

УДК 556.551

UDC 556.551

ЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО БОРЬБЕ С ОПОЛЗНЯМИ НА ЮГЕ РОССИИ

EFFECTIVE DESIGN AND TECHNOLOGY SOLUTIONS TO COMBAT LANDSLIDES IN THE SOUTH OF RUSSIA

Карданов Х.Х.
аспирант кафедры «Строительные конструкции и сооружения»
e-mail: 05bereg@rambler.ru
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, г. Нальчик

Kardanov X.X.
postgraduate student
Kabardino-Balkarian state agricultural university named after V.M. Kokov, Nalchik, Russia
e-mail: 05bereg@rambler.ru

Статья составлена по материалам научно-исследовательских работ, посвященных разработке эффективных технических решений по проектированию и строительству противооползневых сооружений для условий Юга России. В работе сделан научный анализ эффективности использования природных биопозитивных материалов и изделий из них для строительства противооползневых сооружений комбинированных и биопозитивных конструкций. Описаны технологические процессы изготовления гибких и габионных тюфяков, используемых для монтажа основных креплений. Приведены результаты исследований технологий возведения откосных и горизонтальных креплений противооползневых сооружений. Получены усовершенствованные технические решения по строительству анкерных устройств в коренных грунтах выше горизонтального крепления. Сделано обоснование эффективности использования биопозитивных технологий при строительстве противооползневых сооружений. Разработаны новые конструктивные и технологические решения по строительству противооползневых сооружений комбинированных и биопозитивных конструкций, защищенные патентами и положительными решениями на изобретения и полезные модели. Разработаны технологические условия возведения сооружений по борьбе с оползневыми процессами

The article is devoted to the development of effective technical solutions for the design and construction of landslide protection works on the South of Russia, based on materials of scientific-research works. In this work we perform a scientific analysis of the efficiency of use of natural biopositive materials and products made of them for construction against landslide of the combined and biopositive constructions. The description of the technological processes of manufacture of flexible and gabion mattresses used for the installation of the main fixtures was presented. The results of the researches of technologies of construction of the main anchorages of anti-landslide facilities we given. Advanced technical solutions on construction of anchor devices in radical soil above horizontal fastening were received. We have made a justification of the efficiency of bio-positive technologies in the construction of facilities to protect against landslides. The article gives new constructive and technological decisions on construction of landslide protection works that are protected by patents and positive decisions on inventions and useful models. The technological conditions for the construction of buildings against landslide processes were shown

Ключевые слова: ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫЕ СООРУЖЕНИЯ, ЛЕГКАЯ ФАШИНА, ГИБКИЕ И ГАБИОННЫЕ ТЮФЯКИ, БИОПОЗИТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Keywords: CONSTRUCTIONS AGAINST LANDSLIDE, EASY FASCINE, FLEXIBLE MATTRESSES, BIO-POSITIVE DESIGNS, TECHNOLOGICAL DECISIONS

Борьба с оползневыми процессами на Юге России является актуальной проблемой для отраслей народного хозяйства. Применяемые на практике методы борьбы с оползнями нуждаются в совершенствовании и адаптировании к природной среде. Наиболее интенсивно оползневые

процессы протекают на эродированных участках склоновых земель, а также в придорожных и прибрежных зонах рек. При этом в основном наблюдаются небольшие оползни с высотой обрушения земляного массива до 12-15м. [1,2,3].

Для обоснования выбора эффективных конструкций и технологий возведения противооползневых сооружений, было изучено множество отчетов ранее проведенных инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий проектными и научно-исследовательскими институтами КБР и Северного Кавказа. Были проведены и натурные исследования оползневых процессов на территории КБР, где имеются много участков автомобильных дорог, проходящих в оползнеопасных земляных массивах. Результаты исследований подтвердили необходимость разработки более эффективных конструктивных и технологических решений по строительству противооползневых сооружений. И на их основе, и с учетом опыта строительства и эксплуатации противооползневых сооружений на Юге России были разработаны несколько новых типов противооползневых сооружений, комбинированных и биопозитивных конструкций [3,4,5,6,7]. Для обоснования эффективности работ предлагаемых сооружений были проведены подробные полевые исследования технологии возведения основных конструкций их креплений.

