

страны немыслимо без изучения сложной социально-детерминированной биомеханической системы «водитель – транспортное средство – условия дорожного движения», выявления дефекта в одном из ее элементов, прямой, обратной, внутриэлементной, межэлементной или межсистемной связи и устранения влияния этого дефекта на аварийность. Таким образом, при изучении негативного результата функционирования биотехнической системы «водитель – транспортное средство – условия дорожного движения» акцент может переместиться на один из элементов системы, ее связи или функционирование системы в целом.

ВЫВОД

Учет неблагоприятных для дорожного движения погодно-климатических условий Республики Беларусь, психофизиологических возможностей водителя при конструировании и

эксплуатации транспортных средств, проектировании, строительстве и содержании дорог, организации дорожного движения при наличии скользких локальных участков на проезжей части дороги, дефектов ровности поверхности дорожного покрытия является одним из путей повышения экономической эффективности транспортных услуг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1982. – 288 с.
2. Васильев А. П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. – М.: Транспорт, 1976. – 224 с.
3. Васильев А. П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения. – М.: Транспорт, 1986. – 248 с.
4. Селюков Д. Д., Макулькина В. А., Клепицкая Н. С. Исследование влияния метеословий на дорожные происшествия и районирование территории по условиям движения // Автомобильный транспорт и дороги. – Мн.: Вышэйш. шк., 1980. – Вып. 7. – С. 136–140.

УДК 556.332.042:624.131

АНКЕРУЕМЫЕ ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИ СОХРАНЕНИИ ИСТОРИЧЕСКИХ И КУЛЬТУРНЫХ ПАМЯТНИКОВ

Канд. техн. наук, доц. НИКИТЕНКО М. И., инж. МАХАТО УПЕНДРА, студ. КУЛАК И. П.

Белорусский национальный технический университет

Оползневые процессы характерны преимущественно для склонов горных местностей, где покровные толщи осадочных пород сползают по наклонным поверхностям, подстилающим скальные массивы [1...4]. Наибольшей способностью к сползанию обладают глинистые грунтовые толщи с малым трением, что усугубляется избыточным увлажнением и воздействием фильтрационных сил, развивающихся под напором водных потоков по контактной наклонной поверхности. Такие процессы наиболее опасны для строений, находящихся на склонах и непосредственно возле них. Для их сохранения предусматривается инженерная защита оползневых территорий [3], включающая устройство подпорных стен, многорядных свай-

ных конструкций с ростверками, дренажных и водоотводящих систем и др. В последние годы широкое распространение получили анкеруемые конструкции в сочетании с дренажными мероприятиями для креплений оползнево- и селеопасных склонов. Такие противооползневые конструкции с 80-х гг. минувшего столетия весьма успешно применяются в Крыму [3, 4]. Инициатором выступила кафедра «Основания, фундаменты и инженерная геология» (ныне «Геотехника и экология в строительстве»), которая к тому времени накопила богатый опыт использования анкерных креплений на объектах Минского метрополитена.

Оползневые процессы могут развиваться и в условиях Беларуси, а именно на склонах с нис-

падающими грунтовыми напластованиями. Характерный пример – разрушение в 90-х гг. XX в. в Шарковщине здания банка, возводившегося на свайных фундаментах. Оползень был обусловлен наличием в грунтовом массиве в направлении откоса еще более наклоненного слоя ила и его разжижением при забивке свай с дополнительной нагрузкой до критического состояния самим зданием. В ряде случаев развитию оползней способствуют подрезки склонов и ошибочные методы водопонижения, вызывающие колоссальные гидродинамические воздействия за счет фильтрационного напора.

Оползневые процессы представляют опасность для возведенных на склонах исторических и культурных памятников. Еще в XVII в. во время паводка произошло обрушение старейшей в Беларуси православной Каложской церкви (г. Гродно), находящейся на крутом

склоне возле р. Неман (рис. 1). Принятые в то время превентивные меры по сохранению исторического памятника были сведены к устройству перед зданием каменной подпорной стены и замене обрушившейся каменной части церкви деревянной. За счет сезонных колебаний уровня воды в реке и гидродинамических воздействий на грунты в основании склона каменная подпорная стена стала деформироваться, и возникла угроза обрушения церкви. По инициативе института «Гродногражданпроект» был разработан проект с противооползневыми мероприятиями по сохранению и последующему восстановлению здания Каложской церкви (рис. 2), который предусматривал анкерование удерживающих свайных ростверков перед каменной подпорной стеной и в основании склона, свайных фундаментов под восстанавливаемой частью здания, а также упрочивание склона с водоотводящими системами.

