2020). Его автором является Цзиньчао Чжоу – представитель факультета управления Тяньцзиньского технологического университета (г. Тяньцзинь, Китай). Этот доклад в том же году появился на сайте IOP Publishing Ltd – одного из крупнейших в мире издательств, публикующих материалы престижных научных конференций в сферах технических и естественных наук. Данное издательство является дочерней компанией британского научного общества IOP (Institute of Physics – «Институт физики»), ставшего транснациональным.

Указанная работа находится в открытом доступе по лицензии Creative Commons Attribution 3.0 (CC BY 3.0), которая позволяет ее копировать, распространять, адаптировать, преобразовывать и использовать (в том числе в коммерческих целях) при указании ссылки на первоисточник и типа изменений. В нашем случае ссылка приводится в конце статьи.

В настоящее время нехватка водных ресурсов становится все более узким местом, ограничивающим развитие экономической и социальной сфер в Китае с сохранением здоровой экологической обстановки. Поэтому эффективная защита и стандартизация научного управления водными ресурсами страны имеет большое практическое значение. В данной работе рассмотрена стратегическая концепция управления экологической средой при создании и поддержании «города-губки».

Вместо введения.

Строительство «городов-губок» в Китае

В 2011 году уровень урбанизации в КНР превысил 50%, то есть Китай превратился из огромной сельскохозяйственной страны в урбанизированную индустриальную [1]. Хотя изменение этой модели и принесло много положительного для людей, но традиционное новое городское строительство в Китае до недавнего времени полностью игнорировало естественные экологические взаимосвязи, так необходимые для гармоничного развития и сосуществования людей и природы, и это нарушало баланс между развитием экономики и экологией города. В связи с быстрым развитием новой урбанизации и бурным строительством крупных городских агломераций в стране в последние годы появился ряд серьезных проблем, касающихся городских водных ресурсов (дождей, наводнений, подтоплений, заболачивания, загрязнения окружающей среды и систем водоснабжения, нехватки водных ресурсов и пр.).

В конце 2014 – начале 2015 года начались разработка, реализация и управление первыми 16-ю национальными пилотными проектами «городов-губок» по всей стране. И соответствующая концепция вошла в повседневную жизнь многих современных людей [2]. Пилотный проект указанного типа призван превратить окружающую среду всего города в гигантскую «губку», которая обладает способностью к саморегулированию при различных естественных изменениях окружающей среды и предотвращает стихийные бедствия. Она разумно и вовремя поглощает, сохраняет, обрабатывает и очищает различные природные водные ресурсы всего города и отправляет очищенную воду в нужные места города в нужное время. Режим строительства первой партии пилотных «городов-губок» является экологичным и устойчивым.

Вспомогательными объектами, которые могут эффективно реализовать полное комплексное использование различных водных ресурсов в преде-

лах города, являются «губки» [3], которые могут быть использованы в качестве носителей воды. Это прежде всего озелененные территории и даже крыши зданий, а также различные водные объекты (водотоки и водоемы). Таким образом, основные цели строительства экологичного «города-губки» – полное поглощение дождевой воды «губчатыми объектами», дальнейшая очистка поверхностных ливневых сточных вод и профильтрованной через грунт дождевой воды, а также другие вспомогательные меры (накопление, хранение воды и пр.) для последующего наилучшего использования водных ресурсов.

Включение концепции «управление водной средой» и мер по очистке водных ресурсов в городское планирование

При проектировании и строительстве «городов-губок» эффективное управление окружающей средой и полное комплексное использование городских водных ресурсов становятся все более важными. Это фундаментальные проблемы. Конечные цели строительства «города-губки» – способствовать такому развитию и строительству водных объектов и «зеленой» инфраструктуры на его территории, чтобы сохранить экологически безопасный круговорот воды в пределах всего города.

В процессе строительства «городов-губок» имеющиеся в них реки, пруды и озера уже играют очень важную роль в качестве «губчатых объектов». Именно на эти водные объекты при проектировании и строительстве городской инфраструктуры надо полагаться в первую очередь и использовать их как можно более полно. Поэтому они одними из первых нуждаются в экологическом управлении.

Управление водной средой (УВС) – это комплексный стратегический социальный проект с большим объемом работы и широким спектром применения. При этом он должен быть спланирован как единое целое. Однако УВС в

Китае в целом пока имеет следующие недостатки:

- масштабы объектов управления относительно невелики и разрозненны;
- региональные различия в управлении велики, при этом требования к управлению являются невысокими, а уровень управления – низким;
- очистке сточных вод не уделяется должного внимания, в нее инвестируется меньше средств, нет научно обоснованной цели их очистки.

Эти недостатки могут быть преодолены путем интеграции устройства «губчатых объектов» в управление водной средой. А строительство «города-губки» может быть лучше реализовано путем включения концепции УВС в городское планирование. Кроме того, УВС должно быть направлено на контроль и улучшение качества воды за счет таких мер, как отвод дождевых и сточных вод, очистка речной или озерной воды от ила, берегоукрепление, озеленение городских территорий и строительство вспомогательных сооружений. В то же время управление водной средой должно облегчать охрану и восстановление рек, прудов и озер в городе, создавать и поддерживать условия для продвижения бизнеса по обеспечению безопасности водных ресурсов на его территории и для постоянного повышения уровня научных исследований в области УВС.

Очистка водных объектов и рекультивация территорий вокруг них

В настоящее время, если природные водные объекты и земля вокруг них в пределах города сильно загрязнены и нарушены, то в таких условиях можно потерять возможность разумно сохранять дождевую воду в таком объекте и регулировать ее качество, что может оказать неблагоприятное воздействие на повседневную жизнь и здоровье жителей. Ведь испарения из таких объектов могут не только иметь неприятный запах, но и быть очень вредными. Поэтому подобные водные объекты и земля вокруг них должны быть очи-



Автор фото: Аптикаева Г.Ф.

щены и рекультивированы так, чтобы поддерживать и совершенствовать систему циркуляции воды, близкой к естественной [4]. Создание или восстановление таких хороших и чистых «губчатых объектов», как реки, озера, пруды, водно-болотные угодья, колодцы, каналы (особенно в более низких по высотным отметкам частях города), окажет важную помощь в планировании, строительстве и развитии «города-губки». В том числе необходимо избежать подтоплений, вызванных загрязнением окружающей среды: несанкционированные свалки должны быть строго запрещены, а уже имеющиеся скопления мусора должны быть убраны.

В настоящее время существует множество комплексных методов экологического восстановления городских «губчатых объектов». Наиболее распространенными и эффективными из них в основном являются: углубление канализационных траншей и коллекторов, очистка ливневых и сточных вод перед их сбросом в водные объекты, комплексная борьба с микробным загрязнением городских водоемов и водотоков [5].

Чрезвычайно важен контроль количества сброса различных городских загрязнителей. Необходимо улучшение как системы очистки стоков из городских сетей отвода дождевых и сточных вод, так и системы удаления городского бытового мусора с особым вниманием к источникам наиболее сильного и ча-

стого загрязнения. Кроме очистки дождевых и сточных вод с помощью инженерных и химических методов и приспособлений необходимо очищать дно городских каналов и канав от ила и вредных микроорганизмов в периоды засухи. Благодаря всему этому никакие загрязнители не должны попадать в городские водные объекты.

Новый тип экологических биотехнологий, разработанный в связи с быстрым развитием современной науки и техники и дальнейшим углублением понимания законов природы – это технология биоремедиации водной среды. При этом используется нормальная метаболическая активность водных микроорганизмов, растений и водных животных, позволяющая эффективно трансформировать и разлагать вредные вещества и таким образом очищать городские водотоки и водоемы от опасных загрязнителей. При достижении таким путем естественного экологического баланса городских водных объектов усиливается их способность противостоять загрязнению, то есть возможность самоочистки. (Биоремедиация окружающей среды вообще – это процесс, используемый для очистки таких загрязненных сред, как вода, почва, подпочвенные грунты, воздух, путем изменения условий окружающей среды для стимулирования роста микроорганизмов, которые разлагают целевые загрязнители, а также с использованием

метаболического потенциала других биологических объектов – растений, грибов, насекомых, червей и пр. – *Ред.*)

В то же время использование биоремедиации способствует снижению стоимости городского строительства и управления охраной окружающей среды. Более того, применение этой технологии помогает создать и поддерживать прекрасную среду для гармоничного сосуществования человека и природы.

Однако в настоящее время в Китае эта технология пока не используется широко для очистки городских сред. Исследования и разработки в этой сфере все еще нельзя назвать зрелыми. И, возможно, в них требуется инвестировать гораздо больше средств, человеческих и материальных ресурсов.

Поэтому в процессе реального строительства «города-губки» для наилучшего создания или восстановления городских «губчатых объектов» необходимо подобрать соответствующую комбинацию технологий очистки в соответствии с местными условиями относительно водотоков, водоемов и окружающих территорий, степенью их загрязнения и другими сопутствующими факторами.

Заключение

Для создания «городов-губок» серьезно загрязненные водные объекты должны быть переобустроены и очищены с помощью систем грамотного управления водной средой.


Необходимо придерживаться следующих принципов управления городской средой:

- контроль загрязнений из точечных (сосредоточенных) источников (то есть из отдельных небольших объектов, например сточных труб предприятий – *Ред.*);
- сокращение загрязнений из неточечных (рассредоточенных, площадных) источников (например, это могут быть большие поверхности, с которых и по которым стекают ливневые воды. – *Ред.*);
- контроль эндогенных загрязнений;
- предотвращение (перехват) экзогенных загрязнений;
- усиление управления водной средой;
- как можно более быстрое восстановление экологической среды городских водотоков и водоемов;
- реализация концепции современного «города-губки» с созданием новой устойчивой городской среды, более подходящей для жизни человека [6].

Опираясь на разумное управление водной средой (даже при больших его

современных ограничениях и недостатках), можно широко использовать городские водотоки и водоемы для решения проблем загрязнения окружающей сре-

ды и борьбы с наводнениями. Создание «города-губки» должно быть очень практичным. Строительство необходимых для этого сооружений, переобустройство

и очистка водных объектов и т. д. должны отвечать конкретным местным условиям и потребностям современного развития городов. 

Источник

Zhou J. The relationship between sponge and water environment management in sponge city construction: a report at the 6th International Conference on Advances in Energy, Environment and Chemical Engineering, 2020 (AEECE 2020) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. Vol. 546. Environmental Safety and Environmental Protection. № 032045. IOP Publishing, 2020. DOI: 10.1088/1755-1315/546/3/032045. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/546/3/032045/pdf.

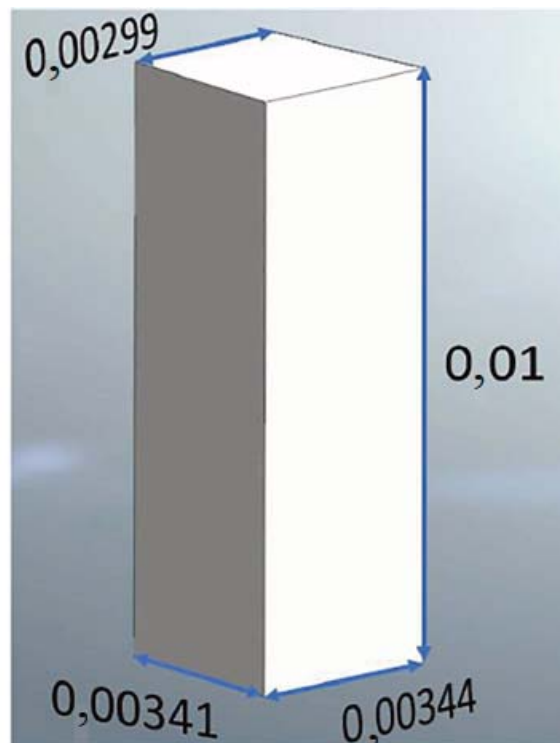
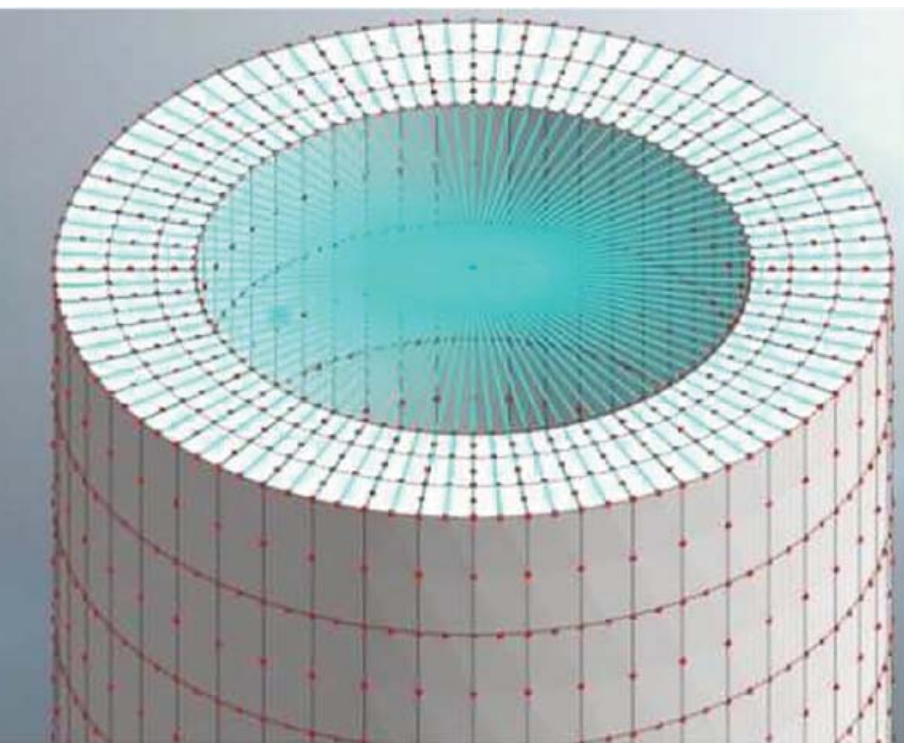
Источник для перевода

1. Li Hao. Observation on international phenomenon of urbanization rate exceeding 50% for the first time // Journal of Urban Planning. 2013. № 1. P. 43–50.
2. Wu Danjie, Zhan Shengze, Li Youhua, Tu Manzhang, Zheng Jianyang, Guo Yingyuan, Peng Haiyang. Emerging trend and practical research of sponge city with Chinese characteristics // China Soft Science. 2016. № 1. P. 79–97.
3. Han Xu, Zhao Yagan. Development of "sponge" in sponge city construction // Journal of Geosciences and Environment. 2016. Vol. 38. № 5. P. 708–714.
4. Wang Yuncai, Cui Ying, Peng Zhenwei. Study on "green sponge" rainwater storage and water treatment system planning in rapidly urbanized areas: a case study of Wolong Lake ecological reserve in Kangping, Liaoning // Landscape Architecture. 2013. № 2. P. 60–67.
5. Yang Jie, Kong Dehao, Zhou Kun. The influence of water environment management on building a "sponge body" in cities // Yunnan hydropower. 2019. № 6. P. 170–173.
6. Wu Guojiu, Xu Ning. Let cities breathe like sponges, taking Dingjiazhuang District, Qixia District, Nanjing City as an example // Wei Shi. 2020. № 01. P. 69–70.

Telegram-канал журнала

Независимый электронный журнал
ГеоИнфо

- Новости
- Статьи
- Обсуждения



СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ГРУНТА РАМБЕРГА – ОСГУДА И ХАРДИНА – ДРНЕВИЧА В ПРОГРАММЕ MIDAS GTX NX

АХМАД МАДЖД (AHMAD MAJD)

Кафедра геотехники и проектирования зданий и сооружений факультета архитектуры, гражданского строительства и транспортных наук Университета имени Иштвана Сечени, г. Дьёр, Венгрия

РЭЙ РИЧАРД (RAY RICHARD)

Кафедра геотехники и проектирования зданий и сооружений факультета архитектуры, гражданского строительства и транспортных наук Университета имени Иштвана Сечени, г. Дьёр, Венгрия

ООО «МИДАС» / MIDAS IT

Спонсор «ГеоИнфо»

Продолжаем знакомить наших читателей с использованием программного комплекса южнокорейской компании MIDAS IT, основанной в 2000 году в Сеуле. Программы, разработанные в этой компании, используются в 136 странах мира для моделирования, комплексного проектирования и анализа в области транспортного, геотехнического, промышленного и гражданского строительства и обеспечивают безопасность, эффективность и конкурентоспособность инженерных проектов. В том числе с помощью продуктов MIDAS IT был спроектирован знаменитый небоскреб Бурдж Халифа в Дубае ОАЭ и прекрасный трехкилометровый вантовый мост Русский в российском Владивостоке. В 2013 году было открыто российское представительство этой компании – ООО «МИДАС». На территории РФ сейчас представлено три конечноэлементных расчетных комплекса MIDAS IT, адаптированных для соответствия требованиям российских нормативных документов, – Midas GTX NX, Midas Civil и Midas FEA NX. Программа Midas GTX NX предназначена для геотехнических расчетов, моделирования и анализа поведения грунтов и их взаимодействий с инженерными конструкциями.

Сегодня представляем адаптированный и немного сокращенный перевод статьи «Сравнение моделей грунта Рамберга – Осгуда и Хардина – Дрневича в программе Midas GTX NX», которая была опубликована в 2021 году на английском языке в международном междисциплинарном журнале

Pollack Periodica, выпускаемом издательством Венгерской академии наук *Akademiai Kiado* для обсуждения и распространения последних достижений и разработок в области инженерии и информатики. Авторами указанной статьи являются Маджд Ахмад и Ричард Рэй – сотрудники Университета имени Иштвана Сечени (Венгрия).

Данная статья посвящена изучению двух широко используемых моделей материалов для прогнозирования динамического поведения дисперсных грунтов – моделей Рамберга – Осгуда и Хардина – Дрневича. Для калибровки и оценки этих моделей, построенных с помощью конечноэлементной программы *Midas GTX NX*, были использованы результаты испытаний сухого песка на резонансной колонке и на чистый сдвиг при кручении. Обе указанные модели реализованы в *Midas GTX NX*. В представленной работе оцениваются возможности и эффективность этих моделей в сочетании с критериями Мазинга для прогнозирования поведения грунта при воздействии неравномерного нагружения (например, землетрясений) и для определения двух наиболее важных показателей динамических свойств грунтов – динамического модуля сдвига и коэффициента демпфирования (поглощения).

ВВЕДЕНИЕ ►

Ответ конструкций на динамическое нагружение напрямую зависит от реакции грунта под ними или вокруг них. Поэтому многие исследователи в последние несколько десятилетий сосредоточили внимание на изучении поведения грунтов, подвергающихся динамическим нагрузкам.

Принято считать, что наиболее важными параметрами, определяющими это поведение, являются динамический модуль сдвига и коэффициент демпфирования (поглощения), от которых зависят изменения жесткости и диссипация энергии при циклическом нагружении. Поэтому, чтобы иметь возможность численно изучить взаимодействия «грунт – конструкция» с достаточной точностью, важно иметь модель материала, которая хорошо отражает поведение грунта в полевых условиях. Это было проблематично, когда речь шла о схемах неравномерного нагружения, из-за сложного поведения грунтов и его зависимости от многих факторов, таких как бытовое давление, коэффициент пористости, плотность, количество циклов и т. д.

Однако прогрессивное развитие компьютерных технологий (в том числе увеличение скорости сложных расчетов при обработке данных) позволило использовать численное моделирование для более простой и быстрой калибровки моделей в целях их дальнейшего использования при решении конкретных и гораздо более сложных геотехнических задач (например, для моделирования фундаментов глубокого заложения [1–2] и тоннелей [3]).

