

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Архитектурно-строительный факультет  
Кафедра строительных материалов и конструкций

# **ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОТ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по дисциплине

и для самостоятельной работы

для аспирантов по направлению подготовки

08.06.01 Техника и технологии строительства

(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Краснодар

КубГАУ

2019

*Составители:* Маций С.И., Рябухин А.К.

**Инженерная защита от опасных геологических процессов:** метод. указания по дисциплине и для самостоятельной работы / сост. С. И. Маций, А. К. Рябухин – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 42 с.

Метод. указания предназначен для аспирантов по направлению подготовки 08.06.01 - Техника и технология строительства

Рассмотрено и одобрено методической комиссией архитектурно-строительного факультета Кубанского государственного аграрного университета, протокол № 2 от 22.10.2019.

Председатель  
методической комиссии



А. М. Блягоз

© Маций С.И., Рябухин А.К.,  
составление, 2019

© ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный аграрный  
университет имени  
И. Т. Трубилина», 2019

## **ЛЕКЦИЯ 1**

### ***СВАЙНЫЕ СООРУЖЕНИЯ***

Проект свайных противооползневых сооружений должен быть обоснован материалами инженерных изысканий, геотехническими расчетами и расчетами конструкций.

Основными принципами проектирования сооружений инженерной защиты, в частности свайных противооползневых сооружений являются:

- надежность конструкции (способность сооружения воспринимать нагрузку на протяжении всего срока службы без нарушения условий нормальной эксплуатации защищаемых им объектов и территорий);
- скорость возведения (сооружение на территориях развития активных оползневых процессов, должно быть построено в кратчайший срок);
- экономическая эффективность;

- максимальное использование удерживающей способности грунтов, расположенных ниже оползневых масс;

- широкое применение современных технологий, оборудования и механизмов, а также последних достижений в отрасли механики грунтов и фундаментостроении.

Проектирование противооползневых сооружений должно производиться с учетом изменения степени устойчивости склона на каждом этапе строительства. Строительство конструкций инженерной защиты не должно приводить к критическому снижению коэффициента общей и локальной устойчивости склона.

До введения противооползневых сооружений в эксплуатацию следует строго придерживаться технологической последовательности выполнения определенных проектом строительных работ на оползневых склонах.

Проектирование и строительство противооползневых сооружений на территориях развития активных оползневых процессов необходимо предусматривать в максимально сжатые сроки и при условии соблюдения соответствующего качества указанных работ

Расчет и проектирование свайных удерживающих сооружений инженерной защиты автомобильных дорог должны осуществляться на основании результатов комплекса изысканий, выполняемых специализированными проектно-изыскательскими организациями, с привлечением (в случае необходимости) научно-исследовательских структур.

Комплекс изысканий должен включать инженерно-геодезические и инженерно-геологические (а при необходимости – и геофизические, микросейсмические и др.) изыскания, а также техническое обследование существующих зданий и сооружений. В составе инженерно-геологических изысканий должна быть выполнена оценка устойчивости склона и (при необходимости) расчеты оползневых давлений.

В рамках изысканий должны быть решены следующие задачи:

- оценка хозяйственного и экологического значения территории и перспективы ее использования;

- оценка современного состояния существующих зданий и сооружений, дорог и коммуникаций с учетом выявленных у них деформаций;

- сбор сведений о выполненных ранее противооползневых мероприятиях, существующих сооружениях инженерной защиты, их состоянии, необходимости и возможности их ремонта, реконструкции и т. д.

Расчеты устойчивости склонов и оползневых давлений должны выполняться с учетом требований СП 116.13330.

Границы области изысканий должны охватывать весь оползневой или оползнеопасный склон в целом, устойчивость которого может быть нарушена как в процессе производства строительных работ, так и эксплуатации защищаемого объекта. Границы должны

по возможности простирается от прибрежной полосы до подошвы, включая элементы рельефа, служащие базисом смещения – дно реки, оврага, балки, прибрежная часть морского дна, речная терраса и др.

Изыскания на отдельных локальных участках склона, являющихся частью более крупных оползневых систем, не могут служить обоснованием проекта противооползневых мероприятий, в том числе и свайных сооружений.

