

А.Е. Скапинцев, А.Д. Потапов*, А.А. Лаврусевич*

*ОАО «Фундаментпроект», *ФГБОУ ВПО «МГСУ»*

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ ОТ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Рассмотрены различные варианты мероприятий инженерной защиты трубопроводов от активизирующихся и развивающихся эрозионных процессов преимущественно в условиях северных регионов. Рассмотрены технические решения на участках вдольтрассовой эрозии, участках развития суффозионных процессов, технические решения на протяженных участках с предельной величиной угла наклона естественной поверхности, а также мероприятия инженерной защиты по осуществлению вдольтрассового водоотвода.

Ключевые слова: эрозия, суффозия, трубопровод, многолетнемерзлые грунты, инженерная защита.

При строительстве и эксплуатации трубопроводов необходимо учитывать риск активизации и развития эрозионных процессов в полосе строительства и на прилегающей территории. Значительным осложняющим фактором является нарушение почвенно-растительного слоя при подъезде техники, в процессе разработки траншеи при подземной прокладке трубопровода и при прочих видах техногенных воздействий. В случае с линейными сооружениями, к которым относятся трубопроводные системы, ситуация также осложняется существенной изменчивостью природных условий по длине трассы трубопровода. Помимо этого необходимо учитывать специфику инженерно-геокриологических условий в случае прохождения трассы в районах распространения многолетнемерзлых грунтов (ММГ): наличие льдистых, сильнопучинистых и разуплотненных грунтов; активизация криогенных процессов и т.д. [1].

В такой ситуации необходима разработка комплекса противоэрозионных мероприятий, от качества и объема которых существенно зависят в т.ч. и будущие материально-технические расходы, направленные на поддержание эксплуатационной надежности трубопроводов.

Рассмотренные в настоящей статье мероприятия инженерной защиты (ИЗ) от эрозионных процессов были применены в ОАО «Фундаментпроект» при разработке проектов ИЗ для трубопроводных систем Заполярного ГНКМ, Ванкорского месторождения, трубопроводной системы ВСТО и пр.

Методика работ. Перед непосредственной разработкой противоэрозионных мероприятий для конкретного участка трубопровода проводится предварительный этап работ, в ходе которого выполняется анализ исходных данных: вдольтрассовых профилей и топопланов, отчетов об инженерно-геологических изысканиях, данных об архитектурно-строительных решениях и другой документации.

В рамках предварительного этапа работ проводятся районирование территории трассы по геоморфологическим и технологическим особенностям, а также типизация инженерно-геологических условий [2].

На основе на результатов анализа исходных данных, в зависимости от способа прокладки трубопровода предусматривается конкретный комплекс мероприятий, направленный на снижение или устранение негативных воздействий определенных эрозионных процессов¹.

Восстановление растительно-почвенного покрова. Опасность развития эрозионных процессов в полосе строительства трубопроводов усугубляется постоянным нарушением растительно-почвенного покрова в процессе разработки траншеи при подземной прокладке и других видах работ.

В подобной ситуации приоритетной задачей является восстановление растительно-почвенного покрова, естественным образом препятствующего развитию эрозионных процессов [3, 4]. С этой целью рекомендуется применение биомата (рис. 1), который представляет собой рулонный биоразлагаемый двухслойный материал, содержащий смесь семян морозостойких растений, влагоудерживающие компоненты и удобрения.

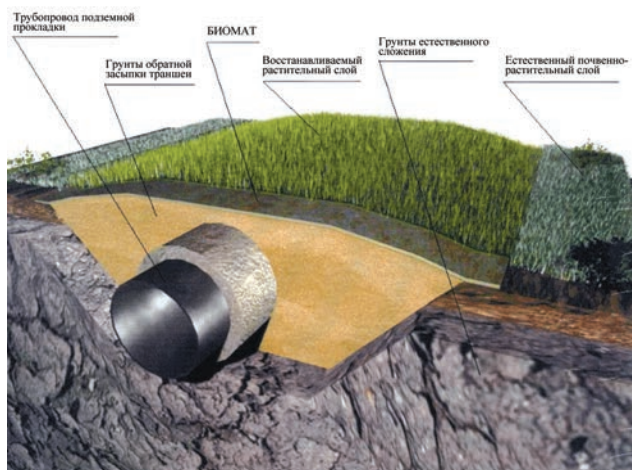


Рис. 1. Закрепление валика обратной засыпки трубопровода с помощью биоматов (3d-изображение [5])

Биомат состоит на 20 % из синтетических волокон (полипропилен, полиэфир, полиамид) и на 80 % из быстроразлагающихся материалов (льноволокно, ватин). В нетканый материал по особой технологии внедрена смесь семян растений и удобрений. Применение биоматов позволяет производить укрепление грунта и восстанавливать растительный покров без укладки плодородного слоя почв, что упрощает проведение строительных работ и снижает их стоимость. Первое время, в период развития и роста растительного покрова, само полотно биомата выполняет защитные функции, предотвращая эрозионные процессы.