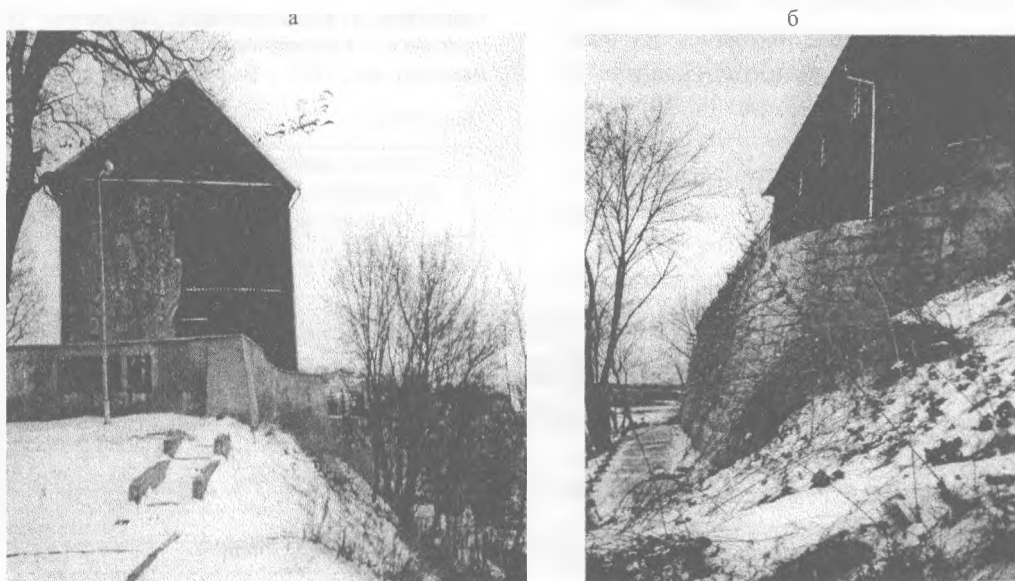


Рис. 1. а – общий вид Каложской церкви; б – укрепленной анкерами подпорной стены возле нее

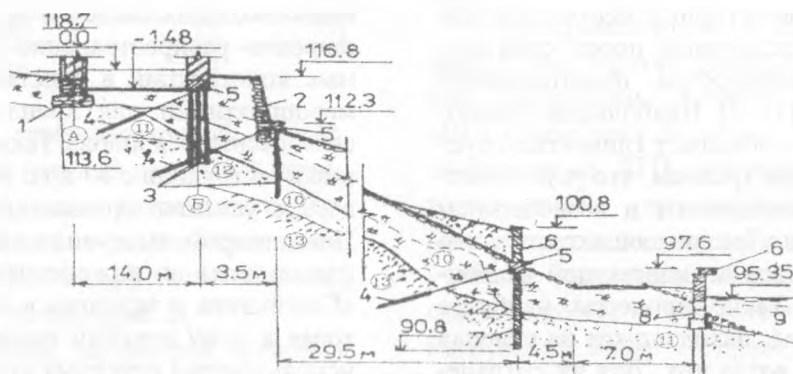


Рис. 2. Схема противооползневых конструкций возле Каложской церкви: 1 – существующий фундамент; 2 – каменная подпорная стена, 3 – сваи; 4 – анкеры; 5 – ростверк; 6 – подпорная стена; 7 – набивные сваи; 8 – стеновые блоки; 9 – река; 10 – насыпной грунт; 11 – песок, 12 – гравий; 13 – суглинок

Здание мемориального музея З. И. Азгура также оказалось на подвергающемся оползневому смещению склоне, усугубляемому большим наклоном грунтовых напластований в нижней части здания (рис. 3). Это здание – Г-образной формы в плане – имеет различную этажность. В одноэтажной повышенной части расположены скульптуры в натуральную величину, в многоэтажной – служебные помещения сотрудников.