Изыскания следует выполнять в возможно короткие сроки, непосредственно перед началом проектных работ. В случае изменения природной обстановки в период между изыскательскими и проектными работами, должна быть проведена соответствующая корректировка материалов изысканий.

Объем и качество результатов изысканий и расчетов должны быть достаточны для определения основных геометрических и прочностных параметров удерживающих сооружений и их технической эффективности.

## **ЛЕКЦИЯ 2**

### ***СВАЙНО-АНКЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ***

Основной концепцией, заложенной в основу настоящего документа, является требование о проектировании с целью недопущения достижения предельного состояния сооружения в процессе эксплуатации. Такой подход реализуется при обеспечении полного соответствия с другими стандартами, руководящими документами и рекомендациями.

Проектирование свайно-анкерного сооружения является комбинацией конструкторской и геотехнической разработки. Практика проектирования свайно-анкерных сооружений должна основываться на основном расчете конструкции исходя из предельного состояния разрушения и проверочном расчете, предела эксплуатационной надежности.

При расчете свайно-анкерных сооружений некоторые из упомянутых предельных состояний могут быть оценены на основе общих подходов механики грунтов (например, оценка осадки). С другой стороны, воспринимаемые сооружением нагрузки способны привести к чрезмерной деформации элементов конструкции, а практика проектирования должна, в принципе, гарантировать обеспечение адекватного запаса применительно ко всем элементам свайно-анкерного сооружения.

В методическом документе изложены только самые общие положения и методические подходы, приемлемые для свайно-анкерных сооружений. Подробные инструкции для расчета и конструирования отдельных видов свайно-анкерных сооружений должны разрабатываться на основе детального изучения их свойств на лабораторных моделях и натуральных объектах.

## **Анкеры**

В качестве анкерных тяг допускается применять стержневую, прядевую и канатную арматуру, толстостенные трубы и специальные бурильные штанги. Рекомендуется использовать высокопрочные марки сталей, так как малый диаметр тяг обеспечивает лучшую экономию и адгезию с раствором при устройстве грунтового анкера.

Тяги буроинъекционных анкеров, которые при установке используются как буровой инструмент для бурения скважины, должны изготавливаться из высокопластичной стали с ударной вязкостью не менее 40 Дж при температуре  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Трубчатые буровые тяги должны производиться из бесшовных труб.

Материалы для устройства грунтовых анкеров должны отвечать следующим основным требованиям:

- для напрягаемых тяг анкеров рекомендуется применять марки стали, имеющие выраженную площадку текучести и обладающие достаточной коррозионной стойкостью; при этом предел текучести не должен превышать  $600 \text{ Н/мм}^2$ ;

- цемент для раствора следует выбирать в зависимости от вида пород, в которые забурируется анкер и их трещиноватости (пористости), устойчивости его в агрессивной среде, а также от срока схватывания и твердения;

- при неагрессивных грунтовых водах рекомендуется применять портландцементы марки не ниже М400;

- при сульфатной агрессии грунтовых вод рекомендуется применять сульфатостойкий и пуццолановый портландцемент;

- в инъецируемый раствор рекомендуется добавлять пластифицирующие добавки, не ухудшающие свойства раствора.

Рекомендации по приготовлению инъецируемых растворов должны содержать, как минимум, следующие требования:

- по консистенции раствора;
- по классу по морозостойкости;
- по защите арматуры от коррозии;
- по величине усадки;

- по прочности раствора при сжатии в 7-суточном возрасте не менее  $200 \text{ кгс/см}^2$ , а в 28-суточном - не менее  $300 \text{ кгс/см}^2$ .

Предельную крупность песка, его качество и зерновой состав допускается ставить в зависимость от диаметра скважины.

Свойства инъекционных смесей должны соответствовать требованиям [ГОСТ 10178-75](#). Вводимые воздухововлекающие и пластифицирующие добавки должны обеспечивать:

- минимально возможное водоцементное отношение;
- хорошую прокачиваемость с помощью используемых насосов;
- требуемую прочность и надежную связь цементного камня с металлом после твердения в грунте.

Вода для затворения смесей должна отвечать требованиям [ГОСТ 23732-2011](#). Для ускорения набора прочности раствором из инъецируемой смеси в слабо-фильтрующих глинистых грунтах и при производстве работ в зимнее время следует вводить добавки в соответствии с нормами.