Исследование технологии возведения креплений противооползневого сооружения комбинированной конструкции

По результатам ранее проведенных исследований был получен патент на изобретение на «Способ возведения противооползневого сооружения комбинированной конструкции» [4]. Основными конструктивными элементами этого сооружения являются откосное и горизонтальное крепления из гибких и габионных тюфяков, анкерные устройства и дренажная призма из камня, устроенная у подошвы откоса.

Исследования проводились с целью отработки эффективного способа укладки гибких и габионных тюфяков на откосе и выше на горизонтальном участке противооползневого сооружения. Для этого вначале планируется откос сооружения, у подошвы откоса устраивается каменная призма. Вдоль откоса, начиная с каменной призмы доверху откоса, плотными рядами укладывают, заранее заготовленные гибкие тюфяки и связывают их между собой, местами оцинкованной проволокой. Подстилающий слой на откосе может быть возведен также из заранее заготовленных легких фашин, укладывая их плотными рядами и соединяя их оцинкованной проволокой (диаметром 2,0 – 2,2 мм) способом плетения. Таким образом, были проведены экспериментальные исследования (с разными вариантами укладки тюфяков и фашин) по отработке эффективного способа возведения подстилающего слоя из гибких тюфяков и легких фашин. Результаты исследований показали, что наиболее эффективным вариантом является вариант с заранее заготовленными гибкими тюфяками. При этом технологичность повышается и экономится до 30% времени на возведения подстилающего слоя под габионные тюфяки.

Исследования проводились и по укладке габионных тюфяков сверху гибких тюфяков на откосе противооползневого сооружения. При этом вначале заготавливается необходимое количество габионных тюфяков, состоящих из легких фашин, гофрированных и перфорированных полимерных труб и габионной сетки (металлической или полимерной). Габионные тюфяки изготавливаются призматической формы, длиной 1,5 – 2,0 м, шириной 0,5 – 0,6 м и толщиной 0,3 – 0,4 м. Для этого предварительно нарезаются сетчатые оболочки, легкие фашины, полимерные трубы по размерам и в необходимом количестве. Затем

одновременно изготавливаются по 4 – 5 габионных тюфяков призматической формы. При этом гофрированные и перфорированные полимерные трубы используются диаметром 8...12 мм.

Были проведены экспериментальные исследования с разными вариантами и способами изготовления габионных тюфяков. Результаты исследований показали, что для изготовления одного габионного тюфяка в среднем тратится 4 – 5 минут. Габионные тюфяки укладывают и монтируют на откосе сверху гибких тюфяков, соединив между собой и прикрепив их к гибким тюфякам с помощью оцинкованной проволоки.

Для обеспечения эффективного (ускоренного) монтажа горизонтального крепления в верхней части массива выше откосного крепления, срезается поверхностный слой земли с углублением до коренных грунтов (за пределы линии возможного обрушения грунтового массива). Затем подготавливается площадка с небольшим уклоном ($i = 0,02 \dots 0,05$) от коренных грунтов до откосного крепления для монтажа анкерного устройства и горизонтального крепления. После чего по всей длине площадки монтируют габионные тюфяки, начиная от верха откосного крепления, прочно соединяя их между собой и габионными тюфяками откосного крепления. При этом горизонтальное крепление из габионных тюфяков доводится до места устройства анкеров в коренных грунтах. Проведенные экспериментальные исследования по укладке и монтажу габионных тюфяков показали, что на укладку и крепление одного тюфяка вручную тратится примерно 2-3 минуты.

В конце горизонтального участка крепления для обеспечения устойчивости и надежности работ противооползневого сооружения в коренных грунтах устраиваются железобетонные анкера. Анкера устраиваются, примерно на уровне основания горизонтального крепления

на определенном расстоянии друг от друга (10-12м) с размерами 1,2х1,0х0,5м или 1,5х1,0х0,5м. Для установки анкера было принято решение использовать известное технологическое решение - железобетонный анкер конструкции АВ-1, и на его основе разработать усовершенствованную конструкцию анкера АВ-1.1. (рис. 1.). Анкера можно изготовить и устроить на месте возведения сооружения с соблюдением всех технологических решений и сроков набора прочности железобетонной конструкции от трех до четырех недель.