В настоящей статье использовались модели Рамберга – Осгуда (Ramberg-Osgood) и Хардина – Дрневича (Hardin-Drnevich) для имитации и прогнозирования поведения грунта при испытании на чистый сдвиг при кручении (Torsional Simple Shear – TOSS), то есть методом крутильного сдвига. При этом результаты

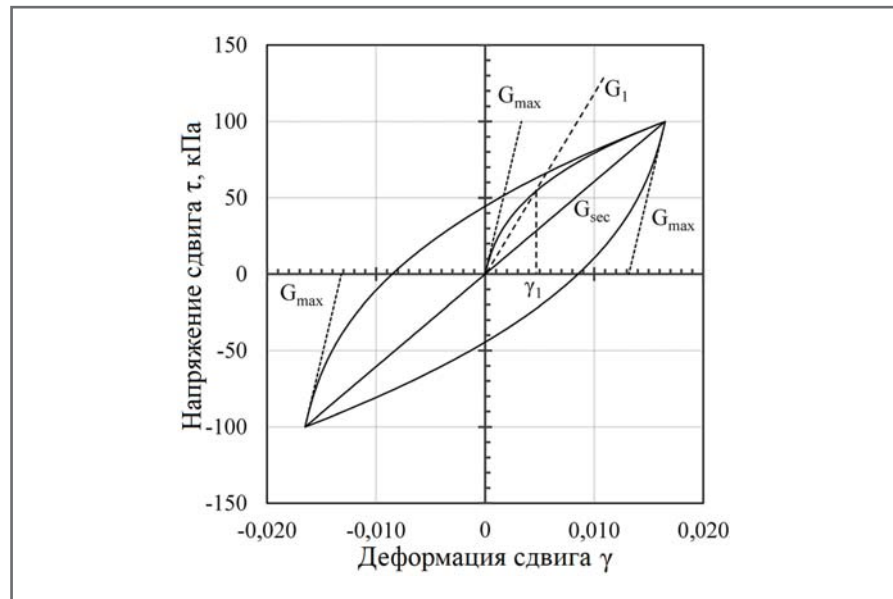


Рис. 1. Оценка модуля сдвига при циклическом нагружении

сравнивались с данными испытаний для случаев неравномерного нагружения.

НЕЛИНЕЙНЫЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ СДВИГА ►

Жесткость грунта при сдвиге обычно выражается модулем сдвига G , который представляет собой наклон кривой зависимости «напряжение – деформация». Его можно определить в полевых условиях с помощью сейсмических методов, чтобы получить скорость поперечных волн *in situ*, когда уровень деформаций очень низок и грунт все еще ведет себя упруго. Также могут быть использованы уравнения на основе обширных лабораторных испытаний для расчета начального динамического модуля сдвига G_{max} , который коррелирует с всесторонним давлением, коэффициентом пористости и коэффициентом однородности C_u . Наиболее часто используемые уравнения были представлены Хардином и Ричардом [4], Хардином и Блэком [5] и совсем недавно – Вихтманом, Наваррете-Эрнандесом и Триантафиллидисом [6].

Вучетич и Добри [7] и Ишихара [8] определили пороговую объемную деформацию сдвига в условиях циклического нагружения (γ_{lv}), при превышении которой идет постоянное необратимое изменение микроструктуры и жесткости дисперсного грунта. Кроме того, модуль сдвига уменьшается по мере увеличения амплитуды деформации сдвига и поведение грунта становится нелинейным. На данном этапе для описания этого свойства обычно используется кривая уменьшения (деградации) модуля сдвига, что важно для анализа различных динамических задач, в которых деформации имеют большие амплитуды (например, при сильных движениях грунта во время землетрясений). Кривая деградации модуля сдвига может быть получена по результатам испытания на крутильный сдвиг (TOSS), при котором генерируются петли гистерезиса на кривой «напряжение – деформация». По последним вычисляются значения текущего модуля сдвига G_{sec} при увеличении уровня деформации (рис. 1).

КОМБИНИРОВАННОЕ ИСПЫТАНИЕ НА РЕЗОНАНСНОЙ КОЛОНКЕ И МЕТОДОМ КРУТИЛЬНОГО СДВИГА

Использованное в данном исследовании комбинированное устройство для испытаний на резонансной колонке и на чистый сдвиг при кручении (RC-TOSS) первоначально было разработано профессором Ричардом Рэем (Richard Ray) в Мичиганском университете в 1980-х годах [9, 10]. В 2013 году оно было модифицировано и откалибровано Жюльтом Сильвады в геотехнической лаборатории кафедры геотехники и проектирования зданий и сооружений Университета имени Иштвана Сечени в венгерском городе Дьёр и подробно описано в диссертационной работе этого исследователя [11].

Были проведены испытания при циклическом и при неравномерном нагружении, а также комплекс испытаний сухого песка на резонансной колонке (RC) до уровней напряжения 60 кПа и всестороннего давления 94 кПа. На рисунке 2 вместе с прочими показаны результаты испытания на резонансной колонке, при котором максимальный модуль сдвига составил 95 500 кПа. Другие испытания RC проводились при более высоких напряжениях.

Было выполнено только одно испытание при неравномерном нагружении методом крутильного сдвига (TOSS) при напряжении сдвига 40 кПа для оценки способности моделей материалов предсказывать динамическое поведение дисперсного грунта. История неравномерного нагружения была масштабирована так, чтобы получить максимальное значение напряжения сдвига 40 кПа для этого TOSS с контролируемым напряжением. Полученная зависимость «напряжение – деформация» использовалась для аппроксимации (fitting) соответствующей кривой и калибровки модели. Величины модуля сдвига по данным испытания TOSS были получены по монотонной односторонней (однаправленной) кривой, а также по значениям секущего модуля сдвига G_{sec} (наклонам линий, соединяющих два конца каждой из петель).

Из рисунка 2 видна хорошая совместимость результатов испытаний TOSS и RC, а также их схожесть с результатами исследований Сиды и Идриса [12] и Вучетича и Добри [7].

МОДЕЛИ МАТЕРИАЛОВ

Модель Рамберга – Осгуда

Рамберг и Осгуд [13] предложили модель с тремя параметрами для описания

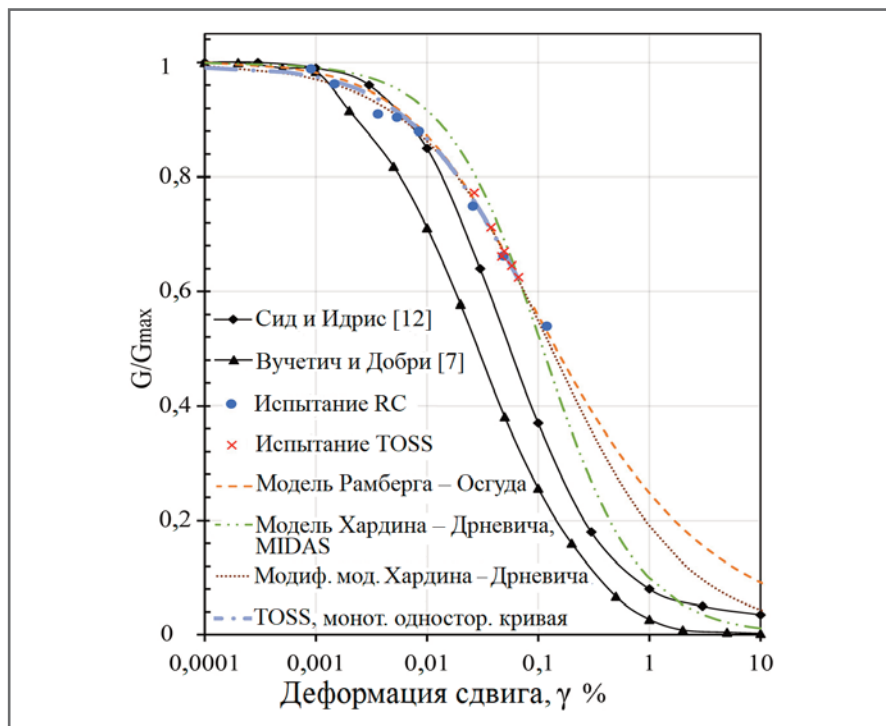


Рис. 2. Сопоставление кривых деградации модуля сдвига

кривых «напряжение – деформация» для листов (пластин) из алюминиевого сплава, нержавеющей стали и углеродистой стали. Фаччоли и др. [14] использовали ее для моделирования поведения дисперсного грунта с целью прогнозирования кривой деградации модулей сдвига песков. Формула, описывающая нелинейное поведение «напряжение – деформация», для использования в практических расчетах для дисперсных грунтов имеет следующий вид:

$$\gamma = \frac{\tau}{G_{max}} \left(1 + \alpha \left| \frac{\tau}{C\tau_{max}} \right|^{R-1} \right). \quad (1)$$

С помощью простых манипуляций с уравнением (1) можно также получить формулу для кривой деградации модуля сдвига (а также коэффициент демпфирования, или поглощения):

$$\frac{G_{sec}}{G_{max}} = \frac{1}{1 + \alpha \left| \frac{\tau}{C\tau_{max}} \right|^{R-1}}, \quad (2)$$

где γ – относительная деформация сдвига; τ – напряжение сдвига (касательное); G_{max} – модуль сдвига при малой деформации; τ_{max} – максимальное напряжение сдвига, обычно получаемое по результатам трехосных испытаний и являющееся функцией всестороннего напряжения, угла внутреннего трения и удельного сцепления; α , C , R – константы для аппроксимации кривой.

Эта модель была модифицирована в соответствии с исходными критериями Мазинга (Masing) [15], поскольку мо-

дуль сдвига для кривых на этапе разгрузки и повторного нагружения равен G_{max} , а по форме эти графики представляют собой односторонние (однаправленные) кривые, за исключением двукратного увеличения.

Пайк [16] предложил два дополнительных правила для предсказания траекторий этих кривых: кривые разгрузки и повторного нагружения должны соответствовать исходной кривой в случае превышения предыдущей максимальной деформации сдвига; а если кривая текущих нагружения или разгрузки пересекает предыдущую, она должна следовать предыдущей кривой. Эти расширенные правила можно легко запрограммировать, чтобы определить траекторию, по которой будет следовать кривая «напряжение – деформация» для сложных историй нагружения. А исходные правила можно реализовать, модифицировав формулу односторонней (однаправленной) кривой следующим образом:

$$\gamma = 2 \left[\frac{\tau - \tau_i}{G_{max}} \left(1 + \alpha \left| \frac{\tau - \tau_i}{C\tau_{max}} \right|^{R-1} \right) \right] + \gamma_i, \quad (3)$$

где τ_i , γ_i – соответственно напряжение сдвига (касательное) и относительная деформация сдвига в поворотной точке.

Модифицированная модель Рамберга – Осгуда была реализована в программе Midas GTS для дисперсных грунтов твердой консистенции. Однако следующее уравнение, использованное

в этой программе, немного отличается от обычного:

$$G_0\gamma = \tau(1 + \alpha|\tau|^\beta), \quad (4)$$

где $G_0 = G_{\max}$; α , β определяются по формулам:

$$\alpha = \left(\frac{2}{\gamma_r G_0}\right)^\beta, \quad \beta = \frac{2\pi h_{\max}}{2 - \pi h_{\max}}, \quad (5)$$

где h_{\max} – максимальная постоянная демпфирования; γ_r – эталонная деформация сдвига.

Для петли гистерезиса также использовались расширенные критерии Мазинга:

$$G_0\left(\frac{\gamma^\mp - \gamma_1}{2}\right) = \left(\frac{\tau^\mp - \tau_1}{2}\right)\left(1 + \alpha\left(\tau^\mp - \tau_1\right)^\beta\right), \quad (6)$$

Модель Хардина – Дрневича ▶

Хардин и Дрневич [17] предложили модифицированную гиперболическую зависимость для прогнозирования поведения «напряжение – деформация» при сдвиге для дисперсного грунта. Они обнаружили, что это поведение описывается гиперболой неточно. Поэтому они модифицировали гиперболическое уравнение, искажив масштаб деформации так, чтобы реальная кривая «напряжение – деформация» имела гиперболическую форму. Введенное Хардином и Дрневичем уравнение используется и в программе Midas. Выглядит оно следующим образом:

$$\tau = \frac{G_0\gamma}{1 + \left|\frac{\gamma}{\gamma_r}\right|}, \quad (7)$$

где G_0 – начальный модуль сдвига; γ_r – эталонная деформация сдвига, которую

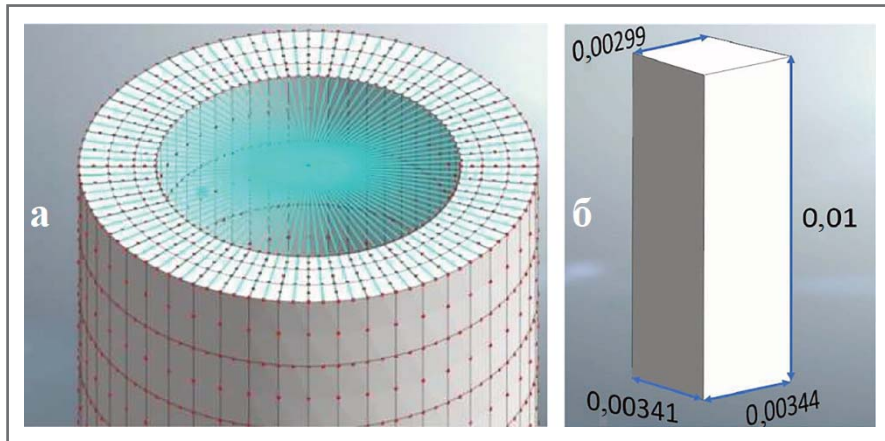


Рис. 3. Сетка конечных элементов образца дисперсного грунта: а – элементы и узлы; б – размеры среднего элемента (м)

можно модифицировать так, чтобы получить наилучшее соответствие данным испытаний.

Петли гистерезиса также описываются формулой на основе правила Мазинга:

$$\tau = \frac{G_0(\gamma - \gamma_1)}{1 + \left|\frac{(\gamma - \gamma_1)}{2\gamma_r}\right|} + \tau_1. \quad (8)$$

КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ В ПРОГРАММЕ MIDAS GTS ▶

Для этого исследования в программе Midas GTX NX была построена модель на основе статьи Сильвады и Рэя [18]. Однако указанная работа [18] была сосредоточена на изучении жесткости дисперсных грунтов при малых деформациях и подтвердила способность Midas GTX NX моделировать испытания методом крутильного сдвига (TOSS) более статическим образом. Кроме того, при анализе Сильвады и Рэя возникали некоторые трудности моделирования,

которые были преодолены при разработке модели в представляемом сейчас исследовании. Оно было сосредоточено в основном на прогнозировании динамического поведения дисперсных грунтов при неравномерных и более сложных режимах нагружения, что не было учтено в вышеупомянутой работе [18].

Для настоящей статьи моделирование в Midas GTX NX выполнялось с использованием цилиндрической системы координат. Полученная модель имитирует испытание TOSS, поэтому она представляет собой полый (трубчатый) цилиндр с толщиной стенки 1 см и с теми же размерами, что и у испытываемого образца грунта. В ней использованы шестигранные элементы сетки высокого порядка, каждый из которых имеет 20 узлов (рис. 3, а). Размеры среднего элемента показаны на рисунке 3, б (в метрах).

Эта модель состоит из 2017 элементов, она закреплена на нижней поверхности, а все верхние узлы связаны жест-

Таблица. Использованные параметры модели материала

| Параметр | Модель | | | Ед. изм. |
|---|---------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|
| | обычная Рамберга – Осгуда | Рамберга – Осгуда в Midas | Хардина – Дрневича | |
| Исходный динамический модуль сдвига G_0 | 95 500 | 95 500 | 95 500 | кПа |
| Макс. напряжение сдвига (касательное) τ_{\max} | 44,17 | – | – | кПа |
| Эталонная деформация сдвига γ_r | 0,000462 | 0,00148 | 0,0011 | мм/мм |
| Константы для аппроксимации кривой | α | 1 | 0,0267 | – |
| | C | 1,55 | – | – |
| | R | 1,9 | – | – |
| | β | – | 0,8508 | – |
| Макс. коэф. демпфирования (поглощения) h_{\max} | – | 0,19 | – | % |
| Плотность в сухом состоянии γ_d | 17 | 17 | 17 | кН/м ³ |
| Коэффициент Пуассона ν | 0,3 | 0,3 | 0,3 | – |

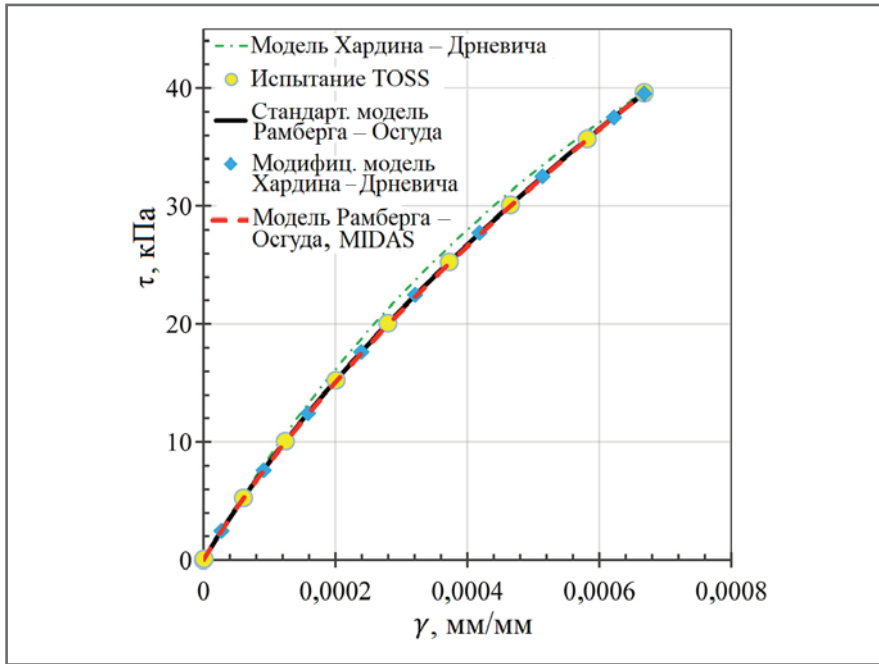


Рис. 4. Аппроксимация кривой для моделей грунта на основе данных испытания методом крутильного сдвига (TOSS)

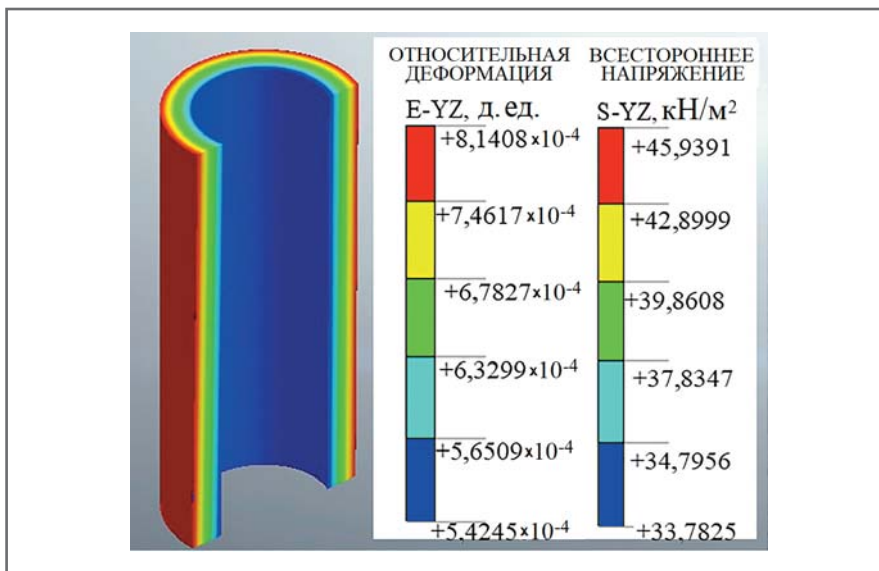


Рис. 5. Распределение по радиусу (при использовании модели Рамберга – Осгуда): а – напряжений сдвига в направлении θ -Z, б – деформаций сдвига в направлении θ -Z

кими связями с центральным узлом, который может перемещаться вдоль вертикальной оси и вращаться вокруг нее. Этому центральному узлу предписывается вращение (или момент), что должно имитировать крутильную нагрузку, приложенную при испытании TOSS. Никаких неравномерностей в напряжениях в основании модели после стадии предварительного трехосного сжатия не было замечено.