В качестве альтернативы цементному раствору могут применяться полимеры и полимерные растворы при условии, что их пригодность к применению подтверждена сертификатом соответствия. Для проверки качества смеси, времени схватывания и характеристик

должны быть проведены лабораторные и полевые исследования.

## **Сваи**

Для устройства свай в свайно-анкерных сооружениях допускается применять все материалы, имеющие соответствующие сертификаты и предусмотренные действующими нормативами в области проектирования и строительства свайных фундаментов.

При устройстве постоянных сооружений из свай, изготавливаемых на месте, рекомендуется отдавать предпочтение железобетону, а из свай заводского изготовления - стальному прокату.

Применение забивных и вибропогружаемых свай допускается в случаях, когда проведение работ не ухудшает условий устойчивости склона (откоса) и обеспечивает плотное примыкание грунта к свае у поверхности земли.

Если для удержания стенок скважины от обрушения в процессе бурения используется суспензия из бетонита, глины или полимера, то для продольного армирования должна использоваться только ребристая сталь.

Поперечное армирование свай рекомендуется выполнять из арматуры того же класса, что и продольное.

## ЛЕКЦИЯ 3

### *АРМОГРУНТОВЫЕ СТЕНЫ*

Концепцией, заложенной в основу методического документа, является требование к проектированию с целью недопущения достижения предельного состояния сооружения в процессе эксплуатации. Такой подход реализуется при обеспечении полного соответствия с другими стандартами, руководящими документами и рекомендациями.

Проектирование армогрунтового сооружения является комбинацией конструкторской и геотехнической разработок. Практика проектирования армогрунтовых сооружений должна основываться на основном расчете конструкции исходя из предельного состояния разрушения и проверочном расчете исходя из предела эксплуатационной надежности.

При расчете армогрунтовых сооружений некоторые из упомянутых предельных состояний могут быть оценены на основе общих подходов механики грунтов (например, расчете осадки). Воспринимаемые сооружениям нагрузки способны привести к чрезмерной деформации армоэлементов, а практика проектирования должна гарантировать обеспечение адекватного запаса применительно ко всем элементам армогрунтового сооружения, включая также и армоэлементы. Это требует

использования специфических подходов и расчетных схем для разных типов армогрунтовых сооружений.

В методическом документе изложены только самые общие положения и методические подходы, приемлемые для всех видов армогрунтовых сооружений. Подробные инструкции для расчета и конструирования отдельных видов армогрунтовых сооружений должны разрабатываться на основе детального изучения их свойств на лабораторных моделях и натуральных объектах

### **Армоэлементы**

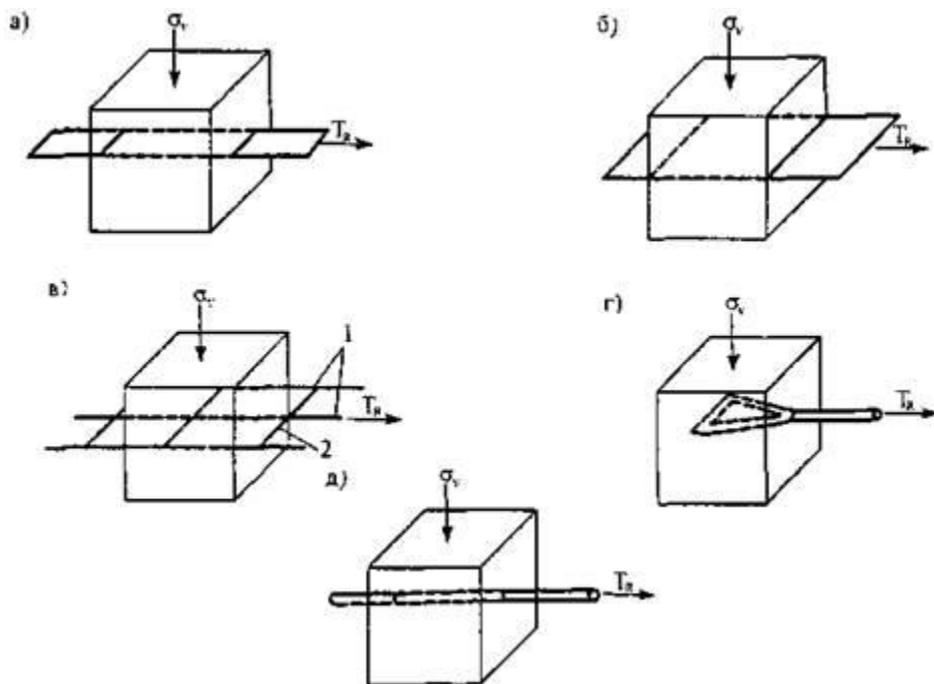
При строительстве армогрунтовых сооружений необходимо использовать армирующие элементы, выполненные из материалов, сохраняющих прочностные характеристики в условиях постоянного контактирования с грунтом. Арматура может иметь форму листов, сеток, решеток, лент (полос), стержней, и т.д., которые способны воспринимать растягивающие усилия и деформации, возникающие в засыпке. Механизм работы армоэлемента при армировании грунта в подпорных стенах и откосах показан на рисунке.