После набора прочности монолитным бетоном, анкерные устройства соединяется с горизонтальным и откосным креплением с помощью гибких тросов диаметром 8-10мм. Трос крепится шарнирно к петлям анкера, протягивается через горизонтальное и откосное крепления до каменной наброски, где и крепится к основанию с помощью металлического сетчатого захвата, прибитого к основанию с помощью арматурных кольев и пригруженного сверху каменной наброской. Трос так же крепится и к габионным тюфякам креплений с помощью оцинкованной проволоки, диаметром 2мм. Таким образом ко всем анкерам и габионным тюфякам крепятся тросы, которые проходят через всю конструкцию и создают необходимые тяговые усилия, способствующие лучшей работе всей конструкции сооружения.

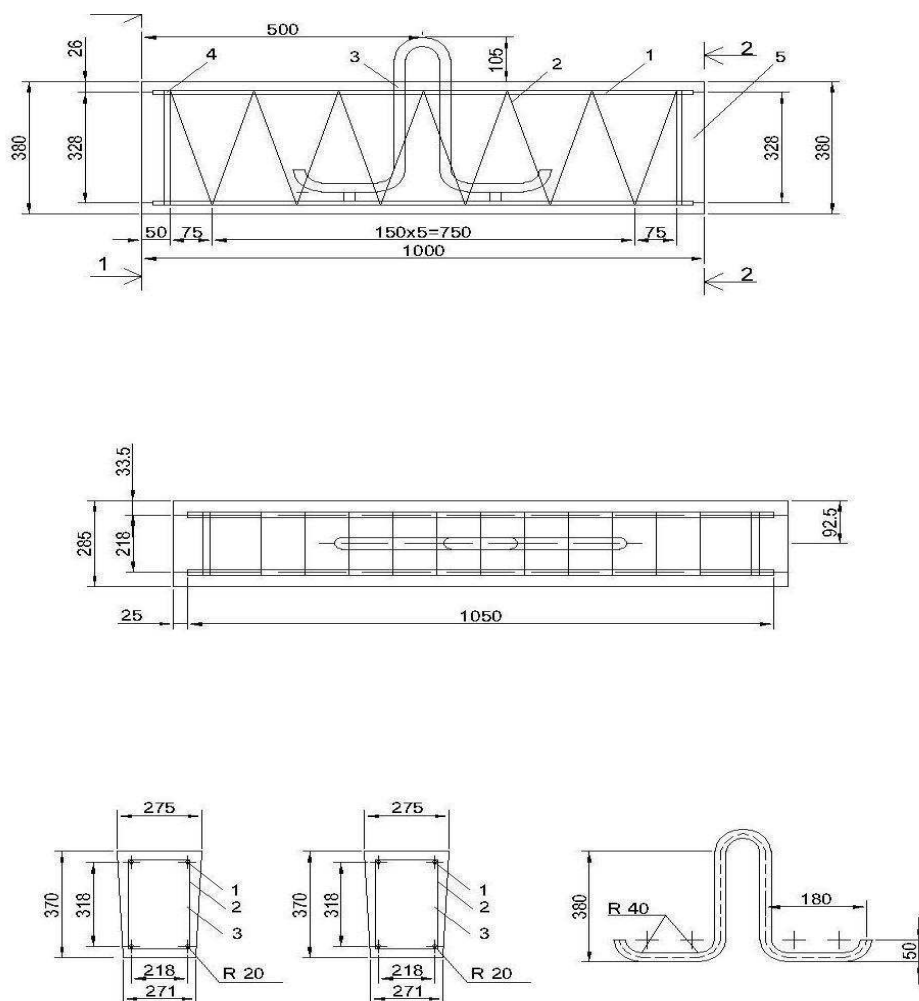


Рис. 1. Схемы анкерного устройства.

Противооползневое сооружения комбинированной конструкции работает надежно и устойчиво, когда линия возможного обрушения земляного массива находится на уровне и выше защищаемого основания дороги или площадки. Однако, результаты проведенных исследований показывают, что в случае, когда линия возможного обрушения земляного массива находится ниже защищаемого основания, тогда устойчивость и надежность работы всей конструкции креплений с анкерными устройствами нарушаются.