Такой анализ выполняется на этапах строительства с целью имитации условий испытаний. Он начинается с трехосного сжатия при давлении 94 кПа на свободные поверхности элементов,

после чего для всех элементов устанавливается динамическая модель материала (Рамберга – Осгуда или Хардина – Дрневича) и начинается этап приложения скручивающей нагрузки. Предписанному вращению вокруг вертикальной оси была назначена функция, изменяющаяся во времени аналогично истории нагружения при испытании TOSS с максимальным углом поворота 0,00338 рад, который вызовет среднюю деформацию сдвига в направлении θ -Z, равную 0,00067 мм/мм. В отличие от исследования Сильвадьи и Рэя [18] не требовалось ручное пошаговое изменение нагрузки до и после

поворотных точек, анализ был непрерывным и сходил без проблем (без большого количества итераций).

Для нахождения значений постоянной кривизны, которые соответствуют кривым, описываемым уравнениями моделей Рамберга – Осгуда (1) и Хардина – Дрневича на основе данных испытаний (см. таблицу), был использован метод наименьших квадратов с помощью решателя в Excel – путем минимизации суммы квадратов остаточных деформаций (разностей между значением, полученным при испытании, и величиной, подобранной с помощью модели). Тот же метод был применен впоследствии для нахождения эталонной деформации, которая используется в уравнении модели Рамберга – Осгуда в программе Midas (рис. 4).

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ▶

После первого этапа весь образец подвергается всестороннему давлению (трехосному сжатию) величиной 94 кПа, в результате чего нормальные напряжения по трем направлениям будут одинаковыми для всех элементов, без заметных отклонений даже при закрепленной нижней поверхности.

Длительность истории нагружения составляет 0,801 секунды с шагом по времени 0,001 секунды, что приводит к 801 временному шагу для каждого анализа. На рисунке 5 показано распределение напряжений сдвига (касательных) и деформаций вдоль радиуса образца при конечном приращении. Как и ожидалось, для моделей грунта Рамберга – Осгуда и Хардина – Дрневича результаты наблюдений оказались похожими, поскольку распределение было равномерным по высоте образца и увеличивалось с удалением от центра. Это показывает преимущество использования трубчатого цилиндрического образца для более равномерного распределения напряжений и деформаций вдоль его радиуса.

Средние всесторонние напряжения и деформации в направлении θ -Z (S-YZ, E-YZ) для трех типов элементов (внутреннего, среднего и внешнего) в модели сравнивались с кривыми «напряжение – деформация», построенным по результатам испытания методом крутильного сдвига (TOSS) для обеих моделей материалов. Кроме того, по этим кривым рассчитывался динамический модуль сдвига, который также сравнивался с кривыми деградации модуля сдвига, полученными в ходе комбинированных

испытаний на резонансной колонке и на крутильный сдвиг (RC-TOSS).

Из рисунка 6 видно очень хорошее соответствие между данными испытаний и кривыми, полученными в результате расчетов методом конечных элементов в программе Midas с применением модели Рамберга – Остуда. С другой стороны, при использовании модели Хардина – Дрневича с параметрами из приведенной ранее в статье таблицы соответствие было не таким хорошим, как это видно из рисунка 7. А в случае применения обычной гиперболической формулы Хардина – Дрневича (7) расчетные значения еще больше отклонялись от данных испытаний при более высоких уровнях напряжений.

На приведенном ранее рисунке 2 показано, как обе модели предсказывают модуль сдвига при расчетах методом конечных элементов в программе Midas. Кривая деградации модуля сдвига на основе модели Рамберга – Остуда, рассчитанная по уравнению (2), идеально соответствует результатам расчетов в Midas и очень хорошо согласуется с данными испытаний на резонансной колонке (RC) и на крутильный сдвиг (TOSS). В то время как кривая деградации модуля сдвига, которая была получена на основе монотонной односторонней (однонаправленной) кривой, построенной в результате анализа модели Хардина – Дрневича в Midas, проходит выше реальных значений, пока не достигнет деформации 0,057%, после чего опускается ниже кривой испытания TOSS.

Чтобы достичь лучшего представления кривой уменьшения нормализованного модуля, Дарендели [19] предложил модифицировать гиперболическую модель, введя в уравнение коэффициент формы кривой α (коэффициент кривизны). Такая модификация может быть применена к гиперболическому уравнению Хардина и Дрневича для более хорошего предсказания гистерезисного поведения дисперсных грунтов. В результате получается следующая формула:

$$\tau = \frac{G_0 \gamma}{1 + \left| \frac{\gamma}{\gamma_r} \right|^\alpha}. \quad (9)$$

При использовании того же метода, что и раньше (метода наименьших квадратов), значения эталонной деформации $\gamma_r = 0,00132$ мм/мм и коэффициента кривизны $\alpha = 0,7129$ дают гораздо более хорошее соответствие данным испытаний для обеих кривых «напряжение – деформация» (рис. 8) и кривой

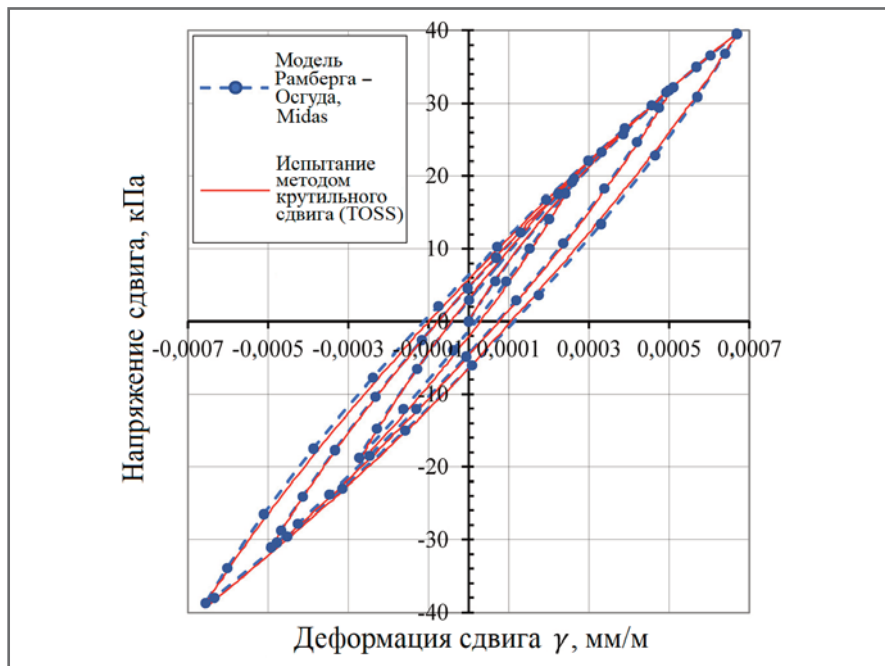


Рис. 6. График «напряжение – деформация», полученный для сдвига в программе Midas с использованием модели Рамберга – Остуда, в сопоставлении с результатами испытаний методом крутильного сдвига (TOSS)

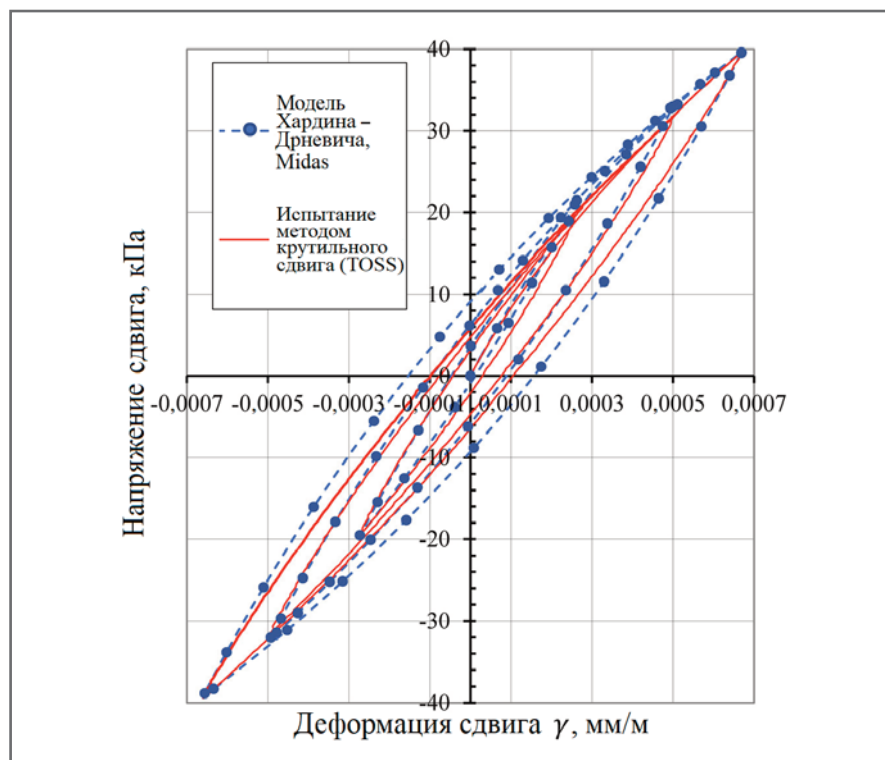


Рис. 7. График «напряжение – деформация», полученный для сдвига в программе Midas с использованием модели Хардина – Дрневича, в сопоставлении с результатами испытаний методом крутильного сдвига (TOSS)

деградации модуля (см. рис. 2), чем обычная модель Хардина – Дрневича.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ►

Исследование, представленное в этой статье, было посвящено динамическому поведению грунтов при воздействии неравномерного нагружения.

Были проанализированы результаты испытаний на резонансной колонке (RC) и на чистый сдвиг при кручении (TOSS). Они были использованы в качестве эталонных для оценки способности моделей грунта Рамберга – Остуда и Хардина – Дрневича прогнозировать кривые «напряжение – де-

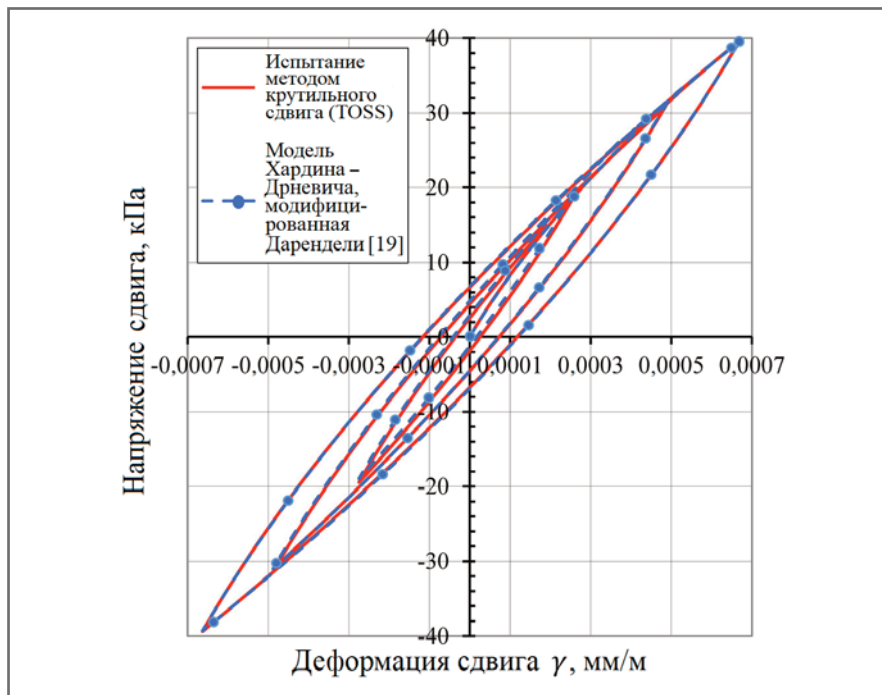



Рис. 8. Модель Хардина – Дрневича, модифицированная Дарендели [19], в сопоставлении с результатами испытаний методом крутильного сдвига (TOSS)

формация» при указанных типах сдвиговых нагрузок.

Для имитации испытаний TOSS была создана модель в конечноэлемент-

ной программе Midas GTX NX. При этом были преодолены некоторые трудности, возникавшие при разработке предыдущей подобной модели, с це-

лью обеспечения возможности точно строить более сложные гистерезисные кривые для историй сейсмического нагружения. Было подтверждено, что указанная модель способна отражать условия TOSS, поскольку она дала хорошее соответствие с деградацией модуля сдвига и гистерезисным поведением грунта при реальных испытаниях, особенно для модели материала Рамберга – Осгуда. Модель Хардина – Дрневича неплохо, но похуже соответствовала нелинейности кривых «напряжение – деформация» на основе испытаний. Поэтому для получения более хороших результатов было предложено использовать в конечноэлементном программном обеспечении коэффициент кривизны, введенный в гиперболическое уравнение Хардина и Дрневича.

Разработанная в Midas модель может быть полезным и удобным инструментом для имитации испытаний TOSS в целях изучения историй неравномерного нагружения на основе простого циклического или даже однонаправленного теста и для последующего использования полученных параметров при решении сложных геотехнических задач. 

Независимый электронный журнал «ГеоИнфо» на сегодняшний день является ведущим отраслевым средством массовой информации в сфере инженерных изысканий, геотехнического проектирования и инженерной защиты территории. Ежемесячная аудитория журнала превышает 15 000 уникальных посетителей.

Благодаря тому, что все статьи размещаются в группах журнала в социальных сетях и затем транслируются в другие профильные группы, каждый опубликованный материал находит читателей именно внутри своей целевой аудитории.

Многие статьи в адаптированном варианте дублируются на нашем канале в Яндекс.Дзен, у которого уже более 3000 подписчиков и аудитория которого превышает 100 тысяч человек.

ПРАЙС-ЛИСТ НА РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМЫ В 2022 ГОДУ (БЕЗ НДС)

- Рекламная статья в журнале – 25 000 рублей.
- В каждую статью могут быть добавлены любые дополнительные материалы: каталоги оборудования, прайсы, фотографии, видеоролики, демоверсии программ и пр.
- Логотип в разделе «Спонсоры проекта» в правой колонке – 25 000 рублей в месяц.

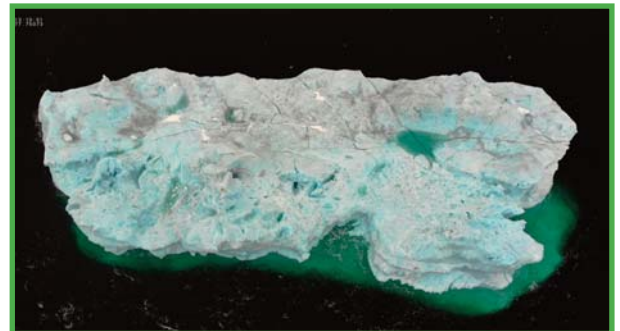
Все наши спонсоры получают свою персональную страницу на сайте журнала, где размещается информация о компании-спонсоре, все статьи ее сотрудников, опубликованные в журнале «ГеоИнфо» или в Базе знаний, а также любые дополнительные материалы (каталоги, буклеты, видео).

Коллеги и друзья! Наше с Вами рекламное сотрудничество будет взаимовыгодным. Вы получите отличную площадку для лоббирования своих интересов, а мы – возможность и дальше развивать проект, бороться за интересы отрасли инженерных изысканий и помогать профессионалам.



Институт
экологического
проектирования
и изысканий

- Информационное сопровождение управления ледовой обстановкой (ИСУЛО)
- Оперативный спутниковый экологический мониторинг
- Производственный экологический мониторинг
- Программы сохранения биоразнообразия



119234, г. Москва,
Ленинские горы, д. 1, стр. 75Г
Телефон: +7 (495) 930-8751
E-mail: info@iepi.ru

WEB: WWW.IEPI.RU



ТАТЬЯНА ГОРБАЧЕВА: В РОССИИ НЕОБХОДИМО СОЗДАТЬ КАЧЕСТВЕННУЮ НОРМАТИВНУЮ БАЗУ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЕ



ТАТЬЯНА ГОРБАЧЕВА

Руководитель направления «Инженерная защита от опасных геологических процессов»

В нашей стране, к сожалению, все еще много сложностей с реализацией проектов инженерной защиты от опасных геологических процессов. Не хватает подробной нормативной базы, внимательного отношения к материалам, квалифицированных инженеров, в конце концов. Все это приводит к тому, что заказчики приобретают не качественные продукты, а дешевые аналоги, защитные свойства которых далеко отстают от оригиналов. И в итоге получают защиту, которая не работает.

Об этих и других проблемах инженерной защиты в России мы поговорили с руководителем направления «Инженерная защита от опасных геологических процессов» Татьяной ГОРБАЧЕВОЙ.

Ред.: С какими проблемами, по Вашему опыту, заказчики инженерной защиты сталкиваются чаще всего?

Т.Г.: Проблем, с которыми сталкиваются Заказчики, довольно много. Условно их можно поделить на три этапа.

На первом этапе заказчику часто не очевидна необходимость применения инженерной защиты, потому что многие просто не видят проблемы с геологическими рисками на подконтрольной территории или объекте. Это хорошо заметно в регионах, куда еще не пришла «культура» инженерной защиты. Например, в Дагестане, где дороги и другие объекты инфраструктуры так или иначе расположены в опасных зонах, порой под нависающими трещиноватыми склонами, только начинает появляться понимание необходимости проектирования с учётом потенциальных природных рисков и создания превентивных мер инженерной защиты (а не борьбы с последствиями путём разбора завалов или дорогостоящего переноса объектов). Страны СНГ, особенно Средняя Азия, в самом начале этого пути.

На втором этапе, когда заказчик уже понимает необходимость строительства инженерной защиты от опасных геологических процессов, ему предстоит сделать трудный выбор среди различных производителей самых разнообразных систем. Далеко не все заказчики имеют инженерное или геологическое образование, не все следят за новыми разработками в мире и России, поэтому им приходится делегировать эту задачу третьим лицам. Очень часто получается конфликт интересов, когда конкретный производитель или аффилированные с ним лица стараются продвинуть свои решения. Причем далеко не всегда они оказываются эффективными с экономической и технической точек зрения в данном конкретном случае.

На третьем этапе, когда системы подобраны и запроектированы, заказчик сталкивается с несовершенством законодательной базы и желанием генподрядчиков/подрядчиков применить более дешёвые аналоги. Зачастую подрядчикам удаётся убедить заказчика заменить уже запроектированные решения на относительно похожие. Но встаёт важный вопрос: действительно ли предлагаемые «аналоги» обладают заявленными техническими характеристиками?