$\beta_s$  - угол наклона откоса к горизонту (больше чем угол внутреннего трения грунта);  $L_{aj}$ ,  $L_{ej}$  - единичный участок с арматурой соответственно в активной зоне и в зоне сопротивления

Рисунок 1 - Механизм армирования подпорных стен и откосов

Арматура также может быть комбинированной из сочетания различных материалов и их форм (листов и полос, сеток и полос или полосы и анкеров) в зависимости от потребностей (рисунок [2](#)).



а - лента; б - лист; в - сетка; г - анкер; д - стержень;  $T_R$  - суммарное растягивающее усилие;  $\sigma_v$  - вертикальное напряжение; 1 - продольные элементы; 2 - поперечные элементы

Рисунок 2 - Виды (а, б, в, г, д) армирующих элементов

В качестве армирующих элементов рекомендуется использовать полосы шириной от 50 до 100 мм и толщиной от 3 до 5 мм из металла, полимеров или пластика, усиленного стекловолокном. Они могут быть глад-

кими или имеющими шероховатость, образуемую ребрами или насечками для повышения трения (зацепления) между арматурой и засыпкой.

Георешетки должны быть, как правило, целыми, не имеющими механических повреждений и следов химических или термических повреждений. Как исключение, по согласованию с проектной организацией и производителем георешеток, допускается применять георешетки, имеющие не более 0,1 % дефектных связей в любом направлении, случайно распределенных по площади георешетки. Запрещается использовать георешетки, если дефекты сосредоточены в пределах локального участка стены.

Все армоэлементы должны быть изготовлены на заводе и доставлены к месту строительства в готовом для проведения монтажа виде.

Металлические компоненты, контактирующие с грунтом, должны быть выполнены из электролитически совместимого материала. В случаях, когда это не представляется возможным, между деталями из разных материалов необходимо размещать электрическую изоляцию с долговечностью, равной сроку службы сооружения.

## **Облицовка**

Для облицовки армогрунтовых сооружений рекомендуется использовать бетон, стальной лист, стальные сетки или решетки, древесину, а также любые комбинации этих материалов.

Допускается изготавливать облицовки из различных материалов в сборном или сборно-монолитном исполнении. Вид применяемого материала определяется проектной документацией в зависимости от физико-механических характеристик основания, размеров и формы сооружения, срока эксплуатации, интенсивности загрузки, а также от архитектурного решения.

## **ЛЕКЦИЯ 4**

### ***ГАБИОНЫ***

При проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений из габионных конструкций на автомобильных дорогах необходимо соблюдать требования СП 34.13330 и СП 116.13330.

Срок службы габионных конструкций зависит от типа проволоки, из которой они изготовлены и в среднем составляет:

- для проволоки с цинковым покрытием – 35 лет;
- для проволоки с гальфановым покрытием – 75 лет;
- для проволоки с металлическим антикоррозийным покрытием с дополнительной полимерной оболочкой – не менее 75 лет.

Разработка проекта и расчет сооружений из габионных конструкций выполняется с учетом уровня ответственности защищаемого участка автомобильной дороги, его конструктивных и эксплуатационных особенно-

стей, а также возможных изменений в окружающей среде в связи с постройкой данных сооружений.