Для повышения устойчивости конструкции и надежности работы противооползневого сооружения в случае возможных оползневых процессах с глубинными сдвигами, когда линия обрушения земляного

массива проходит ниже защищаемого основания (поверхности дороги, площадки и др.), возникает необходимость усилить конструкцию крепления в основании сооружения или усовершенствовать всю конструкцию креплений. В связи с этим по результатам вышеописанных исследований были оформлены и поданы одну заявку на полезную модель и две заявки на изобретения по противооползневым сооружениям комбинированных и биопозитивных конструкций [7,8,9]. На первую заявку уже получен патент на полезную модель - «Противооползневое сооружение», а заявки на изобретения еще находятся на экспертизе по существу.

Схемы усовершенствованного типа противооползневого сооружения (полезной модели) приведены ниже (рис. 2.), где на фиг. 1 изображено поперечное сечение сооружения по линии возможного обрушения; на фиг. 2 – то же самое в плане; на фиг. 3 - габионный тюфяк; на фиг. 4 – армированный габион; на фиг. 5 показана легкая фашина из сухого камыша.

В усовершенствованном типе противооползневого сооружения дренажная призма выполнена из армированных габионов, уложенных ступенчато в три слоя с заглублением ниже подошвы откоса и линии возможного обрушения земляного массива откоса, габионы выполнены, длиной 2-2,5м, шириной 1 - 1,5м и высотой 1м из арматурного каркаса, оцинкованной сетки и каменного заполнителя, первый и второй слои габионов уложены с заглублением в основание ниже подошвы откоса, нормально к ее линии и оси дороги, третий слой габионов уложен сверху и посередине нижних слоев и вдоль линии подошвы откоса, армированные габионы в основании и габионные тюфяки на откосе прочно связаны между собой и прикреплены с помощью арматурной проволоки из нержавеющей стали к анкерам, устроенным выше откосных креплений в устойчивом грунте.