Поэтому, возможно, второй и третий этапы можно объединить одним лозунгом: конфликт интересов и коррупция. И от этого в итоге страдают все стороны.



Динамические барьеры



Снежные барьеры

Ред.: Одни и те же проблемы характерны для всех видов защищаемых объектов, или какие-то из них больше свойственны для дорог, карьеров, горнолыжных трасс и т.д.?

Т.Г.: Описанная выше схема характерна для всех объектов. Но, конечно, в каждом секторе есть свои нюансы. Это связано со спецификой нормативных документов и традициями ведения бизнеса в каждой отрасли, в том числе, является ли объект, нуждающийся в инженерной защите, частным или государственным. Сложилось впечатление, что руководители карьеров и ГЭС более серьезно относятся к инженерной защите на всех этапах и доводят проекты до реализации верных решений. Возможно, это связано с повышенными рисками серьезных экономических последствий в результате опасных явлений. Кроме того, чем заказчик ближе к своему объекту и чем меньше размыта от-

ветственность между его структурами и подразделениями, тем больше шансов, что инженерная защита будет подобрана, а главное – реализована наиболее эффективно.

Что касается нюансов нормативной базы, то, например, есть СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия», применяемый при выполнении любых проектных работ, связанных с анкерами. Существует множество специализированных отраслевых инструкций, которые регламентируют, какой нормативно-технической документацией необходимо пользоваться в данной конкретной сфере. Однако в России нет общей нормативной базы для сертификации сложных систем инженерной защиты, таких как динамические и статические барьеры. Зачастую приходится обращаться к Европейским стандартам, т.к. это является залогом качества.

Например, наиболее авторитетным сертификатом для снегоудерживаю-



СтилГрид

щих барьеров (в зонах зарождения лавин) является документ о прохождении испытаний на базе Давосского университета в Швейцарии. Аналогов этой независимой площадки в России нет даже в зачатке. Именно поэтому серьёзные заказчики выбирают производителей, у которых есть этот сертификат и не пропускают «аналоги». Однако, к сожалению, это пока не частая практика.

Также в нашей стране действует СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения». Но основные положения – на то они и основные положения. Никакой конкретики по сооружениям и защите от конкретных видов опасности там нет. В европейском документе, который я упомянула выше, только защите от лавин посвящено 134 страницы. Там собраны все возможные защитные конструкции – и снегоудерживающие, и ударные, и выдуваемые, – и особенности их проектирования.

А в России есть только «Указания по расчету снеговинных нагрузок». Но этот документ не дает достаточных рекомендаций по проектированию и применению систем.

Ред.: *Объективно, даже в бытовых ситуациях люди часто выбирают более дешевые вещи, если они примерно соответствуют по качеству дорогим аналогам. Иногда это удачная замена, но чаще – приносит разочарование. С системами инженерной защиты так же?*

Т.Г.: Я ни разу не видела полного аналога решений, которые предлагают зарубежные производители. Будь это Геобрэгг, ТРУМЕР или Маккаферри. Характеристики всегда где-то чем-то

отличаются. А это значит, что результат будет совсем не такой, как ожидает заказчик. Особенно, если сохранить все параметры проекта, заложенные для оригинальных комплектующих. Например, трос в системе СтилГрид от компании Маккаферри вплетен в каждую скрутку сетки двойного кручения, а у аналога простой змейкой проходит через сеть. Конечно, это сказывается на прочностных свойствах конструкции, поскольку нагрузки не будут передаваться в трос, хотя визуально все выглядит похоже.

Ред.: *На каком этапе, как правило, происходит замена запроктированных оригинальных систем на «аналоги»?*

Т.Г.: Как я уже говорила, у большинства заказчиков нет необходимого опыта и знаний, чтобы выбрать подходящее техническое решение и проконтролировать реализацию проекта инженерной защиты. Поэтому заинтересованные лица легко могут продать решение по использованию материалов-аналогов или целых систем-аналогов, которые, на самом деле, таковыми не являются. Вероятность того, что такие технические решения будут эффективно работать, по моим оценкам, около одного процента. Более того, мы много раз видели на склонах системы, похожие на СтилГрид. И хотя в проекте было заложено применение оригинальных материалов, заказчик был даже не в курсе того, что у него установлены низкосортные аналоги. Такие замены могут происходить на этапе строительства. При этом часто по внешнему виду отличить оригинальный СтилГрид от подделки сможет только опытный инженер или представитель Маккаферри.

Ред.: *Насколько я понимаю, еще одна большая проблема в нашей стране связана именно с качеством расчетов защитных сооружений?*

Т.Г.: Да, какого-то универсального программного обеспечения для расчетов защитных сооружений в России нет. Поэтому проектировщикам приходится либо использовать общедоступное ПО для каждого отдельного этапа (типа Plaxis), либо пользоваться программным обеспечением одного из производителей систем инженерной защиты. Однако это, как правило, означает, что в расчеты будут заложены характеристики какого-то конкретного материала или какой-то конкретной системы. Характеристики другой продукции тоже можно туда поставить, однако сложно гарантировать, что они будут именно такими, как указывает производитель. Ведь они не проходили натурные испытания на разрыв, продавливание и т.д. Поэтому и результат такого проекта будет весьма непредсказуем с точки зрения эффективности.

Ред.: *На Ваш взгляд, чем конкуренция между производителями систем инженерной защиты отличается в России и западных странах?*

Т.Г.: В России конкуренция основана в большей степени на цене. Есть всего несколько организаций, которые всерьез заботятся о качестве продукции и долгосрочном имидже. Как правило, такая политика влияет и на цену продукции. Производителей дешевой, более низкого качества продукции очень много, в том числе из Китая. В Европе же в основном между конкурентами идет борьба за качество и за имидж, проблема дешевых «аналогов» не такая большая, как у нас.

Ред.: *Как обеспечить заказчика качественными системами инженерной защиты?*

Т.Г.: На мой взгляд, заказчику необходимо иметь независимый экспертный совет, выбор и решение которого он будет соблюдать на протяжении всего проекта (от идеи до реализации). Кроме того, требуется разработка подробной нормативной базы, в которой были бы расписаны все нюансы проектирования и строительства систем инженерной защиты. И, конечно, стоит приглашать на объект технического эксперта от компании-поставщика или проектировщика данного проекта, чтобы он контролировал применение материалов и точность реализации проектных решений. **И**



АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ»

ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Лаборатория оснащена отечественным и зарубежным оборудованием последнего поколения по всем направлениям деятельности лаборатории: испытания дисперсных, скальных, мерзлых грунтов и геокомпозитов.

На постоянной основе работают курсы повышения квалификации для экспертов в области геотехники.

Организован постоянный доступ супервайзеров и общедоступная онлайн трансляция работы лаборатории на портале Геоинфо и сайте лаборатории.



MDGT.RU



О ПОВРЕЖДЕНИЯХ АНКЕРНЫХ БОЛТОВ В ФУНДАМЕНТАХ СООРУЖЕНИЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ

БОСТ МАРИОН (BOST MARION)

Лаборатория горных рисков и геотехнических сооружений Лионского кластера Университета Гюстава Эйфеля, доктор технических наук, г. Лион, Франция
marion.bost@univ-eiffel.fr

ГАЙЕ ЛОРАН (GAILLET LAURENT)

Лаборатория металлических и кабельных конструкций Нантского кластера Университета Гюстава Эйфеля, г. Нант, Франция

ФАРЖЬЕ ЯННИК (FARGIER YANNICK)

Группа по изучению возникновения горных рисков и геотехнических сооружений Лионского кластера Университета Гюстава Эйфеля, доктор технических наук, г. Лион, Франция

МАРТИН РЕМИ (MARTIN REMY)

Служба восстановления нарушенных земель в горной местности Национального управления лесного хозяйства, г. Гренобль, Франция

Предлагаем вниманию читателей адаптированный и немного сокращенный перевод доклада «Исследование повреждений анкерных болтов, используемых в фундаментах сооружений инженерной защиты от опасных склоновых процессов», сделанного на конференции «Геомеханика и горная инженерия», проходившей 20–25 сентября 2021 года в г. Турине (Италия). Его авторами являются французские исследователи Марион Бост, Лоран Гайе, Янник Фаржье и Реми Мартин. Этот доклад в том же году появился на сайте IOP Publishing Ltd – одного из крупнейших в мире издательств, публикующих материалы престижных научных конференций в сферах технических и естественных наук. Данное издательство является дочерней компанией британского научного общества IOP (Institute of Physics – «Институт физики»), ставшего транснациональным.

Анкерные болты, по всей длине зафиксированные цементным раствором, используются для закрепления сооружений инженерной защиты от опасных проявлений склоновых процессов. В последние годы подрядчики часто наблюдают преждевременную деградацию свойств стальных стержней таких анкерных болтов *in situ*. В настоящее время при определении размера анкерного болта выбор стального стержня делается только на основе предела его прочности при растяжении (прочности на разрыв). Целью представленного исследования было определение того, с чем связано

наблюдаемое ухудшение характеристик – с металлургической природой стали, из которой изготовлен стержень, и/или с условиями нагружения. Для этого был выполнен металлургический анализ шестнадцати поврежденных анкерных болтов из четырех разных мест альпийского региона. Также были проанализированы условия их окружающей среды.

Консультационную помощь редакции при переводе оказали специалисты ООО «РТ ТРУМЕР» – производителя гибких сетчатых конструкций для надежной и экономически выгодной инженерной защиты людей и инфраструктуры от проявлений гравитационных процессов, а также надежных анкеров.

ВВЕДЕНИЕ ►

Анкерные болты, по всей длине зафиксированные цементным раствором, уже несколько десятилетий широко используются для закрепления в устойчивых массивах скальных грунтов сооружений инженерной защиты от опасных проявлений склоновых процессов (барьеров-аттенуаторов из проволочной сетки, камнеулавливающих ограждений, заанкеренных противокампедных сетчатых покрытий или завес, снегозадерживающих сетчатых барьеров и пр. [1, 2]).

Принцип устройства *in situ* пассивного анкерного болта заключается в просверливании в скальном грунтовом массиве отверстия для заделки в него стального стержня. Анкерный болт, зафиксированный в этом отверстии по всей длине цементным раствором, состоит из четырех основных элементов [3]: скважины в скальном грунте, стального стержня, цементирующего материала и внешнего крепления к поверхности грунта (рис. 1). Стальная опорная (прижимная) пластина, через которую проходит оголовок стержня, прижатая к поверхности скальной породы и затянутая гайкой, позволяет прикреплять оттяжки, сетки или опоры защитного сооружения к массиву скального грунта (рис. 2).

В последние годы различные подрядчики отмечают в полевых условиях преждевременное повреждение стальных стержней этого типа анкеров с риском возникновения неполноценности защитных конструкций, поскольку анкерные болты играют роль фундамента и способствуют устойчивости к нагрузкам этих сооружений (рис. 3). Подобные преждевременные нарушения уже давно наблюдаются в горнодобывающей промышленности [4] и поэтому являются предметом специальных исследований, которые, в частности, помогли особо выделить проблемы сочетания нагрузок и коррозионного растрескивания при механическом напряжении [5].

Стальные стержни, используемые для анкерных болтов, исходно бывают предназначены для железобетона (ВА) или

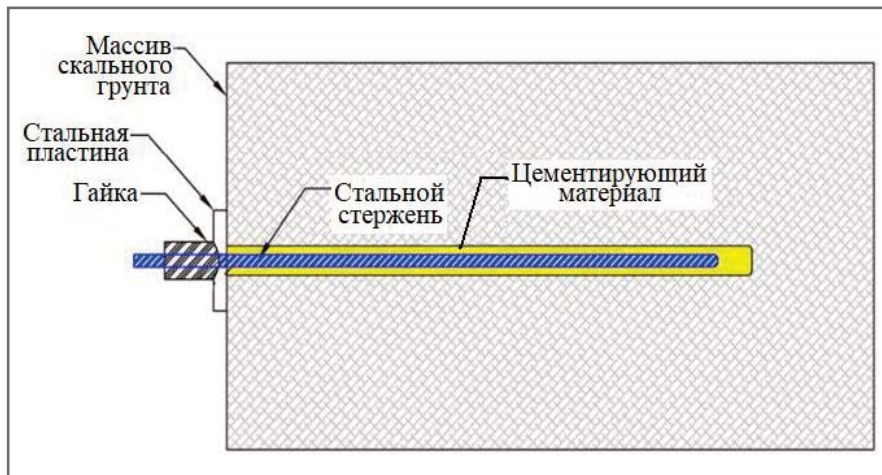


Рис. 1. Схема устройства анкерного болта *in situ* (по [2])



Рис. 2. Анкерные болты для закрепления верхнего несущего троса сетчатой противокампедной завесы

предварительного напряжения (ВР). В этих двух областях применения механические и металлургические свойства стержней различны, что связано с мето-

дами их изготовления и ожидаемым использованием.

Выбор стального стержня для анкерного болта в настоящее время про-



Рис. 3. Сломанный анкерный болт, крепивший боковые несущие тросы полотен снегозадерживающей сетки (а); изогнутый арматурный анкерный болт (б)

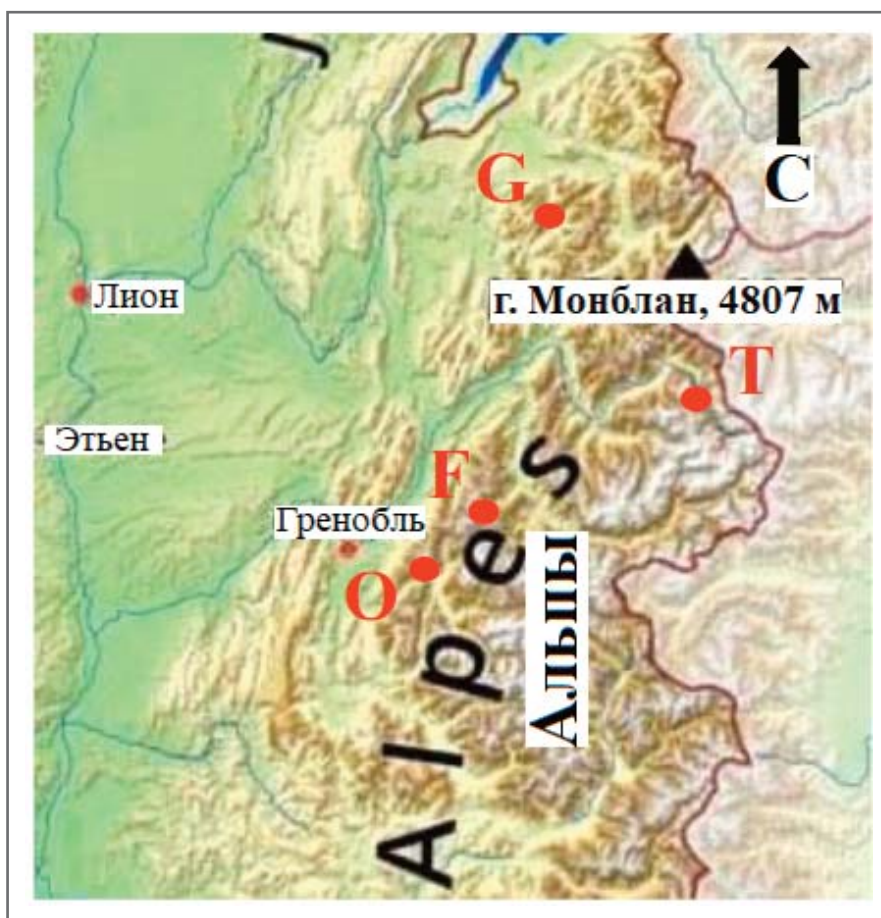


Рис. 4. Расположение на карте четырех участков (F, G, O, T), на которых были взяты образцы поврежденных анкерных болтов, закреплявших в грунте сооружения инженерной защиты от опасных проявлений склоновых процессов

изводится только по его прочности при растяжении (на разрыв) с учетом предела упругости стали и диаметра стержня [2]. Однако напряжения, создаваемые в анкерных болтах защитными сооружениями, не всегда связаны с растяжением и статическими нагрузками. Тип соединения с надземной частью сооружения может создавать комбинированную изгибающую и осевую нагрузку на оголовок анкерного

болта. Некоторые природные опасности создают динамические нагрузки (удары) или повторяющиеся нагрузки, вызывающие усталость материала стержня. Кроме того, в отличие от методов гражданского строительства зданий или инженерных сооружений, анкерные болты сооружений инженерной защиты от проявлений гравитационных процессов редко закрепляются в подходящем и однородном грунте.

То есть среда, в которой устанавливается стальной стержень, не имеет таких физико-химических характеристик, как у железобетона или при предварительном напряжении.

В этом контексте целью данного исследования было определение того, с чем связаны повреждения в фундаментах сетчатых защитных сооружений – с металлургической природой стального стержня (ВА или ВР) и/или с условиями нагружения.

МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ►

Проводились исследования поврежденных фундаментов противолавинных сооружений. С четырех разных участков (F, G, O, T на рисунке 4) в альпийском регионе были отобраны поврежденные анкерные болты (стержни, опорные пластины, гайки). Для каждого из них был выполнен анализ условий, в которых он находился *in situ*, а затем проведен металлургический анализ зоны разрушения. На основе полученных результатов стало возможным описать наиболее вероятные механизмы, которые привели к повреждениям.

Описание поврежденных стержней анкерных болтов ►

Указанный выше принцип исследований был применен к 16 стержням поврежденных анкерных болтов. Для каждого стержня фиксировали диаметр, тип стержня (ВА, ВР), форму канавок резьбы или впадин между ребрами рифления (плоская, округлая), тип гайки, вид макроскопических повреждений (таблица 1). Марка стали для стержня типа ВА – Fe500; для стержня типа ВР она не была известна. Для всех стержней выше гайки присутствовала антикоррозионная окраска.