Особенности габионных конструкций обуславливают их применение в качестве:

- подпорных стен;
- берегозащитных сооружений;
- противоэрозионных сооружений;
- водопропускных, водоотводных и очистных сооружений;
- противоселевых сооружений.

Также в случае необходимости допускается использовать габионные конструкции в качестве противообвальных и противолавинных сооружений. Проектирование данных видов сооружений ведется в соответствии с СП 116.13330.

Проект сооружений из габионных конструкций должен отвечать требованиям СП 34.13330 об охране окружающей среды и при необходимости включать разработку комплекса природоохранных мероприятий, предусматривающих не превышение допустимого уров-

ня антропогенного вмешательства в природную среду и гарантирующих предотвращение в ней негативных процессов.

Строительство сооружений из габионных конструкций должно соответствовать техническим условиям и указаниям по производству работ.

Для контроля работы сооружений из габионных конструкций в период их строительства и эксплуатации, а также в случае развития опасных геологических процессов на участке выполняется геотехнический мониторинг.

Габионные конструкции представляют собой объемные контейнеры (каркасы) из металлической проволочной крученой сетки с шестиугольными ячейками, наполненные каменным материалом. Габионные конструкции изготавливаются в соответствии с ГОСТ Р 52132 и по форме арматурных каркасов подразделяются на следующие типы: коробчатые, коробчатые с армирующей панелью, матрацно-тюфячные и цилиндрические.

Коробчатые габионные конструкции используются в основном для устройства подпорных стен различных видов или в качестве упоров в откосных сооружениях.

В коробчатых габионных конструкциях с армирующей панелью в качестве армирующего полотна используются металлические оцинкованные сетки двойного кручения, которые являются продолжением дна габиона. Изготовление армирующей панели в качестве отдельного элемента с последующим креплением к габиону не допускается.

## **ЛЕКЦИЯ 5**

### ***БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЯ***

Берегозащитные сооружения на участках автомобильных дорог, расположенных вдоль русел рек, предназначены для противодействия проявлению и развитию опасных природно-техногенных процессов и явлений от воздействия гидрологических и геологических факторов и сохранения устойчивости склонов и откосов земляного полотна и прилегающей к ним территории.

При проектировании, строительстве и эксплуатации берегозащитных сооружений на откосах и склонах автомобильных дорог, расположенных вдоль русел рек, необходимо соблюдать требования СП 34.13330.2012, СП 58.13330.2012 и СП 116.13330.2012, а также учитывать рекомендации настоящего методического документа.

Исходными данными для проектирования берегозащитных сооружений являются расчетно-прогнозные характеристики всех факторов природно-техногенных условий и воздействий, способных к проявлению в

направлении всего продольного положения этих сооружений в пределах зон постоянного и периодического затопления.

Разработка проекта берегозащитных сооружений выполняется в соответствии с учетом различных схем возможных деформаций склона или откоса земляного полотна, уровня ответственности защищаемого участка автомобильной дороги, его конструктивных и эксплуатационных особенностей, а также возможных изменений окружающей среды в связи с постройкой данных сооружений.

Проект берегозащитных сооружений должен отвечать требованиям СП 58.13330.2012 об охране окружающей среды и включать разработку комплекса природоохранных мероприятий, предусматривающих непревышение допустимого уровня антропогенного вмешательства в природную среду и гарантирующих предотвращение в ней негативных процессов.

Надежность берегозащитных сооружений должна подтверждаться расчетами, а в обоснованных случаях –

моделированием (математическим или гидравлическим) проектируемых сооружений.

При наличии на рассматриваемом участке автомобильной дороги других опасных геологических процессов (оползневых, обвальных и др.), защитные сооружения и мероприятия, предназначенные для их предотвращения, следует увязывать с берегозащитными сооружениями. При этом необходимо выполнять требования соответствующих разделов СП 116.13330.

При выполнении строительно-монтажных работ по возведению берегозащитных сооружений на откосах и склонах автомобильных дорог, проложенных вдоль русел рек, следует выполнять требования СНиП 3.07.01-85.

Для контроля работы берегозащитных сооружений в период их строительства и эксплуатации, а также развития опасных геологических процессов на участке в необходимых случаях выполняются стационарные наблюдения (мониторинг).