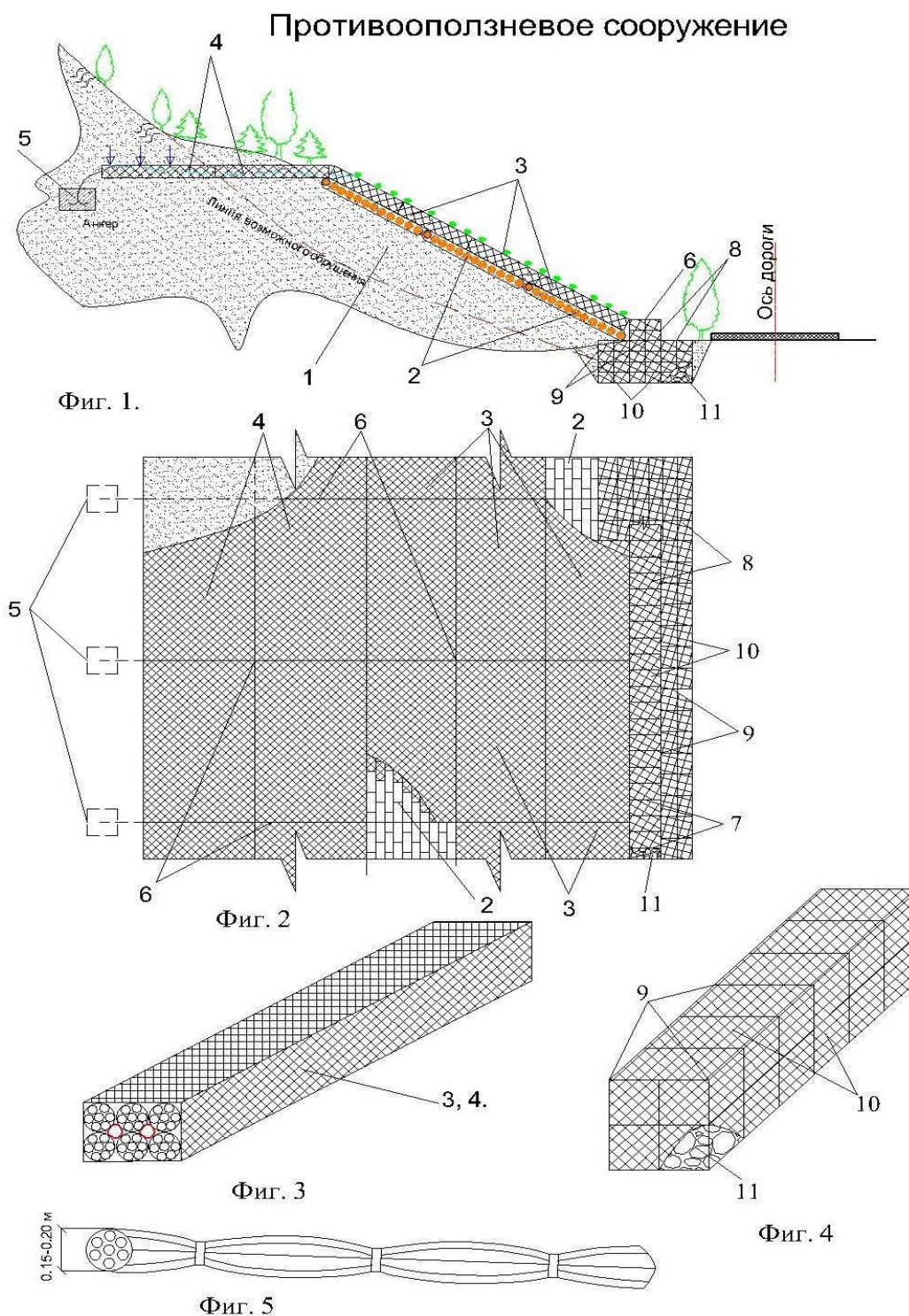


Рис. 2. Противооползневое сооружение содержит грунтовой массив 1, гибкие тюфяки 2, изготовленные из легких фашин, габионные тюфяки 3 и 4, бетонные анкерные устройства 5 с соединительными и крепежными арматурными проволоками 6 из нержавеющей стали, дренажная ступенчатая призма 7, устроенная из армированных габионов 8. При этом армированный габион 8 выполнен из арматурного каркаса 9, оцинкованной металлической (габионной) сетки 10 и каменного заполнителя 11.

Схемы усовершенствованного типа противооползневое сооружения

биопозитивной конструкции приведены на рис. 3, где на фиг. 1. изображено поперечное сечение противооползневого сооружения биопозитивной конструкции по линии возможного обрушения; на фиг. 2 – план участка сооружения с горизонтальным разрезом; на фиг. 3 - габионный тюфяк; на фиг. 4 - армированный габион; на фиг. 5 – легкая фашина из камыша.

В усовершенствованном способе возведения противооползневого сооружения биопозитивной конструкции, включающем откосные крепления из гибких и габионных тюфяков, связанных между собой и прикрепленных к анкерам, и дренажную призму из камня. Дренажную призму выполняют из армированных габионов, уложенных ступенчато в три слоя и более с заглублением ниже подошвы откоса и линии возможного обрушения земляного массива откоса, габионы выполняют, длиной 2-2,5м, шириной 0,5 - 1,0м и высотой 0,5 – 1,0м из арматурного каркаса *A1 o 12-14мм*, оцинкованной сетки и каменного заполнителя. Откосное крепление выше дренажной призмы выполняют из ступенчато уложенных габионных тюфяков с дренажными устройствами и гибкими армирующими грунтовой массив сетками из стеклопластиковых материалов. Сами габионные тюфяки изготавливают из легких фашин и перфорированных труб, которые укладывают чередующимися рядами и заворачивают в габионную сетку, к которой по основанию тюфяков и по всей их длине прикрепляют гибкие армирующие сетки из стеклопластиковых материалов.