Здание музея находится на склоне с перепадом отметок поверхности у верхней и нижней торцевых стен свыше 3 м при общем уклоне к юго-западу. По данным уточненных исследований, на отметках заложения подошв фундаментов и ниже на глубине от 1 до 3,5 м находятся малопрочные насыпные грунты (ИГЭ-1) с неравномерной сжимаемостью, под которыми под большим уклоном залегают гравелистые пески (ИГЭ-2), слабые супеси (ИГЭ-3, 4), а глубже – супеси прочные (ИГЭ-5) и очень прочные (ИГЭ-6). Подошвы фундаментов вдоль склона расположены уступами, причем они оказались в насыпном грунте, под которым находится наклонная кровля природных песчаных и глинистых грунтов. Особо сильные уклоны слоев самих глинистых грунтов наблюдаются в нижней угловой части здания по диагональному направлению. Хотя подземные воды на период изысканий не обнаружены, но возможно появ-

ление верховодки в насыпном и гравийном грунтах на кровле моренных супесей, а также спорадических вод в их толще.

Такое строение грунтовых напластований при обильных осадках и снеготаянии способствует развитию суффозионных процессов и возникновению оползня от смещения верхних насыпных грунтов вместе с фундаментами по контакту с глинистым грунтом, переходящим в текучее состояние при избыточном увлажнении. Это подтверждается характером деформаций в наиболее гибких стенах одноэтажного отсека и плитах покрытия над ним.

В несущих конструкциях здания музея дефекты (вертикальные и наклонные трещины осадочного характера и щели между плитами покрытия) начали развиваться сразу после возведения строения. В этой связи вдоль стен по осям 1 и 3 были устроены стальные тяжи, которые без должного напряжения провисали в своих пролетах. В 1990-е гг. было зафиксировано дальнейшее раскрытие осадочных трещин. Это потребовало принятия неотложных мер по стабилизации осадок фундаментов за счет закачки цементного раствора в грунт под подошвы фундаментов и напряжения стальных тяжей. Однако принятые меры тоже не дали ожидаемого эффекта, поскольку были разработаны без достоверных данных о геологическом строении вдоль склона и не учли развития оползневого процесса. Хотя упрочнение грунтов было выполнено, но не произведено напряжение тяжей.

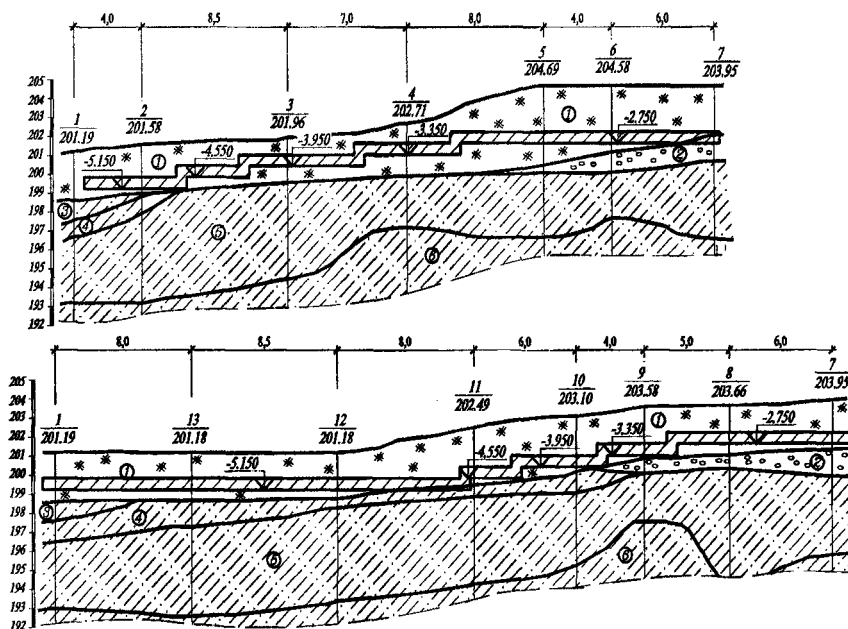


Рис. 3. Геологические профили вдоль скважин 1–7, 7–13–1: 1 – насыпной слой (показано расположение подошв фундаментов); 2 – гравелистый песок; 3, 4 – слабые супеси; 5, 6 – супеси прочные и очень прочные

К концу 2004 г. трещины в стенах по продольным осям, а также щели и смещения по вертикали между плитами покрытия в высокой одноэтажной части музея раскрылись до нескольких сантиметров. За счет смещения частей здания произошли натяжение и выпрямление ранее провисавших стальные тяжей. Из швов между плитами стали выпадать куски раствора и обрушаться на скульптуры, создавая опасность для экспонатов, посетителей и персонала музея.

В связи с развитием деформаций несущих конструкций здания в декабре 2004 г. авторами

на базе выполненных обследований, анализа проектной документации и данных последних инженерно-геологических изысканий согласно действующим нормативным документам [5...8] под научным руководством сотрудников кафедры «Геотехника и экология в строительстве» БНТУ разработаны конструктивные и технологические решения (рис. 4, 5) дополнительных противооползневых мероприятий по сохранению и обеспечению нормальных условий эксплуатации музея.