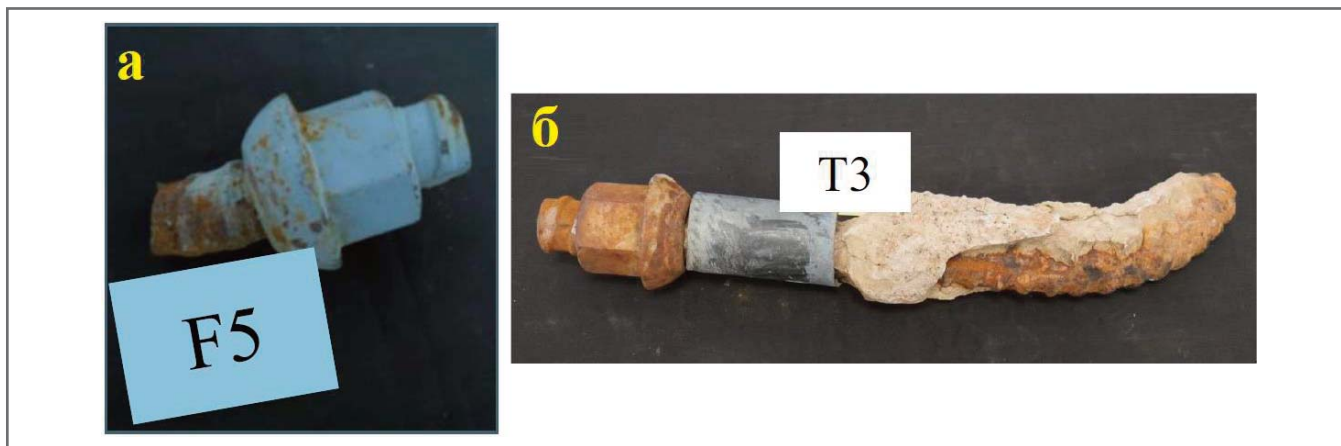


Рис. 5. Повреждения стержней анкерных болтов типов А (а) и Б (б)

Таблица 1. Характеристики поврежденных стержней анкерных болтов

| Участок взятия образца (см. рис. 4) | Стержень (обозначение) | Номинальный диаметр стержня, мм | Металлургический тип стержня | Форма выступов (ребер) и впадин (канавок) резьбы или рифления | Тип торца гайки | Тип макроскопического повреждения | Результаты дополнительного металлургического анализа |
|-------------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------------|---|-----------------|--|--|
| F | F4 | 28 | ВА | плоская | сферический | А | - |
| | F5 | 25 | ВА | округлая | сферический | А | - |
| | F6 | 25 | ВА | округлая | сферический | А | - |
| | F7 | 28 | ВА | округлая | сферический | А | - |
| | F8 | 25 | ВА | округлая | сферический | А | Трещина во впадине резьбы или рифления на растянутой образующей |
| | F9 | 28 | ВА | округлая | сферический | А | Распространение поперечной хрупкой трещины с радиальными линиями; две зоны зарождения трещин во впадинах резьбы или рифления |
| | F10 | 28 | ВА | округлая | сферический | А | - |
| G | G1 | 28 | ВА | плоская | плоский | А | Начало разрушения – вдоль продольного ребра |
| | G2 | 28 | ВА | плоская | плоский | А | - |
| | G3 | 28 | ВА | плоская | плоский | А | - |
| | G4 | 28 | ВА | плоская | плоский | А | - |
| | G5 | 28 | ВА | плоская | плоский | А | - |
| O | O1 | 25 | ВР | плоская | плоский | Б (с двойным изгибом под гайкой и на 0,30 м ниже нее) | - |
| T | T1 | 28 | ВА | плоская | сферический | А | Начало разрушения – во впадине резьбы или рифления |
| | T2 | 28 | ВА | плоская | сферический | А | Распространение косой вязкой трещины от впадины резьбы или рифления под углом 45 град. |
| | T3 | 28 | ВА | округлая | сферический | Б (с одним изгибом на 0,30 м ниже гайки) | Стержень подвергся коррозии под цементирующим материалом, который повторил форму изогнутого стержня (вероятно, стержень согнулся до затвердевания цементного раствора) |

Таблица 2. Условия окружающей среды для каждого исследованного поврежденного стержня анкерного болта

| Участок взятия образцов (см. рис. 4) | Грунт | Защитное сооружение | Соединение анкерного болта с защитной конструкцией | |
|--------------------------------------|--|--|--|--|
| F | Слабый грунт на коренной породе (морена на однородном крупнозернистом граните) | Гибкий противолавинный барьер с треугольными сетками | С тросами трех полотен сетки с помощью соединительной скобы и тросовых петель | |
| G | Коренные породы (чередование слоев мергелей и известняков) | Гибкий противолавинный барьер с треугольными сетками | С тросами трех полотен сетки с помощью изогнутой детали, закрепленной на стержне, и соединительной скобы | |
| O | Слой слабого грунта толщиной 1 м на коренной породе (морена на граните) | Гибкий противолавинный барьер с прямоугольными сетками | Без скобы, с помощью соединенных непосредственно с оголовком стержня двух тросовых петель на концах боковых тросов сеток | |
| T | T1 T2 | Коренная порода (кварцит) | Гибкий противолавинный барьер с треугольными сетками | С тросами трех полотен сетки с помощью изогнутой детали, закрепленной на стержне, и соединительной скобы |
| | T3 | | Гибкий противолавинный барьер с прямоугольными сетками | Без скобы, с помощью соединенных непосредственно с оголовком стержня двух тросовых петель на концах боковых тросов сеток |

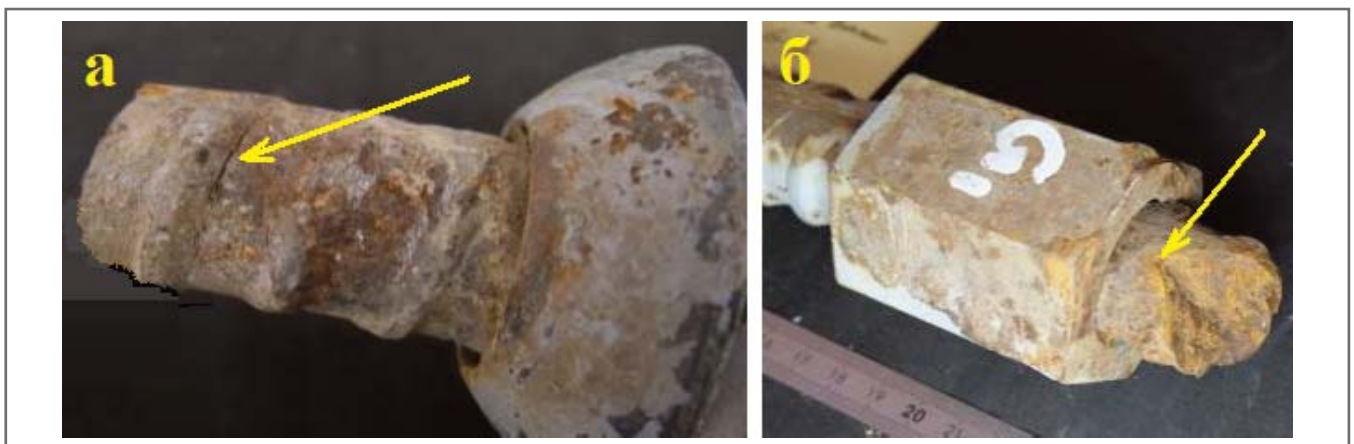


Рис. 6. Трещина во впадине у основания выступа (образец F8) (а); разрушение, которое началось вдоль продольного ребра рифления (образец G1) (б)

Было выявлено два основных вида повреждений:

- тип А (рис. 5, а): разрушение произошло на расстоянии от 0,01 до 0,05 м ниже гайки, при этом на части стержня наблюдалась пластическая деформация изгиба, а на другой части – слабо проявленная шейка (небольшое сужение поперечного сечения при растяжении);
- типа Б (рис. 5, б): разрушение произошло примерно на 0,30 м ниже гайки либо при одиночном, либо при двойном изгибе стержня.

Анализ условий окружающей среды для каждого анкерного болта ▶

В таблице 2 охарактеризованы условия окружающей среды для каждого ан-

керного болта (вмещающий грунт, надземная сетчатая конструкция, тип ее соединения с анкерным болтом).

Металлургический анализ зоны разрушения каждого анкерного болта ▶

Для 16 поврежденных стержней был выполнен фрактографический анализ (изучение характера разрушений, трещиноватых поверхностей, изломов) в макроскопическом масштабе. При изгибе и соответствующем растяжении зона зарождения трещины располагается во впадине (канавке) вдоль основания выступа резьбы и или рифления (рис. 6, а) или вдоль продольного ребра рифления (рис. 6, б). Выявленные раз-

рушения можно разделить на две группы (см. таблицу 1):

- вязкое с косым распространением до окончательного разрушения (рис. 7, а);
- в целом хрупкое на вид с распространением поперечно-радиальной трещины и в конце с образованием периферических губ среза под углом около 45 град. (участков вязкого разрушения на периферии поверхностей излома) (рис. 7, б).

Образец T2 с «вязко-косым» видом излома (см. рис. 7, а) и образец F9 с «хрупко-поперечно-радиальным» видом излома (см. рис. 7, б) подверглись дальнейшему фрактографическому анализу поверхности разрушения. После химической очистки двух указанных зон разрушения (для удаления продук-

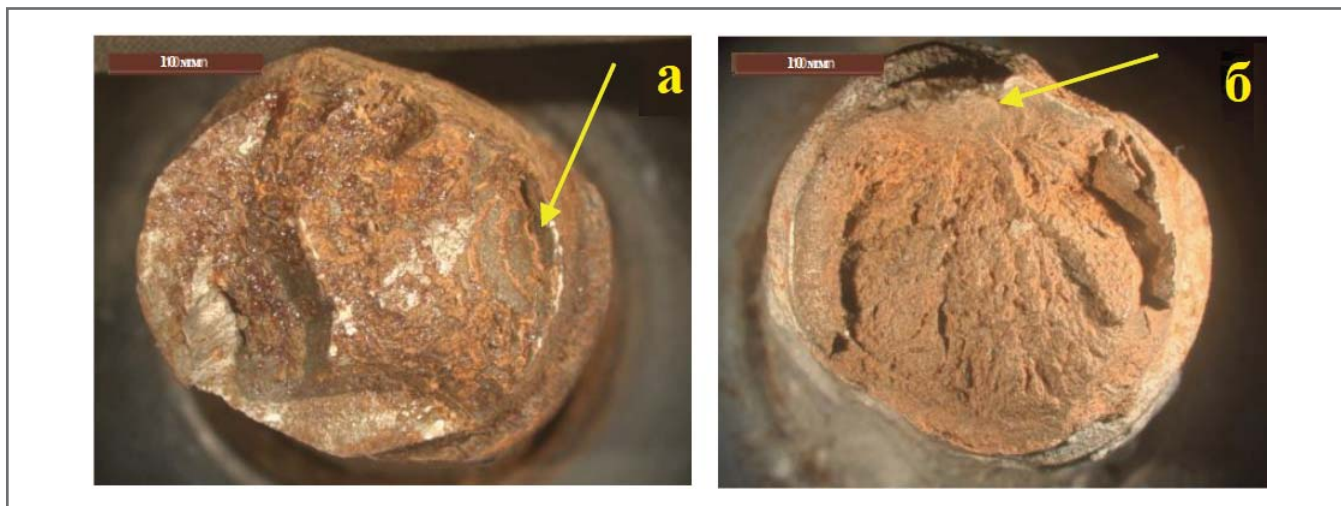


Рис. 7. Разрушение из-за распространения кривой вязкой трещины от впадины резьбы или рифления первоначально под углом 45 град. (на начало разрушения указывает стрелка), а затем – с нерегулярным рельефом поверхности разрушения (образец Т2) (а); разрушение в результате распространения поперечной хрупкой трещины с радиальными линиями (образец F9) (б)

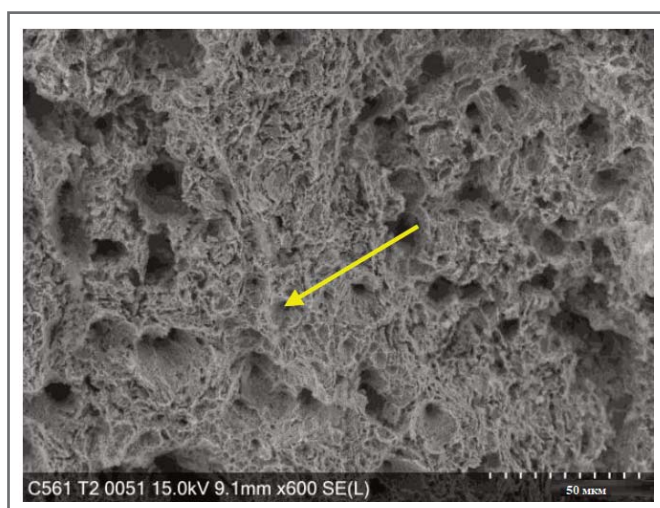


Рис. 8. Ориентированные чашечные изломы на поверхности разрушения образца Т2

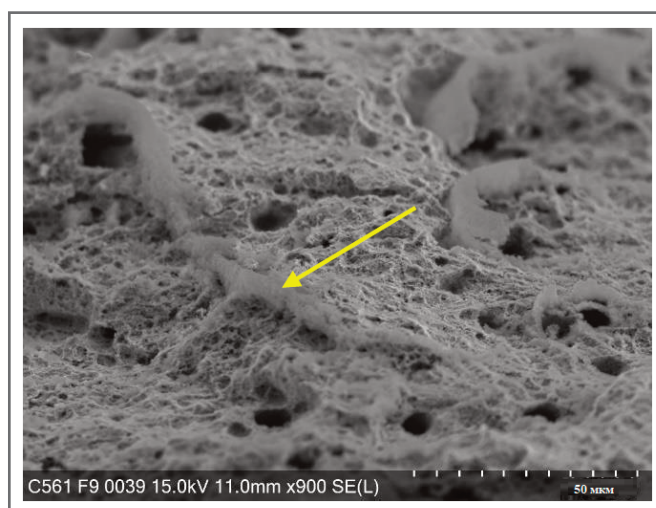


Рис. 9. Ориентированные чашечные изломы на поверхности разрушения образца F9, указывающие на механизм сдвига

тов коррозии) они были изучены с помощью бинокулярного и сканирующего электронного микроскопов.

Для образца Т2 (см. рис. 7, а) разрушение началось от впадины резьбы или рифления первоначально под углом 45 град. на небольшую глубину. После изменения угла на 90° распространение оставалось наклонным до середины сечения, а затем стало сложным. Первая часть выглядит как поверхность вязкого разрушения с ориентированными чашечными изломами (рис. 8), а затем чередуются зоны хрупкого и вязкого излома (это поверхность полухрупкого разрушения).

Для образца F9 химическая очистка выявила вторую зону трещинообразования, инициированного во впадине резьбы под углом 60 град. к первой. Таким образом, поверхность разрушения содержит две зоны зарождения

трещин на одной и той же стадии коррозии. Та зона, которая привела к разрушению, имеет небольшой коррозированный участок, который не имеет признаков коррозии, вызванной одновременным воздействием коррозионной среды и механических напряжений (коррозии под напряжением), поскольку там отсутствует коррозионная лунка. Наблюдаются ориентированные чашечные изломы, которые указывают на механизм сдвига (рис. 9), что исключает гипотезу усталости материала. После изменения ориентации относительно зоны зарождения трещина распространяется поперечно радиальными линиями. Под конец поверхность разрушения имеет форму периферических губ среза, ориентированных примерно под углом 45 град.

Следует отметить, что химический анализ, выполненный для трех образ-

цов (Т2, F9, О1), не выявил проблем с качеством материала.

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ РАЗРУШЕНИЙ АНКЕРНЫХ БОЛТОВ ПО УЧАСТКАМ ВЗЯТИЯ ОБРАЗЦОВ ►

Для выявления причин и механизмов повреждений исследованных анкерных болтов была проанализирована вся информация по каждому из них на каждом участке (см. рис. 4).

Участок F ►

На участке F в два разных периода времени было устроено 9 анкерных болтов. Каждый из них был соединен с боковыми несущими тросами трех полотен треугольных сеток с помощью соединительной скобы и тросовых петель и заделан в грунт, состоящий из слабого дисперсного слоя на поверхно-

сти и более прочной скальной коренной породы на глубине (см. таблицу 2). Для них были использованы стержни, изготовленные для армирования железобетона (типа ВА – см. таблицу 1). После зимы 2017/2018 года были обнаружены повреждения при изгибе со слабо проявленной шейкой (небольшим сужением поперечного сечения при растяжении) ниже гайки для всех девяти анкерных болтов. Другие анкеры на участке F, которые не удалось взять на исследование, вышли из строя на существенно большей глубине. В более мелком масштабе было обнаружено, что в каждом из 9 указанных случаев разрушение началось с развития трещины с поверхности в самом узком участке при растяжении (в канавке резьбы или во впадине между ребрами рифления). К ней могла быть добавлена вторая трещина под углом 60 град., который соответствует углу между прикрепленными к анкерному болту тросами двух треугольных сеток. Вероятно, это было разрушение при механическом перенапряжении в результате удара по барьеру.

Поскольку независимо от типа стержня наблюдалась одна и та же картина повреждений в макроскопическом масштабе, можно сделать вывод, что эти 9 анкеров разрушились под действием комбинированных усилий от прикрепленных к ним тросов от двух треугольных сеток. Результирующее усилие, судя по всему, должно было действовать наклонно в верхней части стержня. Поскольку верхний слой грунта был относительно слабым, стержень согнулся. Усилие передалось на участок непосредственно под гайкой, в результате чего образовался первый изгиб. При достаточном отклонении стержня на большей глубине на границе между слабым и более прочным грунтом мог бы образоваться второй изгиб. Кроме того, обнаруженное в микроскопическом масштабе для образца F9 двойное инициирование разрушений указывает на то, что равнодействующая сил ориентирована вдоль одного из соединенных с анкером тросов и ее ориентация варьирует. Это согласуется со снеговой нагрузкой на сетку снегоудерживающего барьера, которая меняется в зависимости от дня и сезона из-за колебаний температуры и количества снега [6].

Участок O ▶

Единственный исследованный с участка O анкерный болт был соединен с двумя прямоугольными сетками непо-

средственно с помощью петель на нижних продолжениях их вертикальных боковых тросов (см. таблицу 2). Его стержень был заделан в грунт, верхний слой которого был слабым дисперсным, а нижний представлял собой коренную скальную породу. Стержень анкера был предварительно напряженным (типа ВР – см. таблицу 1), то есть его предел упругости был выше, чем у арматуры железобетона. Этот стержень сломался на глубине из-за изгиба, но был и еще один изгиб – под гайкой. Таким образом, наблюдался тот же механизм, что и для двойных пластичных изгибов в случаях на участке F.

Участок T ▶

Три анкерных болта, взятых на анализ с участка T, были заделаны в коренную скальную породу при отсутствии слабого грунта на поверхности (см. таблицу 2).

Два анкерных болта были соединены с боковыми тросами трех треугольных сеток с помощью изогнутого соединительного участка на оголовке стержня и соединительной скобы. Их стержни сломались непосредственно под гайкой при изгибе, как и на участке F (см. таблицу 2). В микроскопическом масштабе их поведение выглядит более пластичным, чем для стержней участка F. Отличия в поведении между этими двумя случаями (для участков T и F), возможно, объясняются разными системами соединения, более жестким вмещающим грунтом на участке T и разным качеством стержней.

Третий анкер на участке T, как и анкер на участке O, был соединен с двумя прямоугольными сетками с помощью петель на концах боковых тросов этих сеток (см. таблицу 2). Так же, как и на участке O, третий анкер на участке T сломался на глубине. Отличия этих двух случаев (на участках O и T) от четырнадцати других изученных анкеров, которые вышли из строя непосредственно под гайкой, объясняются типом сетки (прямоугольной) и типом соединения стержня анкерного болта с тросом (напрямую с тросовой петлей, без соединительного элемента).

Участок G ▶

Для пяти анкерных болтов на участке G условия были точно такими же, как и для первых двух анкеров на площадке T (жесткий вмещающий грунт, треугольные сетки, соединение с изогнутым звеном на оголовке стержня). Они сломались точно так же, при изгибе непосредственно под гайкой.

ОБСУЖДЕНИЕ ▶

Независимо от типа стального стержня (ВА или ВР) наблюдались одни и те же механизмы разрушений анкерных болтов. В рассмотренных случаях тип стержня, по-видимому, не влиял на задействованные механизмы поломок.

Химический анализ стали показал, что причинами разрушений не были и дефекты качества стали или формы стержней. В частности, во впадинах резьбы или рифления не было обнаружено никаких дефектов, которые могли бы объяснить инициирование разрушений, наблюдавшееся в этих местах.