Искусственный растительный и дерновой покров, который создается в течение 1...2 мес и упрочняется в дальнейшем, обладает высокой механической прочностью по горизонтали и вертикали, повышая устойчивость грунтовой поверхности валика засыпки трубопровода на склоне к эрозии. Сам нетканый материал биомата в дальнейшем разлагается.

¹ СНиП 22-02—2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. М. : Росстрой, 2004.

В условиях природно-климатической зоны тундры и лесотундры рекомендуется применение биоматов БТ-СО/100, содержащих специально подобранную смесь семян многолетних трав, адаптированных к условиям Крайнего Севера и хорошо зарекомендовавших себя при проведении ремонтно-восстановительных работ на многих объектах, в числе которых Заполярное ГНКМ, Ванкорское месторождение, трубопроводная система ВСТО и др. (рис. 2).



Рис. 2. Участки естественной поверхности, укрепленные при помощи биоматов: *а* — вид непосредственно уложенных на поверхность грунта «непроросших» полотнищ (фото В.Д. Кауркин, ОАО «Фундаментпроект»); *б* — растительный покров, сформированный «проросшими» полотнищами биомата (фото с сайта [6])

Укладка полотен биомата производится на выровненную грунтовую поверхность в поперечном (относительно оси трубопровода) направлении. Соединение полотен материала производится внахлест 20...25 см. Крепление полотнищ биомата к грунтовому основанию осуществляется с помощью металлических скоб из арматурных стержней класса А1 диаметром не менее 6 мм, длиной не менее 500 мм. Кроме того, для фиксации положения полотен биомата и создания благоприятных температурно-влажностных условий для прорастания семян осуществляется присыпка слоем почвенно-растительного или местного грунта песчано-супесчаного состава толщиной 2...3 см.

Рекультивация грунтов с помощью биоматов используется на множестве объектов строительства в северных регионах в качестве закрепления поверхности откосов площадок и автодорожных насыпей, защиты поверхности валиков обратной засыпки трубопроводов подземной прокладки и пр.

Объемное упрочнение грунта. Помимо поверхностного закрепления грунта рекультивационными методами, на склоновых участках целесообразно использование различных способов объемного упрочнения грунта. Актуальность использования объемного упрочнения грунтов обусловлена опасностью развития на склоновых участках поймы ряда гравитационных процессов: эрозии, оползневых процессов, осыпей, солифлюкции и т.п. Особенно целесообразно применение данного способа на участках, сложенных пылеватыми песчаными грунтами. Такие типы грунтов легко подвержены размыву поверхностными водами в случае нарушения целостности растительно-почвенного покрова. При последующей рекультивации желательно предусмотреть обеспечение возможности дополнительного сцепления корневой системы растений с почвой. Перфорированные георешетки не препятствуют укоренению растений, в то же

время обеспечивая защиту от размыва грунтов поверхностными водами, укрепляя грунтовый массив по глубине.

Возможно использование многовариантных комбинаций заполнителей георешеток: от заполнения их щебнем для обеспечения пригруза до комбинаций из биомата и различных видов плодородного грунта (смеси с торфом, удобрениями и пр.).

С целью объемного упрочнения грунтов рекомендуется использование различных геоячеек и георешеток [7, 8] (рис. 3, 4), созданных из современных геосинтетических материалов [9]. На рис. 4 приведено конкретное техническое решение, разработанное и примененное для участка перехода через р. Большая Хета на территории Ванкорского месторождения.