Способ возведения противооползневого сооружения биопозитивной конструкции

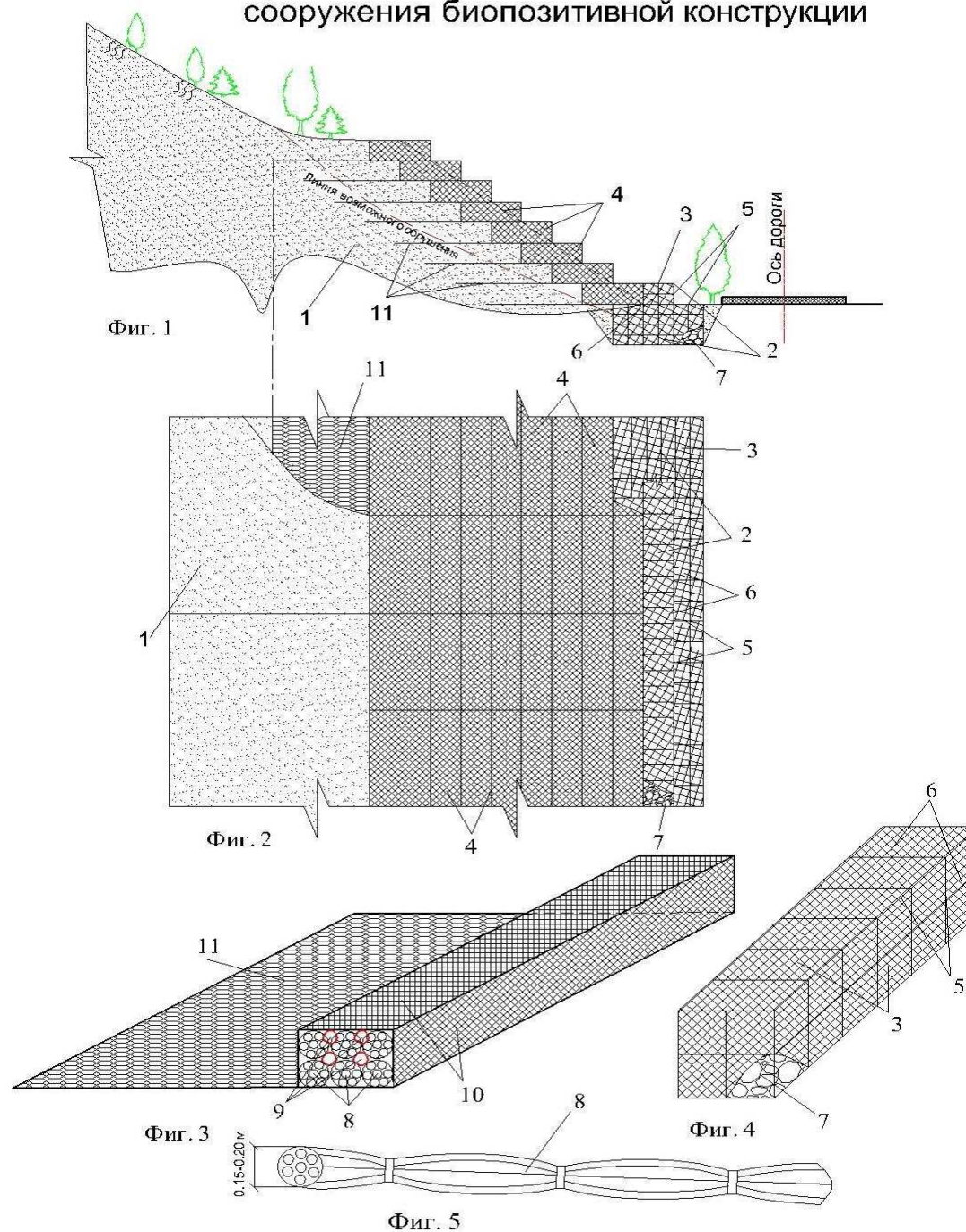


Рис. 3. Противооползневое сооружение биопозитивной конструкции состоит из грунтового массива 1, дренажной призмы 2, выполненной из армированных габионов 3, и откосного крепления из габионных тюфяков 4. Габионы 3 выполнены из арматурного каркаса 5, металлической (оцинкованной) сетки 6 и каменного заполнителя 7. Габионные тюфяки 4 выполнены из легких фашин 8, перфорированных полимерных труб 9, габионной сетки 10 и армирующих грунтовой массив гибких сеток 11 из стеклопластиковых материалов.

Технологические условия возведения противооползневого сооружения

При проектировании противооползневых сооружений предварительно проводятся инженерные изыскания (топогеодезические, гидрологические, инженерно-геологические и гидрогеологические, а также инженерно-экологические) по изучению оползневого массива и установлению его технических и технологических характеристик.

Календарные сроки строительства противооползневого сооружения устанавливаются на основе анализа климатических условий и с учетом материалов инженерных изысканий.