Внутренняя структура стали предварительно напряженных стержней повышает ее чувствительность к коррозии под напряжением. Действительно, для арматурных стержней в железобетоне разрушение предшествует коррозии. Однако согласно исследованиям поверхностей разрушения стержней (независимо от их типа) коррозию под механическим напряжением не следует рассматривать как причину наблюдавшихся повреждений.

Результаты исследований также показали, что во всех случаях причиной разрушений не была и усталость материала.

Но дополнительные повреждения, наблюдавшиеся в соединительных скобах и тросовых петлях, соединявших тросы с оголовками анкеров, подтверждают, что именно эти зоны анкерных креплений были слабыми местами.

Все стержни разрушились из-за растяжения при изгибе с возникновением трещин в самых узких местах (в канавке резьбы или во впадине рифления) и их дальнейшим распространением. Действительно, в такой узкой зоне стержня материала меньше и поэтому механическое напряжение выше. Этот изгиб возникает из-за наклонной нагрузки, действующей на верхнюю часть стержня из-за нагруженной снегом сетки. Он образуется непосредственно под гайкой, но может развиваться и дальше вниз, если стержень может быть достаточно деформирован до границы между слабым дисперсным грунтом и более прочной коренной скальной породой.

Следовательно, преждевременные выходы из строя изученных анкерных болтов произошли из-за отсутствия информации о реальных нагрузках, воспринимаемых анкерами, когда снегоудерживающие сетки нагружены снегом. Повреждения также возникают из-за того, что на этапе проектирования не учитывается деформационное поведение стержня, нагруженного сверху и за-

деланного в грунт со слабым дисперсным слоем сверху и прочной коренной скальной породой на глубине.

ВЫВОДЫ ►

Анализ поврежденных анкерных болтов, закреплявших сетчатые противолавинные сооружения в грунте, показывает, что их нарушения связаны с отсутствием информации о реальных нагрузках от удерживающих массу снега конструкций, а также с недостаточным или отсутствующим учетом деформационного поведения фундамента. Качество компонентов или монтажа снегоудерживающих сооружений тут винить нельзя.

Нагрузка, прикладываемая к анкерному болту со стороны противолавинного сооружения, вызывает более или

менее заметный изгиб его стержня в зависимости от характера вмещающего грунта. Было показано, что эта нагрузка может возникать в виде следующих один за другим ударов (толчков), к тому же с изменениями их ориентации в зависимости от количества звеньев соединений между анкерным болтом и защитной конструкцией. Разрушение затем происходит более или менее по вязкому (пластичному) типу, то есть по большей части это вязкое (пластичное) разрушение.

Для более правильного выбора (проектирования) стержня анкерного болта должны быть качественно и количественно оценены реальные нагрузки *in situ*. Кроме того, чтобы учесть сопротивление анкера, представляется целесообразным проанализировать его де-

формационное поведение при нагрузке на оголовки и с учетом различной жесткости вмещающего стержень грунта.

Выводы, сделанные на основе результатов этой работы, говорят о том, что нужна более широкая программа исследований в целях выработки рекомендаций по выбору стальных стержней анкерных болтов, используемых в качестве фундаментов для закрепления сооружений инженерной защиты от опасных склоновых процессов рассмотренного типа. **И**

При проектировании систем инженерной защиты обращайтесь в компанию РТ ТРУМЕР. Компетенции и отношение к работе позволят вам быть уверенными в надежном результате.

ИСТОЧНИК ►

Bost M., Gaillet L., Fargier Y., Martin R. Study of damage to rockbolts used in the foundations of protection structures against gravitational hazards: report at the Conference "Mechanics and Rock Engineering, from Theory to Practice", 20–25 September 2021, Turin, Italy // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing Ltd, 2021. Vol. 833. № 1. P. 012178. DOI: 10.1088/1755-1315/833/1/012178. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/833/1/012178/pdf.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ИСПОЛЬЗОВАННОЙ АВТОРАМИ ПЕРЕВЕДЕННОЙ СТАТЬИ ►

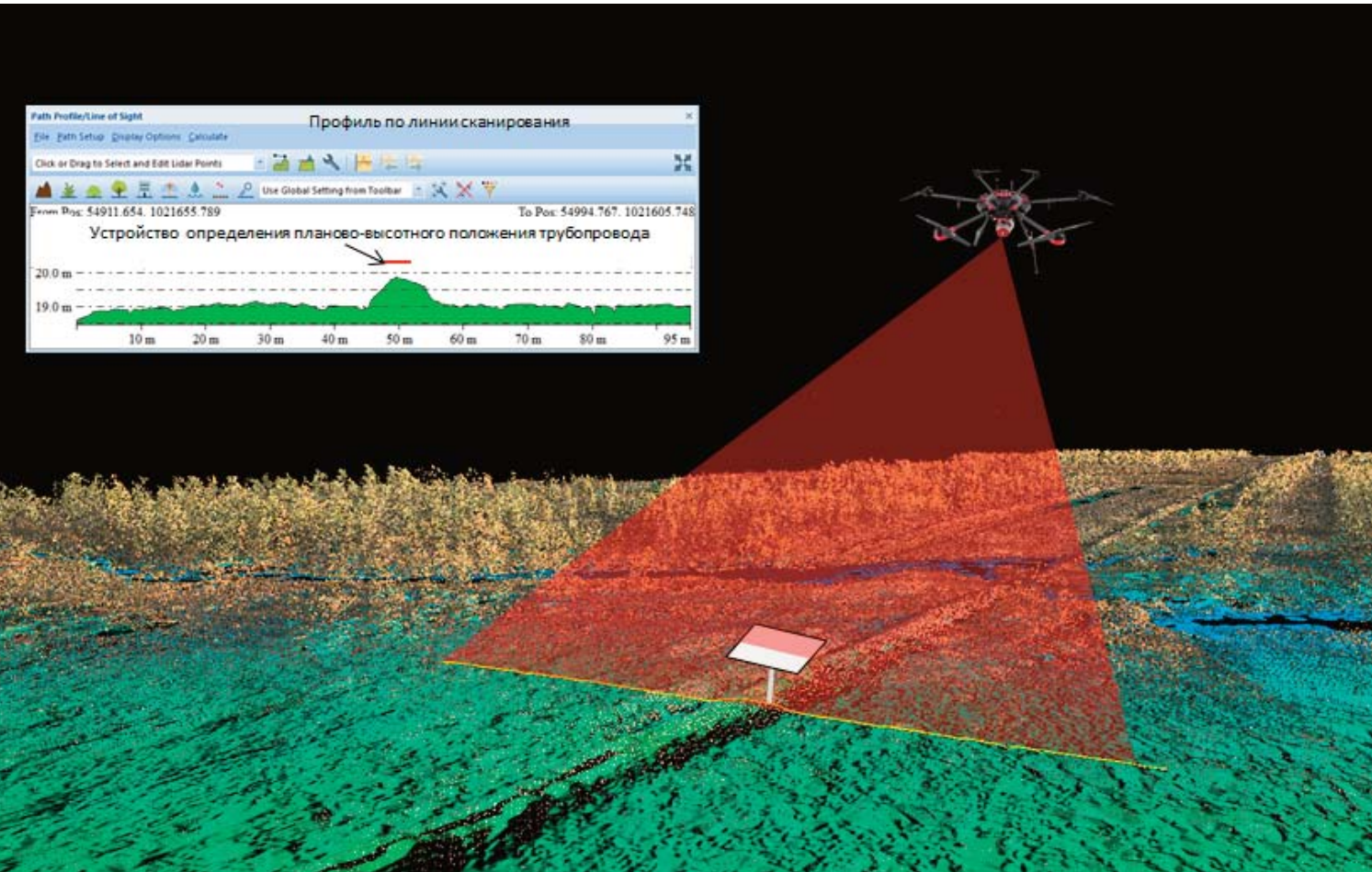
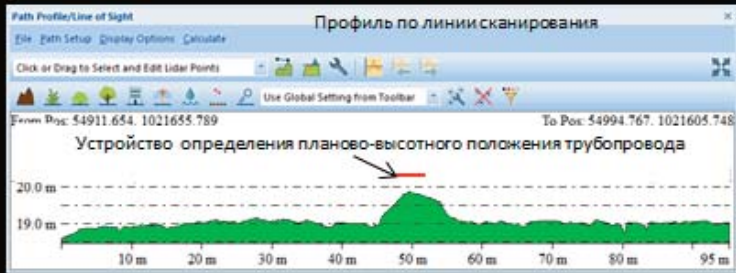
1. Wyllie D.C., Mah C.W. Rock Slope Engineering (4th edition). New York: Spon Press, 2005. P. 456.
2. Ho D.A. Axial behavior of fully grouted rockbolts: study of the bolt-grout interface and modeling (PhD Thesis). Lyon, France: University of Lyon, 2017. P. 375.
3. Windsor C.R., Thompson A.G. Rock reinforcement – technology, testing, design and evaluation // Comprehensive Rock Engineering. Vol. 4. Oxford: Pergamon Press, 1993. P. 451–484.
4. Li C.C. Field observations of rock bolts in high stress rock masses // Rock Mechanics and Rock Engineering. 2010. Vol. 43. P. 491–496.
5. Chen H., Ramandi H.L., Walker J., Crosky A., Saydam S. Failure of the threaded region of rockbolts in underground coal mines // Mining Technology. 2018. Vol. 127. № 3. P. 146–154.
6. Gleirscher E., Kofler A., Gigelel T., Graf A., Granig M., Fischer J.T. Monitoring forces in steel wire rope nets: evaluation of short and long term influences // Proceedings of the International Snow Science Workshop, Innsbruck, Austria, 7–12 October 2018. Innsbruck, Austria: Innsbruck ISSW, 2018.

Независимый электронный журнал
ГеоИнфо



С 2022 года журнал «ГеоИнфо» будет выходить ежемесячно в формате *PDF.

WWW.GEOINFO.RU



НОВЫЕ ПОДХОДЫ В МОНИТОРИНГЕ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТРУБОПРОВОДАХ

БАБОРЫКИН МАКСИМ ЮРЬЕВИЧ

Главный аналитик центра геоинформационных систем АНО ВО «Университет Иннополис», кандидат геолого-минералогических наук

ЖИДИЛЯЕВА ЕЛЕНА ВЯЧЕСЛАВОВНА

Старший преподаватель кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники Института географии, геологии, туризма и сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

В статье рассматриваются две технологии: воздушное лазерное сканирование и внутритрубная диагностика. Обе они имеют потенциал комплексного применения для целей мониторинга трубопроводов. Кратко рассмотрены особенности применения воздушного лазерного сканирования для определения планово-высотного положения трубопровода подземной прокладки. Рассмотрена компиляция данных воздушного лазерного сканирования и внутритрубной диагностики для повышения безаварийной эксплуатации.

Введение ►

Бесперебойная и безопасная эксплуатация трубопроводов является приоритетной политикой нефтегазодобывающих и транспортных компаний. Однако воздействие опасных геологических процессов на трубопроводы может привести к возникновению аварийных ситуаций. Согласно нормативной документации (действующей и обязательной для применения в целях выполнения требований технического регламента ФЗ №384), опасные геологические процессы, оказывающие негативное воздействие на трубопроводы, связаны с такими компонентами геологических опасностей, как растепление многолетнемерзлых грунтов, солифлюкция, эрозия, оползни, обвалы и т.д.

Необходимость контроля активизации и развития опасных геологических процессов для обеспечения безопасной эксплуатации прописаны в ФЗ №384 [1].

Мониторинг на трубопроводах ►

Мониторинг на трубопроводе проводится с целью обеспечения его безопасной эксплуатации. В рамках мониторинга с целью своевременного обнаружения или выявления изменений, которые могут привести к риску возникновения аварийной ситуации, выполняется контроль процессов, протекающих в грунтах, и отслеживание изменений в элементах конструкции.

Учитывая, что подземная прокладка трубопроводов на пересечённой местности сопряжена с нарушением естественных природных условий (изменение теплового режима и водного режима грунтов, потеря устойчивости склонов и т.д.), она сопровождается активизацией имеющихся геологических процессов или появлением новых. При этом различные опасные геологические процессы могут воздействовать как независимо, так и в совокупности, в том числе усиливая друг друга с точки зрения воздействия на три главных элемента трубопровода – труба, траншея, засыпка траншеи.

Таким образом, получение информации о состоянии поверхности в земельном отводе и состоянии трубопровода является очень важным.

Технологии ВЛС и ВТД ►

Воздушное лазерное сканирование позволяет получить цифровую модель рельефа, передавая детали, а эффективным способом контролирования технического состояния трубопровода специализированными средствами, позволяющими получить информацию о де-

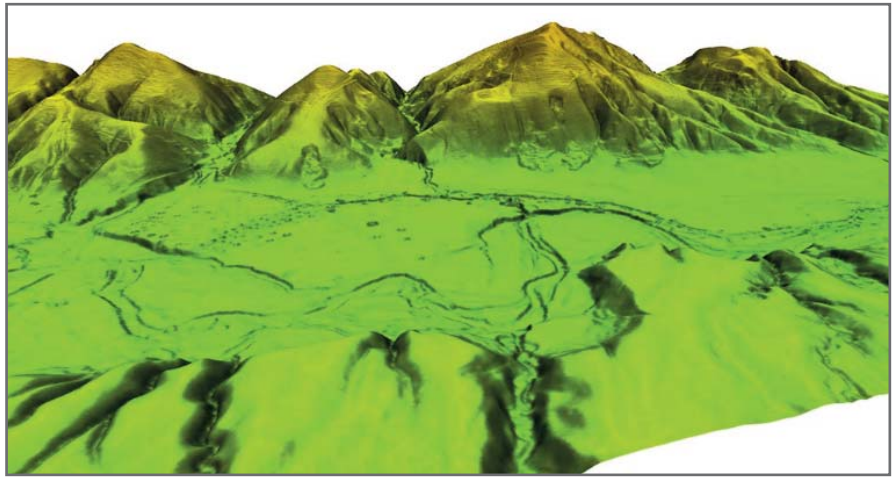


Рис. 1. Цифровая модель рельефа

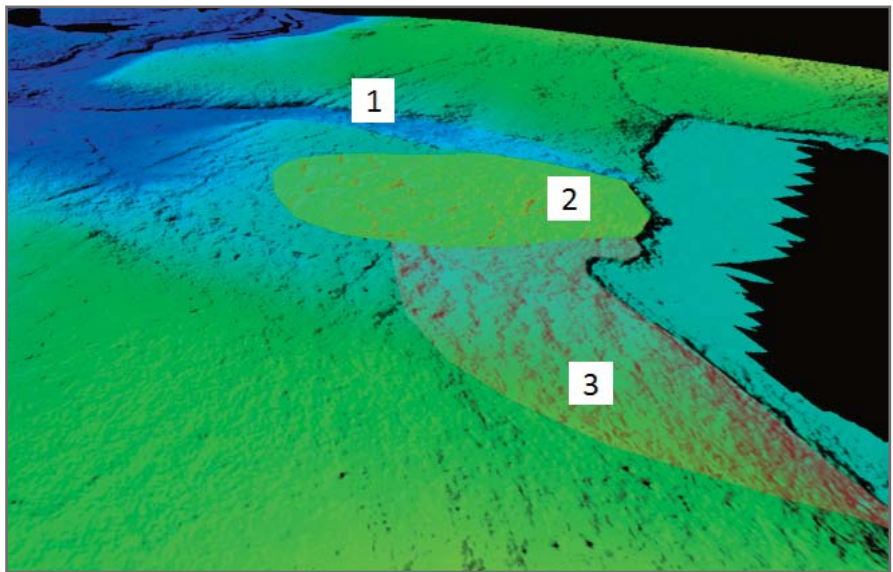


Рис. 2. Цифровая модель рельефа с выделенными зонами опасных геологических процессов. 1 – термоэрозия; 2 – полигонально-жильные льды; 3 – солифлюкция

фектах, является внутритрубная диагностика (ВТД).

Материалы, получаемые с пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов, подходят для изучения земной поверхности [2, 3]. Полученная статическая модель при соблюдении технологии [4] отображает не только детали рельефа (рис. 1), но и формы (конфигурацию и расположение) опасных геологических процессов [5].

Информация, получаемая с цифровой модели рельефа (ЦМР) с помощью дешифрирования, упрощает задачу контроля появления и активизации опасных геологических процессов, которые могут негативно влиять на безаварийность эксплуатирующихся сооружений. Следовательно, в мониторинг входит дешифрирование, как его неотъемлемая часть, позволяющая получать качественные и количественные характеристики [5, 6, 7, 8].

Дешифрирование, как метод включает в себя:

1) преддешифровочную проработку – сбор и обобщение доступных фондовых материалов. Данная проработка призвана ускорить само дешифрирование путём получения первичной информации: климатическая зона, инженерно-геологическая провинция и т.п.;

2) подготовительно-технические работы – формирование ЦМР, распознавание «геоморфологических образов» опасных геологических процессов и выделение их контуров, а также их классификация (определение типа) по прямым признакам (рис. 2);

3) определение качественных и количественных характеристик опасных геологических процессов для каталогизации и дальнейшего мониторинга.

Воздушное лазерное сканирование, как и любая технология, имеет ограничения к использованию. В данном случае

Таблица 1. Сравнение методов ВЛС и классических геодезических наблюдений

| Показатель | ВЛС | Геодезические измерения |
|--------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Удаленность объекта | Позволяет получать данные с удаленных и труднодоступных объектов | Сложность получения данных с труднодоступных и удаленных мест |
| Точность определения | Первые сантиметры | Первые миллиметры |
| Скорость выполнения наблюдений | Низкие временные затраты | Высокие временные затраты |
| Информативность | Определение положения трубопровода и съемка опасных геологических процессов (их наблюдение проводится одновременно при сканировании) | Определение положения трубопровода. Проведение отдельных работ по съемке опасных геологических процессов (отдельные работы по их наблюдению) |

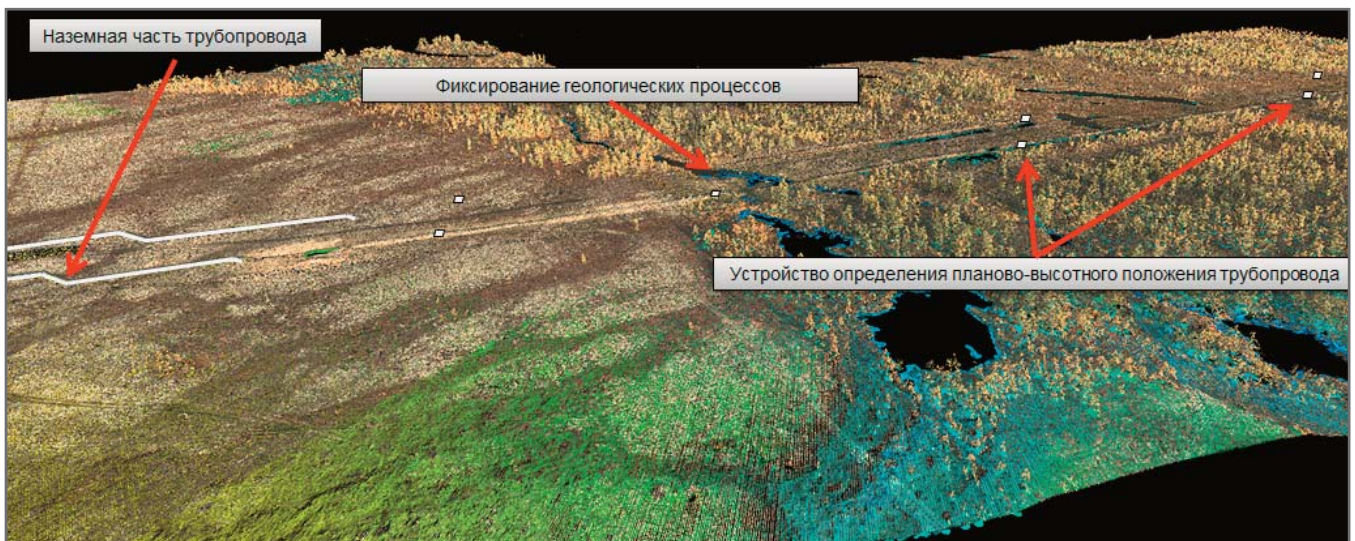


Рис. 3. Цифровая модель рельефа, проведение мониторинга линейных сооружений по данным ЦАФС и ВЛС надземной и подземной прокладки

это сезонность, погодные условия, наличие снежного покрова и т.п. Эти ограничения не позволяют проводить сканирование качественно. Учитывая, что важной составляющей мониторинга при помощи ВЛС являются структурно-текстурные особенности, как геологических процессов, так и природно-технической системы в целом, важно проводить работы в период отсутствия снега. При этом современные сканеры имеют большое количество точек лазерных отражений (ТЛЮ), до 80 точек на 1 м. кв., по этой причине листва древесной растительности не является ограничением для сканирования в отличие от оборудования предыдущего поколения.