Рис. 3. Применение георешеток с целью объемного упрочнения грунта на склоновом участке (фото с сайта [10])

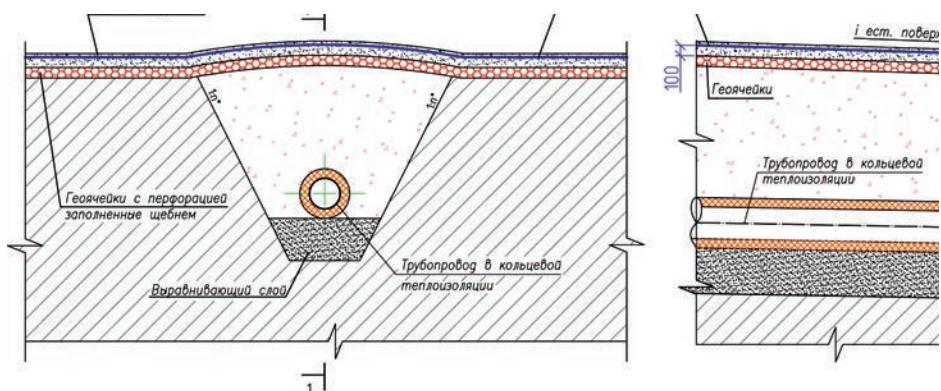


Рис. 4. Объемное упрочнение грунта с применением георешеток «Прудон-494» с перфорацией

Применение в такого рода технических решениях геосинтетических материалов представляется целесообразным исходя из их физико-механических характеристик: долговременной прочности на растяжение и на разрыв, износостойкости, низкой ползучести, химической и биологической устойчивости, значительному сроку эксплуатации и экологичности.

Технические решения на участках развития суффозионных процессов. Помимо активизации поверхностных эрозионных процессов, в грунтах обратной засыпки траншеи над трубопроводом на протяженных склоновых участках опасен процесс выноса частиц грунта мелкой фракции — суффозия.

Развитию суффозионных процессов способствует меньшая уплотненность и, как правило, большие коэффициенты фильтрации грунтов обратной засыпки по сравнению с грунтами естественного сложения на прилегающей территории. В результате за счет перераспределения поверхностного стока и инфильтрации поверхностных вод в грунты обратной засыпки происходит их обводнение и движение частиц мелкой фракции вниз по склону в пределах траншеи трубопровода. Происходящее в дальнейшем оседание поверхности грунтов обваловки (за счет самоуплотнения грунтов, а также за счет выноса мелких частиц) способствует формированию локальных понижений в рельефе [11], тем самым создает более благоприятные условия для развития поверхностной эрозии и приводит в конечном счете к обнажению трубопровода на отдельных участках [12].

Для защиты грунтов обратной засыпки от суффозионных процессов применяется устройство в траншее трубопровода противосуффозионных экранов (ПСЭ) из нетканного геотекстильного полотна.

Существует множество различных вариантов устройства ПСЭ, отличающихся различной геометрией конструкций и применением различных марок геотекстиля. Из всего спектра ПСЭ рассмотрим два варианта их устройства.

Первый вариант (рис. 5) обеспечивает противосуффозионную защиту на продолжительных склоновых участках (способ состыковки ПСЭ позволяет соединять их друг с другом, образуя непрерывную цепочку защитных элементов).

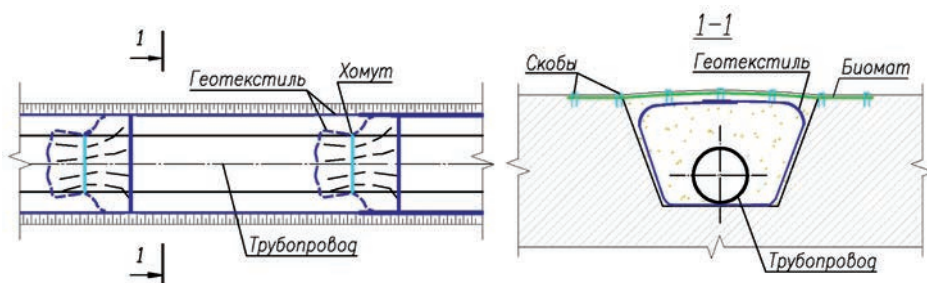


Рис. 5. Первый вариант устройства противосуффозионных экранов

Второй вариант (рис. 6) наиболее предпочтителен к применению на локальных непродолжительных склоновых участках. Такие элементы противосуффозионной защиты можно расставлять как отдельно, так и по несколько с шагом, который определяется расчетным способом.