На основе материалов инженерных изысканий недалеко от строительной площадки устраиваются полезные выемки грунтовых материалов для выполнения земляных работ по возведению противооползневого сооружения в соответствии с проектными решениями.

По проектной технологии строительства вначале возводится земляная часть сооружения с уплотнением грунтов и планировкой откоса и горизонтальной площадки выше откоса. В основании спланированного откоса вдоль площадки дна устраивается каменная наброска из гравийно-галечного или валунно-галечного грунта в соответствии с проектными решениями.

По проекту производства работ из заранее заготовленного созревшего камыша, который находится еще во влажном состоянии изготавливаются в необходимом объеме легкие фашины разной длины (от 1,5 до 2,5м), диаметром 0,15 – 0,2м. При этом берется пучок заранее заготовленного камыша, выравнивается по длине и плотно перевязывается в 3-х или 4-х местах оцинкованной проволокой (диаметром 1,5 - 2 мм).

Габионные тюфяки изготавливаются призматической формы, длиной 1,5 – 2,0 м, шириной 0,5 – 0,6 м и толщиной 0,3 – 0,4м, для этого берутся два ряда легких фашин по 3 штуки, посередине которых укладывают по 2

перфорированных полимерных труб, затем вокруг этих рядов заворачивается габионная сетка (нарезанная по размерам тюфяка) и плотно закрепляется свободными концами сетки. По такой проектной технологии изготавливается требуемое количество габионных тюфяков.

По проектной технологии из легких фашин изготавливаются гибкие тюфяки (размерами 1х 2м, 1,2х2,2м, 1,2х2,5м). Для этого на ровную поверхность плотными рядами укладывают легкие фашины и связывают их между собой оцинкованной проволокой (диаметром 2 – 2,2мм). Вдоль откоса, начиная с каменной призмы доверху откоса, плотными рядами укладывают, заранее заготовленные гибкие тюфяки и связывают их между собой, местами оцинкованной проволокой. Подстилающий слой на откосе может быть возведен также и из заранее заготовленных легких фашин, укладывая их плотными рядами и соединяя их оцинкованной проволокой способом плетения.

По технологии производства работ габионные тюфяки укладывают и монтируют на откосе сверху гибких тюфяков, соединив между собой и прикрепив их к гибким тюфякам с помощью оцинкованной проволоки.

В соответствии с проектными решениями в верхней части массива выше откосного крепления, срезается поверхностный слой земли с углублением до коренных грунтов и подготавливается площадка с небольшим уклоном ($i = 0,02 \dots 0,05$) для монтажа анкерного устройства и горизонтального крепления. По всей длине площадки осуществляется монтаж габионных тюфяков, прочно соединяя их между собой и габионными тюфяками откосного крепления.

Анкера устраиваются, примерно на уровне основания горизонтального крепления на определенном расстоянии друг от друга (10-12м) с размерами 1,2х1,0х0,5м или 1,5х1,0х0,5м. Для устройства анкеров рекомендуется использовать усовершенствованную конструкцию анкера АВ-1.1. (рис. 1.) в соответствии с проектными решениями. Анкерные

устройства возводятся на месте возведения сооружения с соблюдением всех технологических решений и сроков набора прочности железобетонной конструкции от трех до четырех недель.

Характеристики металлического троса и его креплений к анкерам и габионным тюфякам принимаются по проектным расчетам в зависимости от действующих нагрузок (максимально возможных) при возможном сдвиге оползневого массива.

Противооползневые сооружения с комбинированными креплениями из гибких и габионных тюфяков, железобетонных анкерных устройств и каменной наброски обеспечивают не только безопасную инженерную защиту прибрежных зон и дорог, но и восстановление природной среды. Со временем эти сооружения превращаются в биопозитивные инженерные сооружения, которые не препятствуют круговороту веществ и энергии, помогают развитию природы и включаются в экосистему территорий, воспринимаются природой как родственные ей элементы.

ВЫВОДЫ

1. По результатам аналитических и экспериментальных исследований отработаны эффективные способы изготовления гибких и габионных тюфяков и монтажа откосных и горизонтальных креплений противооползневых сооружений;

2. На основе проведенных исследований усовершенствованы конструктивные и технологические решения по строительству противооползневого сооружения комбинированной и биопозитивной конструкции, по которым получены 3 патента на изобретения, 1 патент на полезную модель и две заявки на изобретения находятся на экспертизе по существу;

3. По результатам комплексных исследований разработаны технологические и технические условия возведения противооползневых сооружений для защиты придорожных и прибрежных территорий, при высоте обрушаемого грунтового массива не превышающей 12-15 метров.