Необходимо понимание применимости ВЛС для мониторинга трубопроводов по отношению показателей:

- информативность;
- точность определения;

- скорость выполнения наблюдений;
- возможность получения информации на удаленных объектах.

Рассматривая плюсы и минусы ВЛС и классических геодезических методов по выше перечисленным показателям, представленным в таблице 1, можно сделать вывод о том, что ВЛС является высокоинформативным и, относительно классических геодезических методов, более быстрым. Однако немаловажен тот факт, что классические геодезические методы обладают высокой точностью определения координат точки в пространстве, составляющие первые миллиметры (1-2 мм), а ВЛС на данном этапе развития способен выдавать абсолютную погрешность в условиях близких к идеальным первые сантиметры (от 4-5 см.).

Согласно СП 22.13330.2011 [9] в соответствии с постановлением Правительства РФ 1521 является обязатель-

ным в части исполнения разделов, указанных в постановлении [10], и СП 25.13330.2012 [11], необходимость проведения мониторинга зданий и сооружений является обоснованной. Учитывая, что подземная прокладка нефтепровода не имеет фундамента и в зонах отсутствия точек защемления трубопровода столь жесткие требования по классу точности определения координат в пространстве могут быть избыточными. Главную проблему появления деформации трубопровода подземной прокладки составляют перемещения под воздействием природных агентов влияющих на состояние грунтов особенно в точках защемления трубопровода. Следовательно, достаточными наблюдениями в точках защемления должны быть методы определения изменений, позволяющие получать первые миллиметры для контроля напряженно-деформированного состояния (НДС) трубопровода. В зонах отсутствия точек защемле-

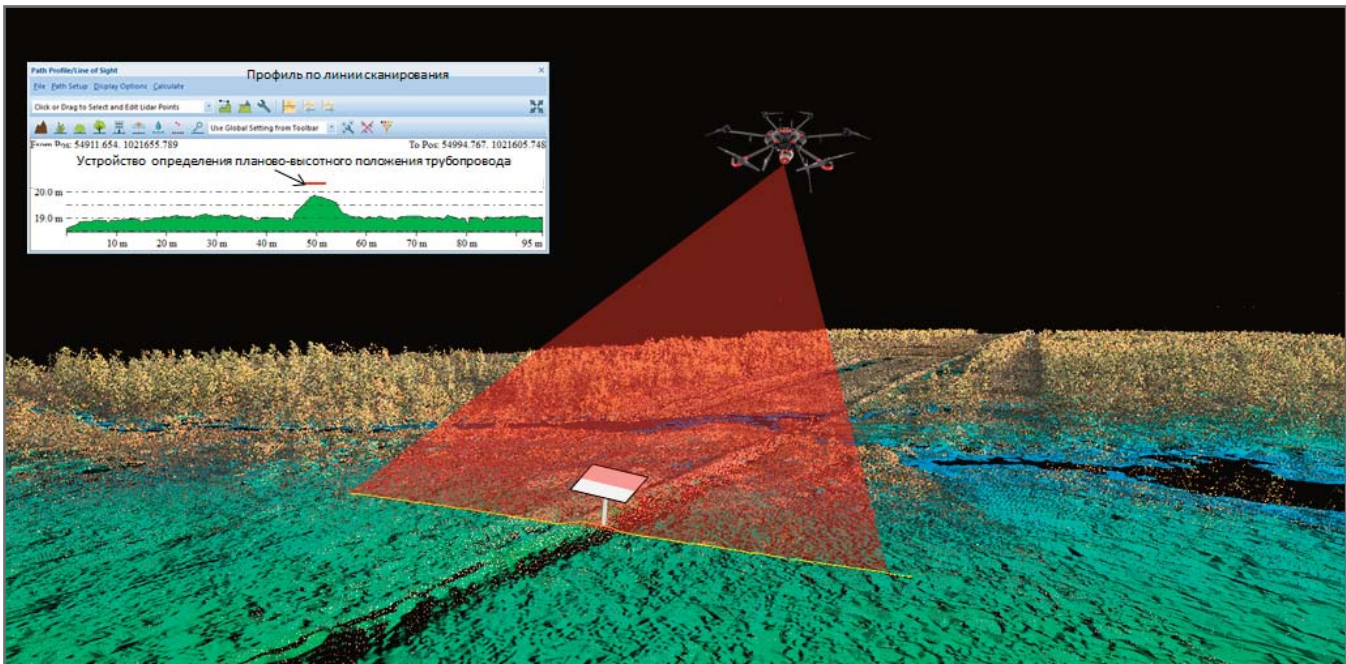


Рис. 4. Цифровая модель рельефа. Определение положения подземной части трубопровода по устройству определения планово-высотного положения

ния трубопровода подойдут методы определения изменений с погрешностью в первые сантиметры.

Учитывая сложность определения положения трубопровода подземной прокладки и дальнейшего расчета НДС за счет фиксации изменений, наиболее быстрыми средствами наблюдения становятся ВЛС и внутритрубная диагностика (ВТД).

Рассматривая первую составляющую мониторинга ВЛС, стоит отметить, что определение трубопровода в пространстве может производиться специализированными устройствами определения планово-высотного положения (рис. 3) [12]. Технология ВЛС, позволяющая получить поверхность со всеми геологическими процессами, проявившими себя на поверхности, позволяет получить с точностью 4-5 см (на данный момент развития оборудования) перемещения трубопровода, если таковые имеются.

Технология проведения мониторинга с применением ВЛС состоит из:

- установки и привязки постоянно действующих опознавательных знаков для аэрофотосъемки;
- установки на трубопровод устройств определения планово-высотного положения [Патент № 173296];
- выявления точек защемления трубопровода то технологической схеме (элементы трубопроводов, жестко закрепленные с грунтовым основанием – фундаменты, сваи и т.п.);

• установки в точках защемления трубопроводов деформационных марок и устройств определения планово-высотного положения для обследования классическими геодезическими методами;

• периодического сканирования местности с аэрофотосъемкой;

• классификацию, формирование мозаики аэрофотосъемки, камеральную обработку;

• проведение декодирования ОГП (обнаружение) и интерпретации (классификация, описание, определение качественных и количественных характеристик);

• каталогизация;

• проведение режимных наблюдений;

• прогнозирование развития ОГП и воздействия на сооружение.

Приимая во внимание, что при каждом ВЛС формируется статическая модель с показателями, необходимо формировать динамические модели для анализа.

Динамическая модель представляет собой ряд последовательных пролетов во времени позволяющая получить прогрессирование процесса во времени с определением смещения в точках защемления трубопровода, оборудованных опознавательными устройствами.

Следовательно, динамическая модель – это не что иное, как выстраивание статических моделей во временном ряду [13].

Главные различия статических моделей и динамических моделей состоят в

том, что составная часть дешифрирования (декодирование ОГП) производится только по статическим моделям, а интерпретация присуща как статическим, так и динамическим моделям.

При проведении анализа на статических моделях помимо ОГП определяется положение трубопровода подземной прокладки по устройствам определения планово-высотного положения трубопровода по прямым признакам. Метод фиксирования высотного положения трубопровода представлен на рисунке 4.

Однако применения одного метода определения положения трубопровода в пространстве не достаточно. Опираясь лишь на точечные измерения произвести расчет НДС трубопровода с высокой достоверностью нет возможности. Объединив две технологии – ВЛС и ВТД – получаем высокоинформативный способ проведения мониторинга. ВЛС для мониторинга является средством получения информации о дневной поверхности грунтов, протекания процессов как на земной поверхности, так и в грунтах (по прямым и косвенным признакам – например, образование просадок, появление блюдечек и провалов за счет растепления грунтов).

ВТД является методом неразрушающего контроля для диагностики состояния трубопровода [14, 15]. Учитывая, что большая протяженность трубопроводов и распределительных сетей не позволяет производить непрерывное приборное освидетельствование как напряженного состояния в теле труб, так

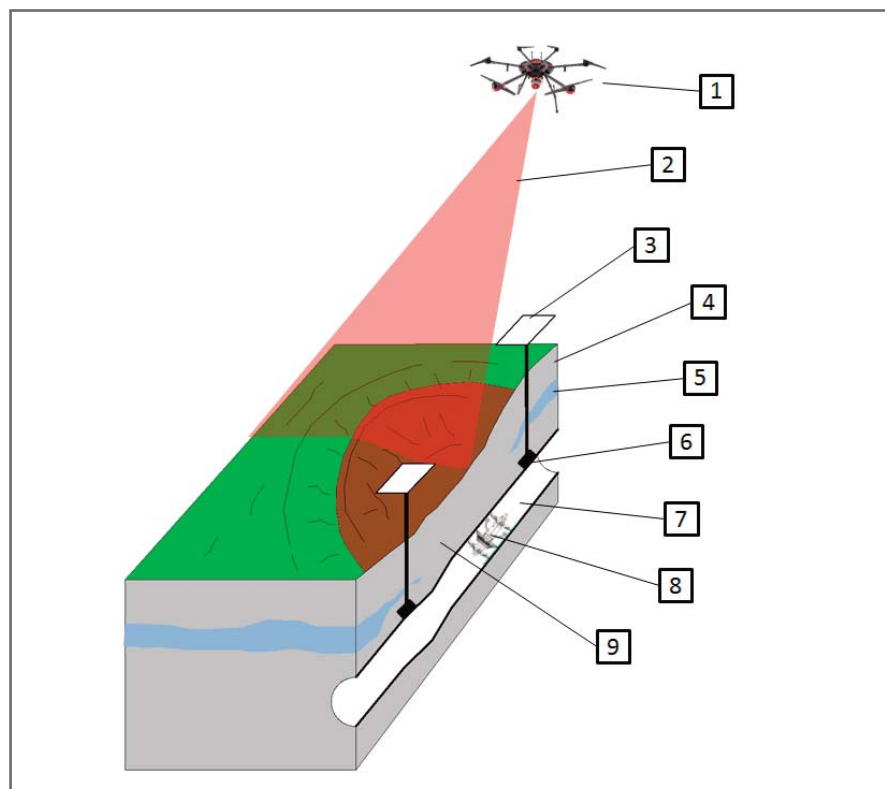


Рис. 5. Схема проведения мониторинга на основе ВЛС и ВТД. 1. летательный аппарат с ВЛС и фотокамерой; 2. сканирующий луч; 3. устройство определения планово-высотного положения трубопровода; 4. грунты; 5. линза высоко льдистых грунтов; 6. хомут крепления устройства определения планово-высотного положения трубопровода; 7. трубопровод; 8. прибор для проведения ВТД; 9. зона растепления грунтов

и сохранности изоляционных покрытий в процессе эксплуатации, сочетание методов ВЛС и ВТД является перспективной методикой проведения мониторинга на трубопроводах (рис. 5).

Обнаружение дефектов трубопровода необходимо увязывать с их местополо-

жением [14, 15]. Отсюда, помимо фиксации роликами прохождения снаряда по трубе, специальные датчики определяют хомуты крепления устройств определения планово-высотного положения к трубопроводу. Сочетание измерений проходки снаряда

(ВТД) производится как по количеству оборотов ролика, так и по стационарным точкам (хомутам крепления устройств определения планово-высотного положения) тем самым увеличивая надёжность измерения расстояний. Установленные устройства определения планово-высотного положения на трубопроводе делят его на секции, что упрощает ведение технической документации, в том числе в цифровом виде (геоинформационная система с данными о мониторинге и техническом состоянии трубопровода).

Заключение ►

Применение технологий ВЛС и ВТД в комплексе при проведении мониторинга формирует новую методику этих работ. Компилирование данных ВЛС и ВТД позволяет оценить природно-техническую систему в целом. Последние исследования в применимости ВЛС для мониторинга показывают погрешность от 3 см в надире 90 град. (М.Ю. Баборькин, А.А. Бурцев, доклад на XIV Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле», МГРИ – 2019). Согласно ГОСТ Р 55999-2014 «Внутритрубное техническое диагностирование газопроводов. Общие требования», таблица А.7, погрешность определения расстояния по продольной оси от маркера (расстояние между маркерами 2000 м) составляет $\pm 0,2\%$.

Исходя из выше сказанного, ВЛС и ВТД являются дополняющими друг друга технологиями в мониторинге трубопроводов, позволяющими обеспечить безаварийную эксплуатацию. ■

Список литературы ►

1. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 N 384-ФЗ.
2. Баборькин М.Ю. Способ дешифрирования экзогенных геологических процессов и геологических условий. Патент на изобретение № 2655955.
3. Баборькин М.Ю. Способ проведения геотехнического мониторинга линейных сооружений и площадных объектов на основе воздушного лазерного сканирования. Патент на изобретение № 2655956.
4. Баборькин М.Ю. Воздушное лазерное сканирование как один из методов аэрогеологии при проведении дешифрирования опасных геологических процессов и явлений // Сборник статей. III Международная научная конференция «SCIENCE, TECHNOLOGY AND LIFE – 2016». Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, 24-25 December 2016.
5. Баборькин М.Ю., Жидиляева Е.В., Погосян А.Г. Выявление опасных геологических процессов при проведении инженерно-геологических изысканий на основе цифровых моделей рельефа // Инженерные изыскания. 2015. № 2. С.30- 37.
6. Баборькин М.Ю., Ерух В.П., Жидиляева Е.В. Методико-технические аспекты при проведении дешифрирования опасных геологических процессов по данным воздушного лазерного сканирования // Инженерная геология Северо-Западного Кавказа и Предкавказья: современное состояние и основные задачи. Сб. науч. Трудов. Краснодар: Просвещение-Юг, 2015 г. С.: 185-190.
7. Баборькин М.Ю., Кулижников А.М., Еремин Р.А. Комплексное обследование оползней // Журнал Автомобильные дороги. Февраль 2018 №2 (1035). С. 106-113.
8. Медведев Е.М. Лазерная локация земли и леса / Е.М. Медведев, И.М. Данилин, С.Р. Мельников. Учебное пособие. М.: Геолидар, Геокосмос; Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН 2007 г. С.: 94-100.

9. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. Москва 2011.
10. Постановление Правительства Российской Федерации № 1521. «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (в редакции, актуальной с 17 декабря 2016 г., с изменениями и дополнениями, внесенными в текст, согласно постановлениям Правительства РФ: от 29.09. 2015 г. № 1033, от 07.12.2016 г. № 1307).
11. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 (с изменением №1, №2). Москва 2012.
12. Баборькин М.Ю. Устройство определения плано-высотного положения трубопровода. Патент на полезную модель № 173296.
13. Соловьёв В.А., Соловьёва Л.П. 2005. Глобальная экология (экология геосфер земли). Краснодар: Изд-во КубГУ, 2005. СС. 26, 310-314.
14. Маджитов З.З., Каландаров Н.О. Оценка надежности магистральных газопроводов // Техника. Технологии. Инженерия. №4, 2017. С. 21-27.
15. Поезжаева Е. В., Горетова В. А. Модернизация роботизированной внутритрубной диагностической системы // Молодой ученый. №1, 2019.С. 43-46.

Telegram-канал журнала

Независимый электронный журнал
ГеоИнфо

- Новости
- Статьи
- Обсуждения



В МОСКВЕ ПРОШЛО ВСЕРОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ. **БУДУТ ЛИ ВЫВОДЫ В МИНСТРОЕ?**

ВИКТОР АНАНКО
Главный редактор

15-16 сентября в Москве состоялся IV Российский форум изыскателей, работа которого началась с Всероссийского совещания по вопросам развития инженерных изысканий. В целом это было интересное мероприятие, на котором прозвучало много правильных тезисов, в том числе от руководства НОСТРОЙ и НОПРИЗ. И это, возможно, дает некоторые надежды на то, что вопросам инженерных изысканий в ближайшее время будет уделяться больше внимания. Потому что они реально влияют на экономику строительства.

15-16 сентября в Москве состоялся IV Российский форум изыскателей. Уже традиционно специалисты встретились в Московском государственном строительном университете. Двухдневная программа включала в себя 16 научных и технических круглых столов, семинаров и мастер-классов. А открылся форум Всероссийским совещанием по вопросам развития инженерных изысканий. Представители власти, НОПРИЗ, науки и бизнеса поделились своим видением ситуации в инженерных изысканиях и перспективами развития отрасли. Глубокой проработки проблем, как и реально острых тем, не было. Поэтому участники дискуссии в общем и целом вновь озвучили хорошо известные многие годы барьеры, препятствующие развитию отрасли. Но отдельные тезисы, впрочем, заслуживают не только внимания читателей, но и места в итоговой резолюции, которая будет направлена в Минстрой РФ. Тем более, что представители строительного министерства мероприятие почему-то проигнорировали.

Побеждать природу дорого ▶

Открылась работа Форума приветственным обращением от заместителя председателя Правительства РФ Марата Хуснуллина, которое зачитал председатель Комитета по инженерным изысканиям НОПРИЗ Владимир Пасканный. Как всегда, в нем прозвучали в основном оптимистичные послы. «В долгосрочной перспективе мы видим резервы для сокращения инвестиционно-строительного цикла как минимум на треть. Вместе с тем, и заказчик, и отрасль, и государственный регулятор ощущают необходимость повышения качества проектных решений и достоверности результатов инженерных изысканий. Добиться этого можно, только внедряя современные технологии, активизируя профессиональное взаимодействие между изыскателями и проектировщиками», - было отмечено в его обращении к участникам.

Как это будет реализовываться на практике так, чтобы не навредить, пока не понятно. Специалисты отмечают, что ведущееся в настоящее время сокращение обязательной нормативной базы без радикального изменения подходов к выполнению работ, в том числе без введения персональной ответственности исполнителей, может привести к серьезным проблемам с безопасностью строящихся объектов.



Особенно в текущих финансовых условиях, когда неудачные проектные решения уже вряд ли получится просто заливать деньгами.

Хорошо сказал об этом президент РОМГТИФ Вячеслав Ильичев, подчерк-

нувший, что изыскательская специальность заставляет обращаться с Землей на Вы. Когда смотришь на масштабные котлованы, всегда понимаешь, что не человек здесь хозяин, а природа, - отметил он.



Однако стройка, которая ведется в настоящее время максимально форсированными темпами, нередко мало учитывает реальную геологическую ситуацию. Особенно это касается протяженных линейных объектов. Часто приходится слышать, что строители выходят на площадку чуть ли не одновременно с изыскателями. При этом многие сложные исследования в ходе инженерно-геологических изысканий, особенно лабораторные испытания, могут длиться неделями и месяцами. А это значит, что природу местами приходится именно побеждать, а не договариваться с ней. А стоимость реализации проектов из-за этого может увеличиваться на миллиарды рублей.