Проектирование берегозащитных сооружений необходимо производить на основе надежных исходных данных, получаемых при комплексных инженерных изысканиях, продолжительных наблюдениях и специальных исследованиях. Исходные материалы для разработки проекта берегозащитных сооружений должны включать в себя:

- сведения о границах защищаемого участка;
- сведения об исследуемом участке автомобильной дороги и инженерных сооружениях на нем, их текущем техническом состоянии;
- сведения о перспективах развития исследуемого участка дороги;
- материалы региональных исследований и инженерных изысканий, включая картографические материалы с планом трассы, продольные и поперечные профили земляного полотна, совмещенные с геологическими разрезами и нанесенными расчетными уровнями подземных, паводковых и меженных вод;

- данные по прогнозу последствий и потерь (социальных, экономических и экологических) от воздействия опасных гидрологических и геологических процессов на исследуемый участок дороги.

Исходные данные для проектирования берегозащитных сооружений должны быть основаны на обобщенной информации, охватывающей все виды изыскательских работ (инженерно-геодезических, инженерно-гидрометеорологических, инженерно-геологических, инженерно-геотехнических, инженерно-экологических), выполненных на исследуемом участке автомобильной дороги. Инженерные изыскания следует проводить по заданию проектной организации в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012, СП 11-102-97, СП 11-103-97, СП 11-104-97, СП 11-105-97 (части I÷VI).

Границы района изысканий устанавливаются по материалам рекогносцировочных обследований и уточняются при последующих инженерных изысканиях. Они

должны охватывать участок дороги, подлежащий защите, и сопредельные с ним участки.

По результатам геодезических изысканий составляются план участка русла реки в масштабе 1:500 или 1:1000 с указанием трассы автомобильной дороги и поперечные профили (морфостворы), местоположение которых устанавливается в характерных образованиях русла (перегибы меандр, побочни, осередки и пр.), а также в начале и конце участка строительства. Геодезическую съемку морфостворов рекомендуется выполнять с охватом обоих берегов русла и поймы в следующих масштабах: горизонтальный – 1:1000 (1:2000 для рек шириной более 500 м, включая пойму) и вертикальный – 1:100.

Для подбора наиболее эффективного типа берегозащитного сооружения для конкретного участка и правильного назначения его параметров необходимо выполнять подробные гидрологические исследования режима реки, результаты которых должны содержать следующие данные:

- длина и источники питания реки, площадь ее водосборного бассейна;
- ширина и глубина руслового потока, его уклон;
- характер берегов и тип руслового процесса на исследуемом участке реки, оценка характера глубинных и плановых деформаций русла и поймы;
- скорости течения, расход и отметки уровня реки в межень и в паводки, их повторяемость и обеспеченность;
- характеристика паводков, их интенсивность и продолжительность, границы затопления местности;
- данные о высоте, длине, периоде и обеспеченности ветровых волн;
- продолжительность ледоходов, а также данные о толщине и плотности ледяного покрова;
- наличие и характер карчехода (применительно к отдельным деревьям, их длине и диаметру).

Отметки уровня реки и скорости течения потока определяются по формулам гидравлики в зависимости

от расхода воды, живого сечения потока, гидравлического радиуса и коэффициентов шероховатости русла. Расчетные гидрологические характеристики определяются в соответствии с положениями СП 33-101-2003, а также по региональным зависимостям или методикам, разработанным для исследуемой территории.

Для установления планово-высотных границ укрепляемого участка автомобильной дороги с учетом его расположения на пойменно-русловых массивах и влияния на исходный гидравлично-гидрологический режим реки следует использовать наиболее типичные и нормативно обоснованные расчетные схемы возможных искривлений поверхности воды в стесненных и нестесненных условиях.

## **ЛЕКЦИЯ 6**

### ***ПРОТИВОСЕЛЕВЫЕ И ПРОТИВООБВАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ***

Противообвальные сооружения предназначены для обеспечения безопасной эксплуатации участков автомобильных дорог, подверженных воздействию скально-обвальным процессам.

При проектировании, строительстве и эксплуатации противообвальных сооружений на автомобильных дорогах необходимо соблюдать требования СП 34.13330 и СП 116.13330, а также учитывать рекомендации настоящего методического документа.