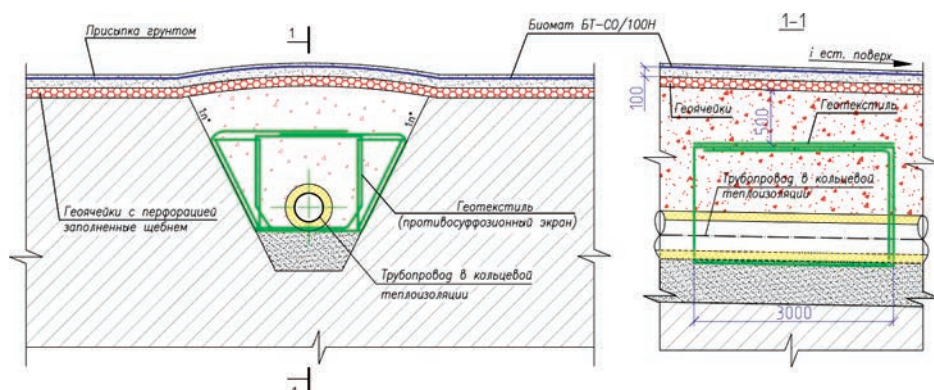


Рис. 6. Второй вариант устройства противосуффозионных экранов

На рис. 5 и 6 показано применение противосуффозионных экранов в комплексе с другими мероприятиями инженерной защиты от эрозионных процессов — рекультивацией и объемным упрочнением грунтовой поверхности (описаны выше).

Дополнительно на участках с предельным углом наклона естественной поверхности и большой протяженностью (данные параметры определяются расчетным способом), предусматривается устройство грунтовых отбойных валов (берм), располагаемых в поперечном поверхностному стоку направлении с расчетным шагом (рис. 7) [13].

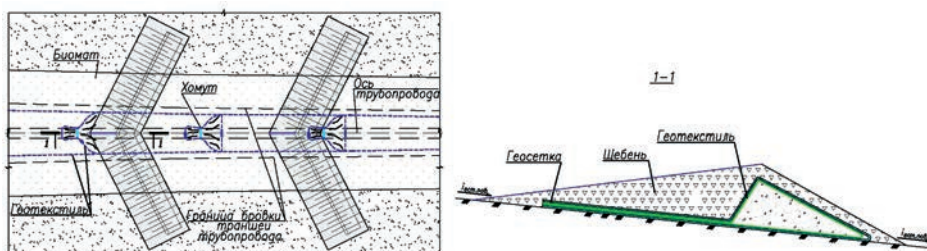


Рис. 7. Устройство грунтовых отбойных валов. Техническое решение показано в комплексе с устройством противосуффозионных экранов

Отбойные грунтовые валы обеспечивают отвод поверхностных вод от грунтов обратной засыпки траншеи и способствуют снижению скорости и энергии размывающего потока и его перераспределению по площади.

Геометрические параметры (длина и ширина) в плане отбойных грунтовых валов принимается конструктивно. Высота отбойных грунтовых валов рассчитывается исходя из максимального суточного расхода дождевой воды.

Шаг грунтовых отбойных валов определяется в соответствии с оценкой эрозионной опасности. Определяющей характеристикой оценки склона является его крутизна. Склон разделяется на участки с различными уклонами естественной поверхности. Оценка эрозионной опасности склона приводится на основе расчетной модели — эталона вдольтрассовой эрозии. Оценка опасности вдольтрассовой эрозии проведена на основании следующего условия:

$$V < V_{cr}^2$$

где V — средняя скорость воды в потоке; V_{cr} — предельная (критическая) неразмывающая средняя скорость вдольтрассового потока.

По результатам анализа исходных данных назначается расчетное осредненное значение допустимой неразмывающей скорости.

Для определения средней скорости воды в потоке в качестве климатических исходных данных берутся максимальное среднесуточное значение осадков и суточный максимум осадков²; данные о рельефе и грунтовых условиях принимаются в соответствии с топографической основой и продольными профилями.

Гидравлический расчет стока, являющегося причиной вдольтрассовой эрозии, выполняется методом расчета стока вод с малых водосборов с учетом теории Шези — Маннинга и уравнения баланса стока (так называемые уравнения «кинематической волны»).

Ввиду выявленных особенностей гидравлики вдольтрассовых потоков мерой их эрозионной опасности определена критическая длина склона Y_{cr} . Чем круче участок склона и чем ниже он находится от верхней точки склона, тем Y_{cr} меньше, а защитные элементы (отбойные грунтовые валы) следует расставлять чаще.