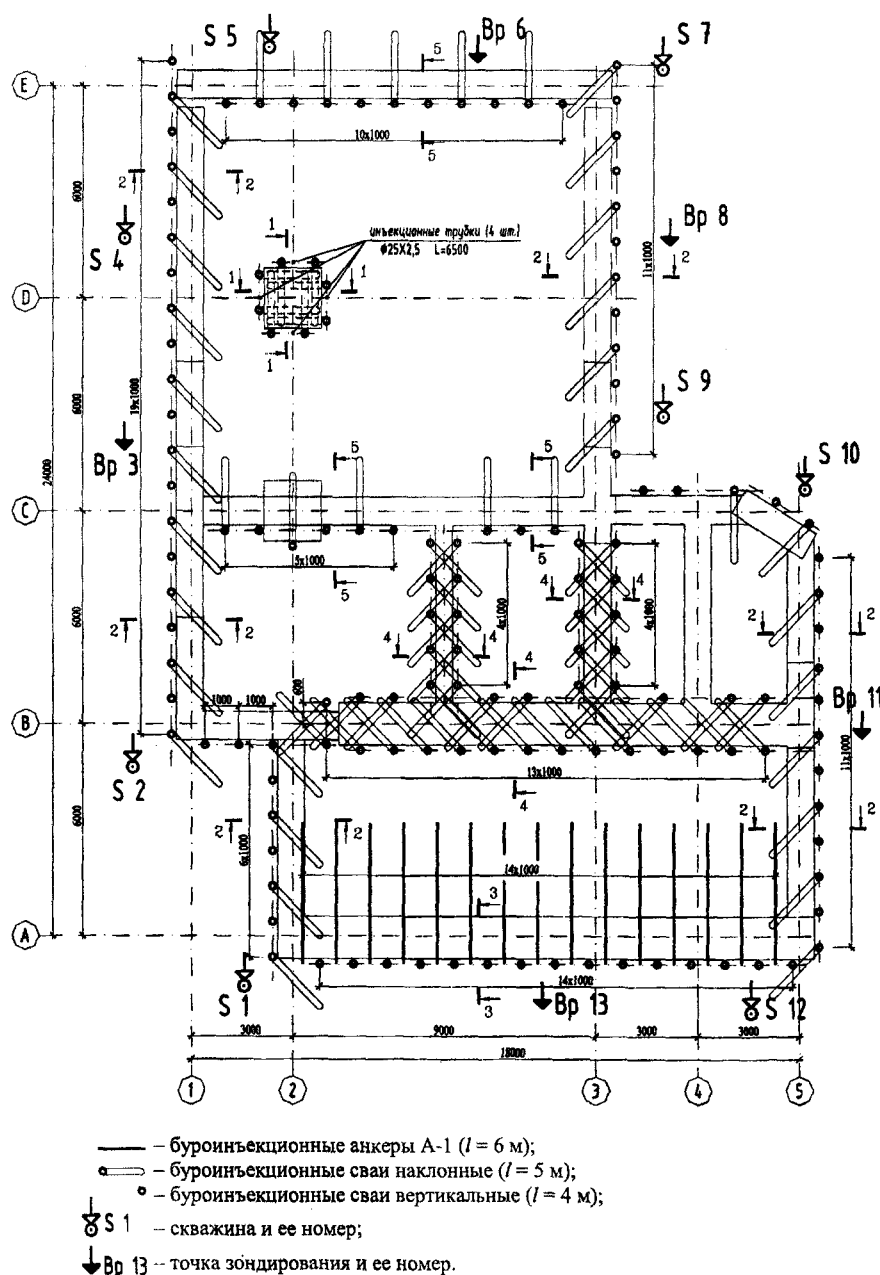


Рис. 4. План размещения скважин и точек зондирования, буроинъекционных свай и анкеров