Исходным положением для проектирования противообвальных сооружений является выявление природных и техногенных факторов разрушающих воздействий, присутствующих или способных проявиться в период их эксплуатации на рассматриваемом участке автомобильной дороги.

Разработка проекта и расчет противообвальных сооружений выполняется с учетом уровня ответственности.

сти защищаемого участка автомобильной дороги, его конструктивных и эксплуатационных особенностей, а также возможных изменений в окружающей среде в связи с их постройкой.

При проектировании противообвальных сооружений необходимо учитывать деформации откоса (склона) по механизму смещения, масштабность проявления, цикличность и причины развития скально-обвальных процессов, конкретные инженерно-геологические условия и прогноз их изменения в период строительства и эксплуатации объекта.

При незначительных объемах скально-обвальных процессов (до нескольких тысяч кубических метров), обеспечение надежности и безопасной эксплуатации объектов дорожного хозяйства возможно средствами активной и пассивной противообвальной защиты, которые могут применяться как самостоятельно, так и совместно, в едином комплексе.

На участках возникновения крупных скально-обвальных процессов (в объемах, превышающих десят-

ки тысяч кубических метров), целесообразно осуществлять вынос объектов из зоны вероятного воздействия обвалов, предусматривать устройство обходов открытой трассой (в том числе эстакадами) или в тоннелях.

При проектировании противообвальных сооружений и мероприятий следует рассматривать различные варианты проектных решений с целью выбора наиболее оптимального по уровню защиты, надежности, технологии строительства и экономичности.

Выбор оптимальных проектных решений должен сопровождаться соответствующим технико-экономическим обоснованием, при разработке которого следует учитывать степень целесообразности и эффективности различных вариантов. Технические и технологические решения конкретного варианта должны содержать оценки экономического, социального и экологического эффектов при его осуществлении.

При наличии на обвалоопасном участке автомобильной дороги других опасных геологических процессов (оползневых, селевых, лавинных и др.), мероприя-

тия, предназначенные для их локализации, следует увязывать с противообвальными сооружениями.

При назначении средств противообвальной защиты рекомендуется применять конструкции заводского изготовления, а также конструкции, при возведении которых обеспечивается механизация производства работ. Размеры конструкций следует назначать исходя из принципов модульности и унификации элементов, а также максимального использования грузоподъемности транспортных средств и кранового оборудования. В проектах производства работ и организации строительства следует предусматривать предмонтажную подготовку и крупноузловую сборку конструктивных элементов.

Проект противообвальных сооружений должен отвечать требованиям СП 34.13330 об охране окружающей среды и при необходимости включать разработку комплекса природоохранных мероприятий, предусматривающих не превышение допустимого уровня антропогенного вмешательства в природную среду и гаранти-

рующих предотвращение развития в ней негативных процессов.

Для контроля работы противообвальных сооружений в период их строительства и эксплуатации выполняются геотехнический мониторинг и профилактические работы.

Целью реализации противоселевых мероприятий является обеспечение сохранности и безопасной эксплуатации автомобильных дорог, расположенных на селеопасных территориях.

Техническая целесообразность проведения тех или иных видов противоселевых мероприятий в условиях конкретного селевого бассейна, устанавливается на основе материалов инженерных изысканий, включающих данные об основных характеристиках селевых потоков.

При проектировании, строительстве и эксплуатации противоселевых сооружений на автомобильных дорогах необходимо соблюдать требования СП 34.13330 и СП 116.13330.

При проектировании противоселевых защитных сооружений должны разрабатываться варианты комплексов этих сооружений с целью выбора оптимального из них по эффективности, надежности, технологии выполнения и экономичности. При этом основные положения проекта должны быть увязаны со схемами развития водоснабжения, охраны водных ресурсов и т. д. Также, выбор противоселевых сооружений и мероприятий следует осуществлять с учетом прогноза взаимодействия комплекса с окружающей природно-хозяйственной средой и обеспечения наилучших условий его содержания в процессе строительства и эксплуатации.

При проектировании противоселевых защитных сооружений необходимо рассматривать возможность снижения вероятности возникновения селевых потоков и их объектов путем выполнения в бассейне дополнительных селезащитных мероприятий:

- лесомелиоративных;
- мелиоративно-технических;

- организационно-хозяйственных.