Существует несколько вариантов конструкций грунтовых отбойных валов, различающихся геометрическими параметрами и применением различных материалов.

Организация поверхностного водоотвода. Для сбора поверхностных вод и защиты грунтов обратной засыпки трубопровода от обводнения в пределах замкнутых участков рельефа и на участках, подверженных эрозионным размывам (участки, поперечные оси трубопровода, или значительные продольные уклоны склона), а также с целью снижения риска развития процессов термокарста и пучения, следует предусмотреть мероприятия по организации поверхностного водоотвода.

С этой целью следует применять открытые и закрытые дренажные системы (лотки, каналы, трубы), проектирование которых следует производить в соответствии с установленными требованиями³. Наиболее целесообразно использование водоотводных канав различных конструкций, которые проектируются в зависимости от расчетного объема поверхностных вод, поступающих на участках трубопровода, подверженных эрозионным размывам.

Рассмотрим несколько вариантов устройства водоотводных канав.

В первом варианте (рис. 8, 9) водоотводные каналы проектируются с применением плоскостных конструкций из сетки двойного кручения типа матрасов Рено (ТУ 1275-016-75957906—2009. «Габрионные конструкции из сетки проволоочной двойного кручения с шестиугольными ячейками»), заполненной крупнообломочным материалом. Плоскостные конструкции укладываются на дно выемки на слой нетканого геотекстильного полотна (служит для предот-

² СНиП 23-01—99*. Строительная климатология. М. : Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003.

³ СНиП 33-01—2003. Гидротехнические сооружения, основные положения. М. : Госстрой России, 2004; СНиП 2.06.15—85. Инженерная защита территории от затопления и подтопления, М. : Госстрой СССР, 1985; СНиП 2.04.03—85. Канализация. Наружные сети и сооружения. М. : Госстрой СССР, 1986.

вращения вымывания из-под лотка частиц грунта) и/или геокомпозитного материала с гидроизоляцией (в случае необходимости обеспечения 100%-й гидроизоляции в гидрофильных грунтах). Плоскостные конструкции изготавливаются вручную из сетки двойного кручения, крепление соседних конструкций осуществляется с помощью вязальной проволоки диаметром не менее 3 мм. Конструкции засыпаются крупнообломочным каменным материалом (фракция 70...120 мм, но не более высоты самой конструкции из сетки).