Конечно, бывают безвыходные ситуации, когда высокая скорость выполнения работ реально себя оправдывает. Один такой пример привел в своем выступлении заместитель председателя Комитета по строительству Государственной Думы РФ Николай Алексеенко.

Он рассказал, как на юге Донбасса за 1,5 месяца были выполнены проектно-изыскательские работы для строительства 72-х километрового газопровода. А строят его в настоящее время со скоростью 2 км в сутки. Вместе с тем, он подчеркнул, что проект будет еще дорабатываться. Но газ в регион при этом уже будет поступать.

Ценность или цена ►

Если же ситуация позволяет, то лучше все же позволить изыскателям сначала качественно выполнить свою работу, а уже затем приступать к реализации проекта. Тем более, как показали некоторые прозвучавшие на Форуме выступления, строители начинают это понимать.

Как отметил проректор МГСУ Армен Тер-Мартиросян, недостатки в результатах инженерных изысканий в следствие желания заказчика сэкономить или по каким-то другим причинам, приводят к значительному удорожанию

проектных решений, а затем и удорожанию строительства и эксплуатации.

«Заказчики часто ставят перед изыскателями всего одну задачу – успешно пройти экспертизу. А на самом-то деле задача совсем другая – построить безопасное здание экономически выгодно и затем успешно его эксплуатировать. Искусство инженера – сделать это максимально быстро с минимальными затратами и соблюсти все требования к безопасной эксплуатации», - подчеркнул он.

Поддержал важность дискуссии о месте инженерных изысканий в экономике строительства президент НОСТРОЙ Антон Глушков. Это не удивительно, но и прекрасно одновременно, ведь именно в возглавляемом им объединении через профильные СПО представлены все строительные компании России.

Он отметил, что практически во всех регионах нашей страны распространена порочная практика, когда заказчик в своем желании сэкономить пытается использовать старые архивные данные, а далее имеющуюся информацию при помощи минимальных изыскательских работ привести к современным требованиям нормативных документов для получения положительного заключения экспертизы. При этом с распространением в стране типового проектирования стандартное бурение трех скважин на подъезд жилого дома стало в большей степени формальностью, нежели реальной работой, способной помочь застройщику с выбором экономического и надежного фундамента. То есть, по его мнению, именно изыскатели и их работа должны помогать делать любое здание безопасным и надежным без лишних финансовых затрат.

По мнению спикера, бороться с фальсификациями при изысканиях можно лишь двумя путями. Во-первых, установкой жестких требований к ним, а во-вторых, объяснением заказчику реального влияния полученных результатов на конечные финансовые затраты. «Если объект не уникальный, то у нас длина сваи определяется не изысканиями, а пробной забивкой свай», - отметил он. Поэтому очень хорошо, что президент Национального объединения строителей озабочился этим вопросом. Возможно, его личное понимание проблемы позволит существенно сдвинуть с места ее решение.

Комментируя именно это выступление, В.Пасканый отметил, что «мы много говорим о цене изысканий, но не говорим об этом в привязке к ценно-

сти». Так что, возможно, это станет одной из новых, очень важных задач и в работе Комитета по инженерным изысканиям НОПРИЗ, и во взаимодействии двух нацобъединений.

Не только цена влияет на качество ►

Конечно, поговорили и о том, что изыскателям часто забывают оплатить их труд. Причем даже на таких объектах, открывать которые приезжает руководство страны. Этот вопрос также поднял Н.Алексеев, который до избрания в Государственную думу РФ возглавлял московскую компанию Геопроектизискания и хорошо знаком с проблемами отрасли. Он отметил, что проблемы отрасли не меняются год от года: мы имеем недофинансирование, что связано с проблемами в области ценообразования; давление заказчиков и кабальные условия договоров; требования заказчиков регулярно что-то менять; многолетние ожидания оплаты выполненных работ и получение денег в судах. По его мнению, необходимо преодолеть аморфность, разобщенность и консолидировано отстаивать свою позицию.

Как подчеркнул депутат, без внедрения новых технологий, без обмена опытом, без изучения лучших кейсов вряд ли получится развиваться и справляться с колоссальными задачами, которые стоят перед строительной отраслью и на которые до 2030 года выделено порядка 160 триллионов рублей. Участие изыскателей будет определяющим, потому что от качества инженерных изысканий зависит эффективность проектных работ и качество возведенных объектов.

Впрочем, поскольку о том, что изыскателям не платят, говорят не первый день, и даже не первое десятилетие, просто решить, что нужно проводить качественные исследования уже нельзя. И дело здесь как раз в отсутствии этих самых новых технологий. Вернее, чаще всего, в отсутствии возможности их приобретения и внедрения. Как отметил В.Пасканый, во многих регионах невозможно найти местную изыскательскую организацию, которая на необходимом уровне могла бы выполнить весь комплекс инженерных изысканий.

С ним согласился еще один участник Сессии, заместитель директора ФАУ «РосКапСтрой» Вячеслав Москалев. Он рассказал, что сегодня ведомство видит дефицит квалифицированных кадров, недостаточную материально-техническую базу у местных изыскателей в российских регионах. «У них



нет материальной возможности для приобретения оборудования, программного обеспечения. И это очень серьезно отражается на больших объектах. Местные компании не всегда удается задействовать», - подчеркнул он. И действительно, реальность такова, что быстро, качественно и с привлечением современных технологий многие проекты можно реализовать только с привлечением федеральных игроков.

Позиция Михаила Посохина ►

Президент НОПРИЗ Михаил Посохин выступил на Сессии с большим сообщением. Однако, не вполне однозначным. Например, далеко не все изыскатели согласятся с его тезисом о том, что «внутри проектных работ первыми в поле выходят изыскатели». Действительно, многие заказчики (и, наверное, чиновники) считают, что инженерные изыскания – часть проектных работ. И отсюда, кстати, вытекает одна из главных проблем с ценообразованием –

проведение тендеров на проектно-изыскательские работы с оплатой проектировщиками изысканий по остаточному принципу. Однако более правильным, с нашей точки зрения, было бы говорить об инженерных изысканиях если не как об отдельной отрасли, то по крайней мере как об отдельной сфере деятельности со своей научной базой по каждому направлению работ.

Это же, кстати, позволило бы решить и другую проблему, обозначенную М.Посохиным. «Меня беспокоит, что проблемы инженерных изысканий находятся в тени. Значительно реже происходят обсуждения по вопросам изысканий на высоком руководящем уровне, в отличие от проектных работ и других вопросов строительного комплекса». Очевидно ведь, что если всегда говорить об огромном комплексе инженерных изысканий в составе еще более огромного комплекса проектных работ, изысканиям будет уделяться лишь малая часть внимания.

Однако в целом выступление президента НОПРИЗ содержало много правильных тезисов, воплощение которых в жизнь, особенно совместно с НОСТРОЙ, могло бы серьезно изменить ситуацию к лучшему. Например, как отметил М.Посохин, «недостаточно мы пропагандируем труд изыскателей, недостаточно разясняем его важность». И этому действительно надо уделять внимание на уровне нацобъединений, а лучше – на уровне Минстроя РФ.

Или еще один тезис: «изыскатели должны быть оснащены современным оборудованием и программным обеспечением. Важно рассмотреть вопрос укомплектованности организаций». Все ведь верно сказано. Осталась самая малость.

Наконец, М.Посохин сообщил, что Национальное объединение существует для того, чтобы биться, помогать организациям – СРО и их членам. В том числе в вопросах неоплаты работы изыскателей. Но об этом, по его словам, необходимо ставить в известность.

В связи с этим есть предложение проинформировать руководство НОПРИЗ о всех случаях, когда проектные орга-

низации месяцами и годами откладывают оплату выполненных работ. Может быть, изыскатели просто все эти годы неправильно понимали функции и возможности нацобъединения?

Забывать про малый бизнес ▶

В качестве одного из решений для обеспечения государства, как основного заказчика, достоверными данными инженерных изысканий, В.Пасканый предлагает пойти по советскому пути. По его мнению, возможно, было бы целесообразно вернуться к прошлому, когда в каждом регионе были свои изыскательские тресты. В современных условиях им на смену могли бы прийти междисциплинарные инженерные центры, способные изучать и анализировать информацию по своим территориям и выполнять задачи, связанные не только с инженерными изысканиями, но и с проектированием, градостроительным планированием, хранением данных. «Это бы очень способствовало решению многих задач, которые власти ставят сегодня перед строительным комплексом», - отметил он.

Однако, опять-таки, далеко не все представители бизнеса готовы согласить-

ся с этим тезисом. Ведь это может оставить не у дел тысячи вполне добросовестных и хорошо укомплектованных изыскательских организаций. И в этой связи забавно, что предоставляя слово участникам Всероссийского совещания, председатель Комитета по инженерным изысканиям практически забыл про соучредителя компании «Гектар Групп» Павла Семочкина. «Очень символично, что про меня забыли. Я представитель малого и среднего бизнеса, и мы не так заметны в экономике страны. Между тем среди изыскательских компаний именно таких – большинство», - отметил он.

Его выступление должно было стать предпоследним, но в итоге стало заключительным. В этом, наверное, тоже есть некоторый символизм.

Подводя итог хочется отметить, что в целом в ходе обсуждения были затронуты важные и реально необходимые для развития инженерных изысканий вопросы. Хватит ли у НОПРИЗ ресурсов и возможностей, чтобы хотя бы какие-то темы вынести на обсуждение в профильное министерство и добиться правильных решений – вопрос. Но хорошо будет, если они хотя бы попытаются. **И**

Авторам электронного журнала «ГеоИнфо»

Журнал «ГеоИнфо» – это независимое электронное издание. Мы готовы предоставлять площадку для выступления любому автору, если материал кажется нам интересным и важным для профессионального сообщества.

Мы не рецензируем каждую статью, что позволяет нам размещать самые разные точки зрения, даже если они не вполне соответствуют общепринятым концепциям и теориям. Вместе с тем, мы оставляем за собой право привлекать при подготовке статей к публикации независимых экспертов. Их мнение может быть опубликовано вместе со статьей по усмотрению главного редактора.

Каждый желающий в комментариях к статье может поддержать автора или высказать аргументы в пользу противоположной точки зрения. Для этого необходимо зарегистрироваться.

Требования к оформлению:

Каждая статья, присланная для публикации в журнале «ГеоИнфо», должна сопровождаться аннотацией, главной горизонтальной картинкой высокого качества (не менее 300 dpi), портретной фотографией и краткой биографией автора с контактными данными.

Стиль изложения – литературный.

Автор по своему желанию может дополнить статью ее английской версией или переводом ревью для англоязычной версии сайта.

Темы для статей – широкий круг проблем, актуальных в повседневной жизни руководителей изыскательских компаний и инженеров. Наша основная специализация – опыт практиков для практиков.

Высылайте Ваши статьи на электронную почту info@geoinfo.ru.

Мы будем рады сотрудничеству!

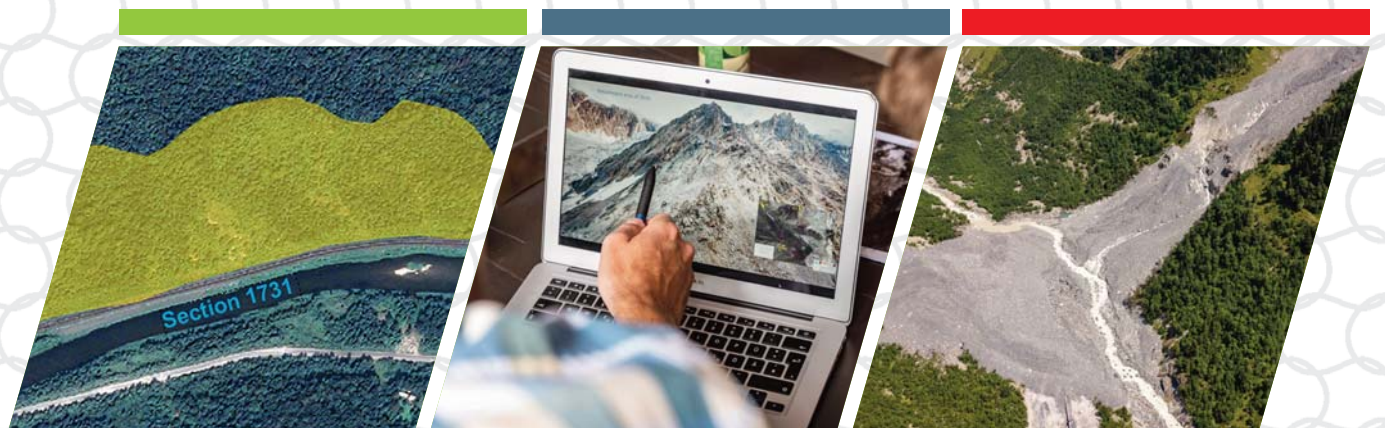


Mountain
Risk
Consultancy

ЗАЩИТА ОТ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ И СНИЖЕНИЕ РИСКОВ ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФ



- РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ
- КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ
- ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ И КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
- РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И МОНИТОРИНГ



Skype: Mountain Risk Consultancy
E-Mail: office@mountain-risk.ru
<https://www.mountain-risk.ru>



110 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ В.Д. ЛОМТАДЗЕ

ЗАХАРОВ МИХАИЛ СЕРГЕЕВИЧ

Профессор Национального открытого института, канд. геолого-минерал. наук, почётный изыскатель РФ

3 сентября исполнилось 110 лет со дня рождения В. Д. Ломтадзе. Он по праву считается одним из основоположников инженерной геологии, служению которой отдал 60 лет, из них 50 лет в Ленинградском (Санкт-Петербургском) горном институте.



Ломтадзе Валерий Давидович (1912-1993)

доктор геолого-минералогических наук, профессор Ленинградского горного института имени Г.В. Плеханова. С 1943 г. работал на кафедре гидрогеологии и инженерной геологии ЛГИ под руководством проф. Н.И. Толстихина, с 1973 г. возглавил кафедру гидрогеологии и инженерной геологии (с 1976 г. кафедрой гидрогеологии руководил В.А. Кириухин), а с 1976 г. – кафедру инженерной геологии. Заслуженный деятель науки РСФСР (1973), почетный разведчик недр (1982). Автор более 150 научных публикаций, в том числе 5 учебников, изданных на нескольких иностранных языках.




Его работы способствовали интенсивному развитию инженерной геологии, они получили широкую известность и международное признание. Научные исследования, выполненные им лично и под его руководством, внесли большой вклад в развитие отечественной инженерной геологии.

Особое место в жизни В.Д. Ломтадзе занимала педагогическая деятельность. Полвека он вел большую работу по подготовке инженерных и научных кадров. С 1976 по 1986 годы при кафедре функционировал совет по защите докторских и кандидатских диссертаций, Валерий Давидович неизменно оказывал доброжелательную поддержку самым разнообразным работам и помогал соискателям готовиться к защитами. Значительной была научно-организационная и общественная деятельность В.Д. Ломтадзе. Из библиографии Валерия Давидовича видно, что вся его жизнь была посвящена служению отечественной науке. Он был выдающимся ученым и патриотом своей страны, Учителем в самом высоком смысле этого слова.

В уникальном цикле из пяти учебников полно и с единых методических позиций освещены практически все направления инженерной геологии и разработаны важные проблемы инженерно-геологического обоснования проектов строительства разнообразных сооружений, рационального использования геологической среды и ее охраны. Учебники переведены на многие иностранные языки. Целые поколения инженеров-геологов, не только выпускников Ленинградского горного института, учились и формировались на этих учебниках.

Ученики, коллеги и друзья Валерия Давидовича, собравшись 3 сентября у его могилы на

Северном кладбище Санкт-Петербурга, с особой теплотой вспомнили годы работы и дружбы с этим замечательным человеком. Вечная память! 

3 сентября исполнилось 110 лет со дня рождения В.Д. Ломтадзе. Валерий Давидович Ломтадзе (1912-1993) по праву считается одним из основоположников инженерной геологии, служению которой он отдал 60 лет, из них 50 лет в Ленинградском (Санкт-Петербургском) горном институте.

Научные интересы Валерия Давидовича были широки и многогранны. Результаты его теоретических исследований базировались на многолетнем практическом опыте, огромном фактическом материале и разносторонней эрудиции. Его отличала оригинальность взглядов на многие актуальные проблемы инженерной геологии.



TRUMER
Schutzbauten

www.trumer.cc

Россия:
ООО «РТ Трумер»
119002, г. Москва, переулок Сивцев Вражек,
дом 29/16

Тел.: +7 915 022 75 17
E-Mail: info@trumer.ru

ЗАЩИТА ОТ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ

TRUMER Schutzbauten — ваш компетентный и опытный партнер в области обеспечения эффективной защиты от природных опасностей:

- ▶ камнепадов,
- ▶ оползней,
- ▶ селей,
- ▶ обвалов,
- ▶ лавин,
- ▶ береговой эрозии.



Следуя девизу

**«БЕЗОПАСНОСТЬ, ОБЕСПЕЧЕННАЯ ПРОФЕССИОНАЛАМИ, —
БЕЗОПАСНОСТЬ БЕЗ КОМПРОМИССОВ»,**

компания ТРУМЕР разрабатывает и реализует надежные,
эффективные и экономичные решения.

«ГеоИнфо» 09-2022
подписан в печать
30.09.2022

АНАНКО Виктор Николаевич
Главный редактор журнала «ГеоИнфо»

БЕРШОВ Алексей Викторович
Генеральный директор
ГК «Петромоделинг», ассистент кафедры Инженерной
и экологической геологии Геологического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова

ГИЗЗАТУЛЛИН Рушан Рафаэлевич
Инженер-геотехник
ООО «НИП-Информатика»

ЖИДКОВ Роман Юрьевич
Начальник группы разработки программного
обеспечения по геологии
ГБУ «Мосгоргеотрест», к.г.-м.н.

ИСАЕВ Владислав Сергеевич
Старший научный сотрудник кафедры геокриологии
геологического факультета МГУ, к.г.-м.н.

ЛАТЫПОВ Айрат Исламгалиевич
Руководитель Лаборатории по исследованию грунтов в строительстве,
доцент по специальности «Инженерная геология, мерзлотоведение и
грунтоведение», член национального реестра специалистов в области
строительства, эксперт Министерства экологии и природных ресурсов
Республики Татарстан, к.т.н.

МАШТАКОВ Александр Сергеевич
Главный специалист ООО Арктический научный центр (Роснефть),
руководитель Волгоградского отделения Общественной организации
Российское геологическое общество, эксперт Российского газового
общества, к.г.-м.н.

МИРНЫЙ Анатолий Юрьевич
Старший научный сотрудник Геологического факультета
МГУ им. М.В. Ломоносова, руководитель проекта
«Независимая геотехника», к.т.н.

ПИОРО Екатерина Владимировна
Генеральный директор
ООО «Петромоделинг Лаб», к.г.-м.н.

СУДАКОВА Мария Сергеевна
Старший преподаватель кафедры сейсмометрии и геоакустики
геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, Научный
сотрудник института Криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, к.ф.-м.н.

СЛОБОДЯН Владимир Юрьевич
Генеральный директор
АО «Институт экологического проектирования и изысканий»
(АО «ИЭПИ»)

ФЕДОРЕНКО Евгений Владимирович
Научный консультант
ООО «НИП-Информатика», к.г.-м.н.