Лесомелиоративные мероприятия являются долгосрочными противоселевыми мерами. Предназначены для предотвращения эрозионных процессов, регулирования поверхностного стока, защиты территории от заносов рыхлообломочным материалом и т. д. К лесомелиоративным мероприятиям относят сплошное или частичное облесение горных склонов и искусственных террас, русловое лесоразведение, посевы многолетней травянистой растительности и т. д.

Мелиоративно-технические противоселевые мероприятия применяются с целью устранения или ослабления отдельных естественных факторов селеобразования: предотвращения прорыва ледниковых или завальных озер, регулирования паводков. Наиболее распространёнными мероприятиями этого типа являются склоноукрепляющие террасы, террасы-каналы, нагорные и водобросные канавы (ливнезадерживающие и стокоотводящие), подпорные стены, дренажных устройств и др.

Организационно-хозяйственные противоселевые мероприятия проводятся с целью минимизации воздействия антропогенных факторов селеобразования. К ним относятся: защита от пожаров, ограничение или запрет вырубki лесных массивов, регулирование выпаса скота. А также выполнение противоэрозионных мероприятий при дорожном и других видах строительства, расчистка лотков и канав, поддержание в эксплуатационной пригодности и своевременный ремонт существующих противоселевых сооружений и др.

Строительство противоселевых сооружений должно соответствовать техническим условиям и указаниям по производству работ.

Строительные материалы для противоселевых сооружений и их элементов должны удовлетворять требованиям государственных стандартов и технических условий на эти материалы, а выбор их необходимо производить согласно требованиям глав СП по проектированию: бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений СП 41.13333; плотин из

грунтовых материалов СП 39.13330; каменных и армокаменных конструкций СП 15.13330, стальных конструкций СП 16.13330.

Для контроля работы сооружений противоселевых конструкций в период их строительства и эксплуатации, а также в случае развития опасных геологических процессов на участке выполняется мониторинг.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Федеральный закон № 384–ФЗ от 30.12.2009 г. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений
- [2] ВСН 03–76 Инструкция по определению расчетных характеристик дождевых селей - Гидрометеопиздат, 1976
- [3] СП 11–105–97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть V. Правила производства работ в районах с особыми природно-техногенными условиями. Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 54 с.
- [4] СНиП 3.07.01–85 Гидротехнические сооружения речные. Госстрой СССР. – М.: Гидропроект им. С.Я. Жука, Гидроспецпроект Минэнерго СССР, 1985. – 30 с.
- [5] СП 11–105–97 Часть I Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ. Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 1997. – 81 с.
- [6] СП 33–101–2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Госстрой России. – М.: ГГО им. А.И. Воейкова Росгидромета, Институт водных проблем АН СССР, ПНИИИС, РГГМУ, 2003. – 73 с.
- [7] СП 11–105–97 часть II Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опас-

ных геологических и инженерно-геологических процессов. Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2000. – 100 с.

[8] СП 11–105–97 Часть III Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов. Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2000. – 80 с.

[9] СП 11–103–97 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. Госстрой России. – М.: ПНИИС Госстроя России, АО Гипроречтранс, Институт Гидропроект им. С.Я. Жука, Институт Энергосетьпроект Минэнерго СССР, МосЦТИСИЗ, НПЦ Ингеодин, ТОО ЛенТИСИЗ, 1997. – 34 с.

[10] П–814–84 Рекомендации по проектированию противоселевых защитных сооружений. Министерство энергетики и электрофикации СССР. – М.: Гидропроект, 1985. – 111 с.

[11] СП 11–105–97 Часть IV Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 1999. – 62 с.

[12] СП 32–102–95 Сооружения мостовых переходов и подтопляемых насыпей. Методы расчета местных размывов. Государственная корпорация Трансстрой. – М.: АО ЦНИИС, 1995. – 42 с.

[13] СНиП 12–03–2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. Госстрой

России. – М.: ФГУ ЦОТС, Аналитический информационный центр Стройтрудбезопасность, 2001. – 48 с.

[14] СНиП 12–04–2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. Госстрой России. – М.: ФГУ Центр охраны труда в строительстве Госстроя России, АИЦ Стройтрудбезопасность, ЦНИПЭИ организации, механизации и технической помощи строительству, 2002. – 35 с.