Статья составлена по материалам выполнения 2-го этапа НИР «УМНИК ГРАНТ» по Договору (Соглашению) о представлении гранта № 3453ГУ1/2014 от 11.09.2014 г. Тема НИР «Разработка и внедрение противооползневого сооружения комбинированной конструкции».

Грантополучатель Карданов Х.Х.

Литература:

1. Алексеев Н.А. Стихийные явления в природе: проявление, эффективность защиты. – М.: Мысль, 1988. – 254 с.
2. Добров Э.М. Обеспечение устойчивости склонов и откосов в дорожном строительстве с учетом ползучести грунтов. М., Транспорт, 1975, 216 с.
3. Карданов Х.Х., Курбанов С.О. Исследование технологии возведения противооползневых сооружений комбинированных и биопозитивных конструкций. /Естественные и технические науки, №8, 2015.- с. 95-100.
4. Способ возведения противооползневого сооружения комбинированной конструкции / Курбанов С.О., Карданов Х.Х.
Патент на изобретение RUS №2512199 10.04.2014.
5. Способ возведения противооползневой системы биопозитивной конструкции / Курбанов С.О., Карданов Х.Х., Созаев А.А.
Патент на изобретение RUS №2512192 10.04.2014.
6. Противооползневая система биопозитивной конструкции / Курбанов С.О., Созаев А.А., Карданов Х.Х.
Патент на изобретение RUS 2512201 04.05.2014.
7. Противооползневое сооружение / Курбанов С.О., Карданов Х.Х.
Патент на полезную модель RUS 251 17.08.2015.
8. Заявка на выдачу патента на изобретение № 2015110763 от 25.03.2015г
Способ возведения противооползневого сооружения биопозитивной конструкции / Авт. Курбанов С.О., Карданов Х.Х.
9. Заявка на выдачу патента на изобретение № 2015110762 от 25.03.2015г
Противооползневое сооружение биопозитивной конструкции / Авт. Курбанов С.О., Карданов Х.Х., Созаев А.А.

References

1. Alekseev N.A. Stihijnyje javlenija v prirode: projavlenie, jeffektivnost' zashhity. – М.: Mysl', 1988. – 254 s.
2. Dobrov Je.M. Obespechenie ustojchivosti sklonov i otkosov v dorozhnom stroitel'stve s uchetom polzuchesti gruntov. М., Transport, 1975, 216 s.

3. Kardanov H.H., Kurbanov S.O. Issledovanie tehnologii vozvedenija protivopolznyh sooruzhenij kombinirovannyh i biopozitivnyh konstrukcij. /Estestvennye i tehniczeskie nauki, №8, 2015.- s. 95-100.

4. Sposob vozvedenija protivopolznevo go sooruzhenija kombinirovannoj konstrukcii / Kurbanov S.O., Kardanov H.H.

Patent na izobretenie RUS №2512199 10.04.2014.

5. Sposob vozvedenija protivopolznej sistemy biopozitivnoj konstrukcii / Kurbanov S.O., Kardanov H.H., Sozaev A.A.

Patent na izobretenie RUS №2512192 10.04.2014.

6. Protivopolznevaja sistema biopozitivnoj konstrukcii

/ Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Kardanov H.H.

Patent na izobretenie RUS 2512201 04.05.2014.

7. Protivopolznevoe sooruzhenie

/ Kurbanov S.O., Kardanov H.H.

Patent na poleznuju model' RUS 251 17.08.2015.

8. Zajavka na vydachu patenta na izobretenie № 2015110763 ot 25.03.2015g Sposob vozvedenija protivopolznevo go sooruzhenija biopozitivnoj konstrukcii

/Avt. Kurbanov S.O., Kardanov H.H.

9. Zajavka na vydachu patenta na izobretenie № 2015110762 ot 25.03.2015g Protivopolznevoe sooruzhenie biopozitivnoj konstrukcii /

Avt. Kurbanov S.O., Kardanov H.H., Sozaev A.A.