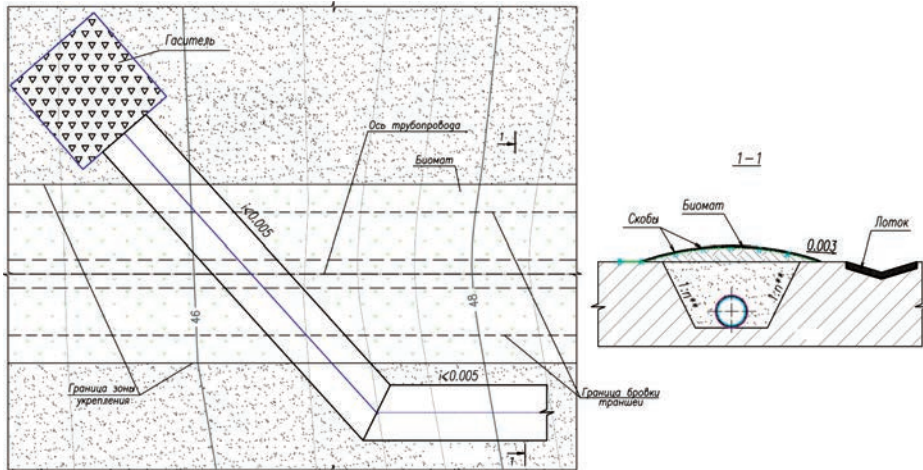


Рис. 8. Вариант 1 устройства водоотводной канавы

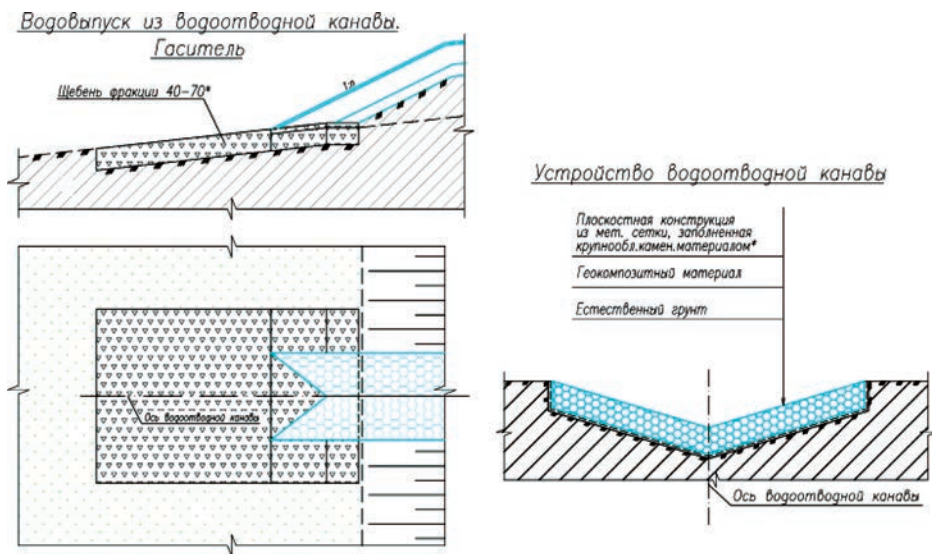


Рис. 9. Вариант 1 устройства водоотводной канавы. Конструкции элементов

На участках переходов водоотводных лотков через автодороги устраиваются водопропуски под автодорожными насыпями из металлических труб диаметром 273 мм и дорожных плит ПДН-АУ.

Сброс отводимых лотками вод осуществляется на пониженные части естественного рельефа. В местах сброса вод устраиваются гасители, заполненные щебнем фракции 40...70 мм.

Во втором варианте проектируются водоотводные каналы открытого типа трапецевидного сечения с использованием универсальных гибких защитных бетонных матов УГЗБМ-202 (рис. 10). УГЗБМ укладываются (вдоль или поперек) на дно и откосы канала. УГЗБМ крепятся к грунтовой поверхности посредством анкерки металлическими арматурными стержнями. Секции бетонных матов скрепляются между собой металлическими скобами — креплениями для бетонных матов. Под бетонные маты укладывается геотекстильное полотно с целью предотвращения вымывания частиц грунта из-под бетонных матов. В качестве гасителя в месте выхода канала на отметку естественной поверхности предусмотрена дополнительная укладка универсальных гибких защитных бетонных матов УГЗБМ-202. В месте выхода на естественную поверхность глубина канала сводится на нулевой уровень.

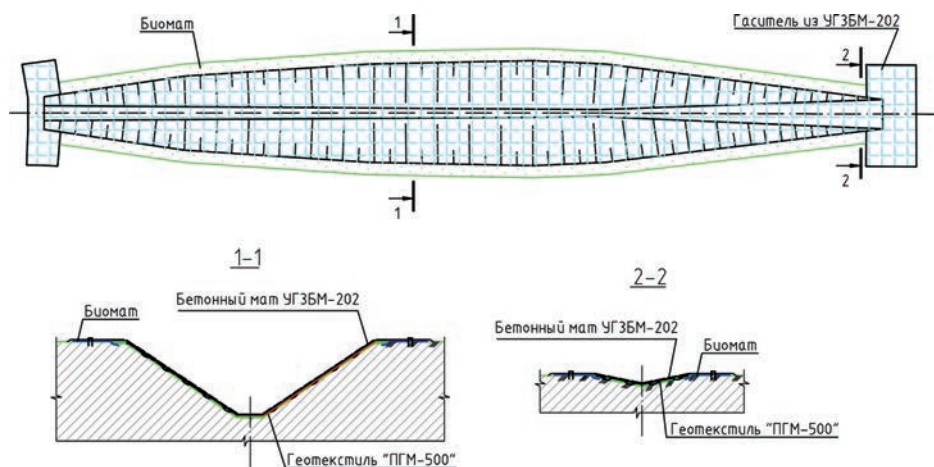


Рис. 10. Вариант 2 устройства водоотводной канавы с применением УГЗБМ

Канавы из УГЗБМ обладают рядом преимуществ:
 возможность создания канав с любым сечением за счет гибкости матов;
 высокие прочностные характеристики самих матов;
 в случае вымывания грунта под ячейками УГЗБМ пустоты под ними компенсируются усадкой матов под их собственным весом.