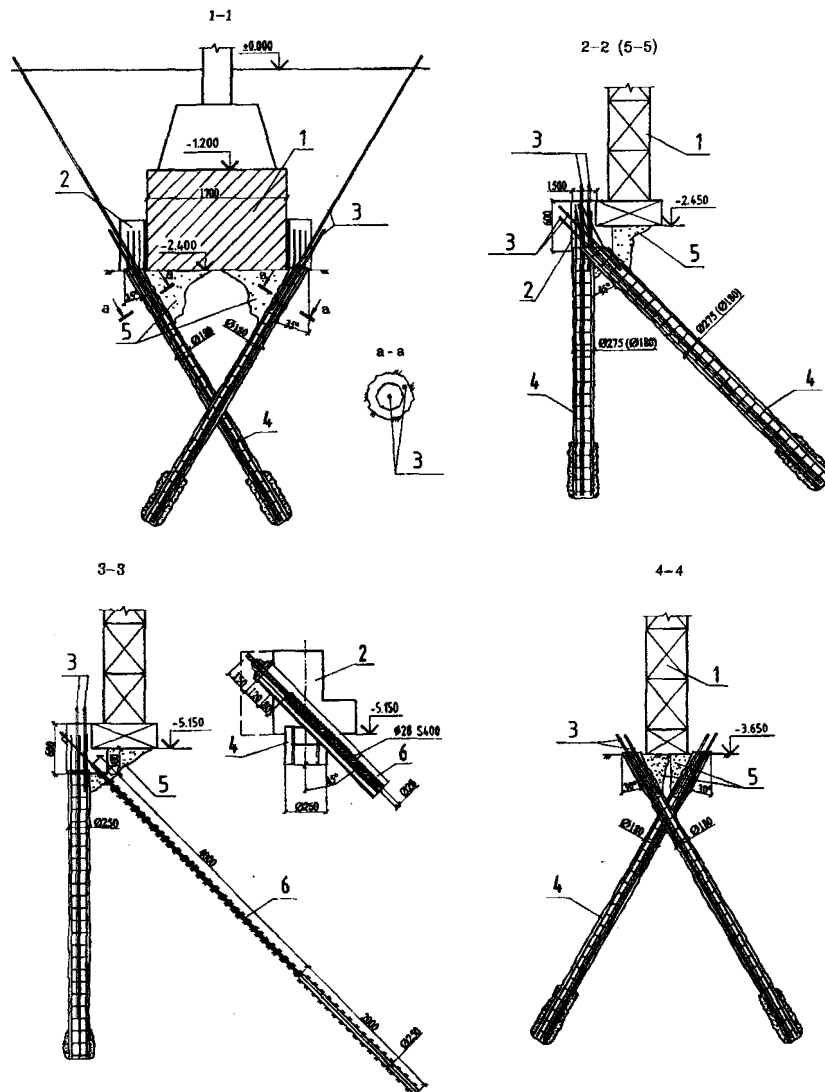


Рис. 5. Разрезы 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 (рис. 3): 1 – существующий фундамент; 2 – монолитный пояс; 3 – инъекционные трубки $\varnothing 25 \times 2,5$ мм; 4 – буроинъекционная свая; 5 – зиньцированная зона; 6 – буроинъекционный анкер

ВЫВОД

Геотехнические мероприятия в виде анкеруемых свайных ростверков с использованием буроинъекционной технологии при устройстве анкеров и свай в сочетании с цементационным упрочнением грунтов основания особенно эффективны для сохранения исторических и культурных памятников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соболевский Ю. А., Махато У. Очерк гималайских оползней // Водное хозяйство и гидротехническое строительство. – Мн., 1993. – Вып. 20. – С. 102–106.
2. Махато У. Информационная технология моделирования динамики оползневых и селевых явлений. – Мн.: БО МАИТ, Реклама-Факсбелар, 1996. – 104 с.

3. Махато У. Инженерная защита оползневой территории санатория «Белоруссия» // Вестник Брестского государственного университета. Строительство и архитектура: Материалы XI Междунар. науч.-метод. семинара «Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь». – Брест, 2004. – Ч. 1. – С. 202–206.

4. Zege V., Nikitenko M., Mochammed R. Kotvené konštrukcie na Krymských zosuvoch // Zakládání staveb. Zb. Příspěvků. – Brno, 1993. – S. 239–246.

5. СНБ 5.01.01–99 «Основания и фундаменты зданий и сооружений». – Мн., 1999.

6. Пособие П2-2000 к СНБ 5.01.01–99 «Проектирование забивных и набивных свай по результатам зондирования грунтов». – Мн., 2000.

7. Пособие П11-01 к СНБ 5.01.01–99 «Геотехнические реконструкции оснований и фундаментов зданий и сооружений». – Мн., 2001.

8. Пособие П18-04 к СНБ 5.01.01–99 «Проектирование и устройство буроинъекционных анкеров и свай». – Мн., 2005.