Помимо описанных выше вариантов конструкций существует также множество альтернативных вариантов устройства водоотводных канав с применением геосинтетических материалов типа геоячеек и георешеток, бетонных лотков и пр. Бетонные и стальные лотки, а также геоячейки типа Геовеб часто применяются при устройстве внутриплощадочных канав (рис. 11).

Выводы. Вышеприведенный перечень мероприятий противозерозионной защиты не является исчерпывающим, а представляет лишь выборочные решения по инженерной защите трубопроводов, призванные предотвратить или снизить степень влияния активизирующихся и развивающихся эрозионных процессов на определенном участке с определенными условиями. Инженерно-геологические условия на территориях прохождения протяженных трасс трубопроводов характеризуются, как правило, разнообразием и изменчивостью, поэтому не может существовать универсальной системы при разработке про-

ектов инженерной защиты. Каждый проект разрабатывается индивидуально для конкретного региона со своими геологическими, геокриологическими, климатическими и прочими особенностями.



Рис. 11. Процесс сооружения водоотводной канавы с применением геосинтетических материалов (на этапе укладки георешетки). Фото из архивов ОАО «Фундаментпроект»

Также необходимо подчеркнуть значимость разработки эффективной сети геотехнической мониторинга (ГТМ) для каждого конкретного случая. В периоды строительства и эксплуатации трубопроводов территория должна быть оборудована необходимым количеством элементов ГТМ (термометрические скважины, гидрогеологические скважины, деформационные марки и пр.) для обеспечения наблюдения за состоянием объектов трубопроводной системы и своевременного предотвращения аварийных ситуаций.

Библиографический список

1. Природные опасности России / под ред. А.Л. Рагозина. М. : Крук, 2002—2003. 320 с.
2. Голодковская Г.А. Принципы инж.-геол. типизации месторождений полезных ископаемых // Вопросы инженерной геологии и грунтоведения. 1983. Вып. 5. С. 355—369.
3. Генцирук С.А. Рациональное природопользование. М., 1989. 310 с.
4. № РД 39-00147105-006—97. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте нефтепроводов. М. : Транснефть, 1997.
5. Сайт НПО «Промкомполит». Режим доступа: http://www.promcompozit.ru/cgi-bin/index.cgi?adm_act=structure&num_edit=1035. Дата обращения: 25.05.13.
6. Виробниче об'єднання Габіони захід Україна. Режим доступа: <http://www.zahid-gabions.cv.ua>. Дата обращения: 23.05.13.
7. Sarsby R.W.Ed. Geosynthetics in Civil Engineering, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England, 2007. 312 с.
8. Джоунс К.Д. Сооружения из армированного грунта (Earth Reinforcement and Soil Structures). М. : Стройиздат, 1989. 281 с.
9. Dixon N., Smith D.M., Greenwood J.R. and Jones D.R.V. Geosynthetics: Protecting the Environment, Thomas Telford Publ., London, England, 2003. 176 с.
10. ООО «Водное строительство». Режим доступа: <http://vodbud.com/index.php?go=Content&id=15>. Дата обращения: 25.05.13.

11. *Waltham T., Bell T., Culshaw M. Sinkholes and Subsidence.*, Springer, Berlin, 2005. 300 с.
12. Инженерная геология России. Т. 1. Грунты России / под ред. В.Т. Трофимова, Е.А. Вознесенского, В.А. Королёва. М. : Изд-во КДУ, 2011. 672 с.
13. *Истомина В.С. Фильтрационная устойчивость грунтов.* М., 1957. 296 с.

Поступила в редакцию в июне 2013 г.

Об авторах: **Скапинцев Александр Евгеньевич** — руководитель группы отдела ОТИМ, ОАО «Фундаментпроект», 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 1, aveursus@mail.ru;

Потапов Александр Дмитриевич — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной геологии и геоэкологии, **ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, ptm-potapjv@mail.ru;

Лаврусевич Андрей Александрович — кандидат геолого-минералогических наук, профессор кафедры инженерной геологии и геоэкологии, **ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, lavrusevich@yandex.ru.

Для цитирования: *Скапинцев А.Е., Потапов А.Д., Лаврусевич А.А. Инженерная защита трубопроводов от эрозионных процессов // Вестник МГСУ. 2013. № 7. С. 140—151.*

A.E. Skapintsev, A.D. Potapov, A.A. Lavrusevich

ENGINEERING PROTECTION OF PIPELINES FROM EROSION PROCESSES

The authors consider varied engineering actions aimed at the protection of pipelines from developing erosion processes with a focus on the conditions of northern regions. Engineering solutions, considered in the article, include prevention of erosion processes along pipelines, protection from suffusion, protection of extended areas having the limit value of the slope angle, and actions aimed at the drainage of areas along pipelines. Prevention of erosion processes along pipelines consists in the restoration of the fertile layer using biological methods, as well as the volumetric soil reinforcement using geological grids. Prevention of suffusion processes consists in the employment of various types of suffusion shields accompanied by the application of geotextile. Berms are constructed as suffusion prevention actions in extended areas having a limit value of the slope angle. This action is used to reduce the water flow energy of drainage ditches and trays along the pipeline. The authors believe that a complete geotechnical monitoring network must be designed and developed to monitor the condition of pipelines and foundation soils.

Key words: erosion, suffusion, pipeline, permafrost, engineering protection.

References

1. Ragozin A.L., editor. *Prirodnye opasnosti Rossii* [Natural Hazards of Russia]. Moscow, Kruk Publ., 2002 — 2003. 320 p.
2. Golodkovskaya G.A. Printsipy inzh.-geol. tipizatsii mestorozhdeniy poleznykh iskopayemykh [Principles of Geo-engineering Typification of Mineral Deposits]. *Voprosy inzhenernoy geologii i gruntovedeniya* [Issues of Engineering Geology and Pedology]. 1983, no. 5, pp. 355—369.
3. Gensirik S.A. *Ratsional'noe prirodopol'zovanie* [Rational Nature Management]. Moscow, 1989. 310 p.
4. № RD 39-00147105-006—97. *Instruktsiya po rekul'tivatsii zemel', narushennykh i zagryaznennykh pri avarynom i kapital'nom remonte nefteprovodov* [N RD 39-00147105-006—97. Instruction for Reclamation of Soils Disturbed by Emergency and Capital Repairs of Oil Pipelines]. Moscow, Transneft' Publ., 1997.

5. SPA "Promkompozit" website. Available at: http://www.promkompozit.ru/cgi-bin/index.cgi?adm_act=strukture&num_edit=1035. Date of access: 25.05.2013.
6. Private company "Vyrobnnyche ob'jednannja Gabiony zahid Ukrain'a" website. Available at: <http://www.zahid-gabions.cv.ua>. Date of access: 23.05.2013.
7. Sarsby R.W.Ed. Geosynthetics in Civil Engineering. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England, 2007. 312 p.
8. Jones K.D. *Sooruzheniya iz armirovannogo grunta* [Earth Reinforcement and Soil Structures]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1989. 281 p.
9. Dixon N., Smith D.M., Greenwood J.R. and Jones D.R.V. Geosynthetics: Protecting the Environment. Thomas Telford Publ., London, England, 2003. 176 p.
10. LLC "Water Construction" website. Available at: <http://vodbud.com/index.php?go=Content&id=15>. Date of access: 25.05.2013.
11. Waltham T., Bell T., Culshaw M. Sinkholes and Subsidence. Springer, Berlin, 2005. 300 p.
12. Trofimov V.T., Voznesenskiy E.A., Korolev V.A. *Inzhenernaya geologiya Rossii. T. 1. Grunty Rossii* [Engineering Geology of Russia. Vol. 1. Soils of Russia]. Moscow, KDU Publ., 2011. 672 p.
13. Istomina B.C. *Fil'tratsionnaya ustoychivost' gruntov* [Filtration Stability of Soils]. Moscow, 1957. 296 p.

About the authors: **Skapintsev Aleksandr Evgen'evich** — Team Leader, "Fundamentproekt" Open Joint Stock Company, 1 Volokolamskoe shosse, Moscow, 125993, Russian Federation; aveursus@mail.ru;

Potapov Aleksandr Dmitrievich — Doctor of Technical Sciences, Professor, Chair, Department of Engineering Geology and Geo-ecology, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; umopotapjv@mail.ru;

Lavrusevich Andrey Alexandrovich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Department of Engineering Geology and Geo-ecology, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; lavrusevich@yandex.ru; +7 (495) 500-84-26.

For citation: Skapintsev A.E., Potapov A.D., Lavrusevich A.A. Inzhenernaya zashchita truboprovodov ot erozionnykh protsessov [Engineering Protection of Pipelines from Erosion Processes]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2013, no. 7, pp. 140—151.