



Опыт проектирования селезащитных сооружений на объектах транспортной инфраструктуры в стесненных условиях

И.С. Богданов

ООО «ГЕОИЗОЛ Проект», Санкт-Петербург, Россия, ibogdanov@geoizol.ru

Аннотация. В статье рассмотрен опыт проектирования селезащитных сооружений на объектах транспортной инфраструктуры в стесненных условиях. Приведено описание, характеристики и преимущества применения гибких селеудерживающих барьеров, позволяющих разместить селезащитное сооружение строго в полосе отвода дороги. В качестве примера реализации данного инженерного решения в статье представлен проект защиты от селей для участка федеральной трассы Р-297 «Амур» Чита – Хабаровск, на 17 км которой в июле 2018 году сошел селевой поток шириной фронта 25 м.

Ключевые слова: *селезащита, селезащитные барьеры, гибкие селеудерживающие барьеры, селепропускные сооружения, селезащитные сооружения, защита от селей*

Ссылка для цитирования: Богданов И.С. Опыт проектирования селезащитных сооружений на объектах транспортной инфраструктуры в стесненных условиях. В сб.: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 6-й Международной конференции (Душанбе–Хорог, Таджикистан). Том 1. – Отв. ред. С.С. Черноморец, К.С. Висхаджиева. – Душанбе: ООО «Промоушн», 2020, с. 363–370.

Debris flow protection constructions design experience at the transport infrastructure facilities in dumped conditions

I.S. Bogdanov

GEOIZOL Project LLC, Saint Petersburg, Russia, ibogdanov@geoizol.ru

Abstract. The article reviews the experience of designing flexible debris flow barriers on the objects of transport infrastructure in constrained conditions. The article gives a description, characteristics, and application benefits of flexible debris flow barriers that allow placing barriers sharply within the right-of-way. As an example of the implementation of this engineering solution, the article presents the debris flow protection project for a 17 km section of P-129 Amur federal motorway, Chita – Khabarovsk. In June 2018, there was a mudslide 25 m wide there.

Key words: *debris flow protection constructions, debris flow barriers, flexible debris flow barriers, debris flow check canals, debris flow protection facilities, protection against debris flow*

Cite this article: Bogdanov I.S. Debris flow protection constructions design experience at the transport infrastructure facilities in dumped conditions. In: Chernomorets S.S., Viskhadzhieva K.S. (eds.) Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 6th International Conference (Dushanbe–Khorog, Tajikistan). Volume 1. Dushanbe: “Promotion” LLC, 2020, p. 363–370.

Сели – это опасные геологические процессы, которые несут угрозу разрушения не только населенным пунктам и хозяйственным объектам, но и транспортной инфраструктуре. Возникновение селей на автодорогах приводит к большим материальным потерям и социальным бедствиям из-за прерывания транспортного сообщения между населёнными пунктами на длительные сроки.

В последние годы значительно меняется география распространения селевых потоков, образование данных явлений наблюдается даже в тех регионах, где ранее их никогда не было. На активизацию селевых процессов напрямую влияет деятельность человека (особенно некомпенсируемая вырубка лесов), естественные природные процессы, климатические изменения последних лет.

Быстрое распространение проявлений селевой активности требует оперативных защитных мероприятий, которые в первую очередь нужно проводить для важных хозяйственных объектов и стратегических путей сообщения.

Проблема землеотвода

Эффективнее всего от селей может защитить комплекс мер, в число которых входят мероприятия, направленные на исключение факторов селеобразования (укрепление русел водотоков и массивов грунта, противоэрозионная защита); изменение направления селевых потоков (строительство направляющих дамб, пропускных сооружений, перенос защищаемых объектов); уменьшение объемов селевого потока (устройство гибких улавливающих барьеров и жестких преград.

Одной из сложностей создания селезащиты объектов транспортной инфраструктуры в рамках принятия оперативных мер по предупреждению чрезвычайной ситуации является стесненность площадок для размещения инженерных сооружений. Так, у автомобильной дороги, как правило, предусмотрена очень небольшая полоса отвода: трассы подчас проходят по территориям национальных парков, частных земель (садов, виноградников), в горной местности, где свободной земли не так много.

В то же время реализация традиционных решений инженерной защиты территории – дамб, селепропускных сооружений – требует большего пространства, чем примыкает к дороге. Среднестатистическая величина полосы отвода находится в пределах 10–15 м от края обочины. А, например, для пропуска селевого потока высотой 5 м и шириной 20 м потребуются выполнить селепропускное сооружение с высотой пролета не менее 8 м, шириной не менее 20–25 м, что с учетом необходимости сохранения уклонов селевого русла потребует создания подходящего участка длиной около 100 м.

Очевидно, что для реализации подобных решений нужно провести длительную процедуру землеотвода под размещение объекта селезащиты. Но если это частная территория, то на решение вопросов имущественно-правового характера могут уйти месяцы, если не годы.

Еще одна проблема при устройстве крупных селезащитных объектов, например, дамб связана с тем, что, исходя из опыта работы Группы компаний «ГЕОИЗОЛ», сметные расценки на проведение работ по отсыпке грунта не покрывают фактические затраты, которые несет подрядчик. Как правило, инфраструктурные объекты, которым требуется селезащита, значительно удалены от населенных пунктов, поэтому доставку строительных материалов и грунта приходится осуществлять с большим плечом, что удорожает реализацию проекта. Кроме этого, в силу удаленности объекта определенные затраты потребуются и на устройство строительного городка. В итоге общая стоимость реализации проекта окажется значительно выше расценок, заложенных в смете. Подрядчику не выгодно проводить подобные работы.

Выбор в пользу современных решений

Для защиты автодорог от селей в сжатые сроки в условиях ограниченной полосы отвода на помощь приходят современные инженерные решения, которые позволяют минимизировать площадь размещения объекта селезащиты [Богданов И.С., 2018].

Одним из наиболее эффективных способов является установка гибких селеудерживающих барьеров, состоящих из кольчужной сети, усиленной стальными канатами, в комбинации с энергопоглощающими устройствами и поддерживающими

стойками с оттяжками. Крепление селеудерживающих барьеров производится, как правило, с использованием грунтовых анкеров. Такие конструкции останавливают селевые потоки и удерживают твердую часть селя, предотвращая воздействие селевого потока на защищаемый объект.

Одно из важных преимуществ гибких селеудерживающих барьеров состоит в том, что для их установки требуется небольшая территория. Так, для размещения конструкции селеудерживающего барьера высотой 10 м достаточно выполнить свайное основание с ростверком шириной 3-4 м. Конструкция может быть закреплена без использования дополнительных оттяжек, она удерживается за счет специальных стоек, которые крепятся к свайному ростверку, при необходимости дополнительно закреплённым грунтовыми анкерами для снижения горизонтальных нагрузок на свайное основание. В тоже время конструкция, в силу своих размеров, одновременно является вандалозащищенной, так как для ее демонтажа нужна спецтехника.

Одной из ключевых особенностей гибких селезащитных барьеров является их способность выдерживать множественные воздействия стихии.

Противоселевые барьеры устанавливаются в русле предполагаемого схода селя, перекрывая его путь. Ключевое значение в обеспечении их работоспособности играет правильный расчет и качественная установка.

Конструкция гибкого селеудерживающего барьера состоит из следующих элементов (рис. 1):

- высокопрочной преграды (кольчужной сети или высокопрочной сети, усиленной канатами);
- опор/стоек и фундаментов, закрепляемых на склоне, в том числе оттяжками;
- энергопоглотителей.

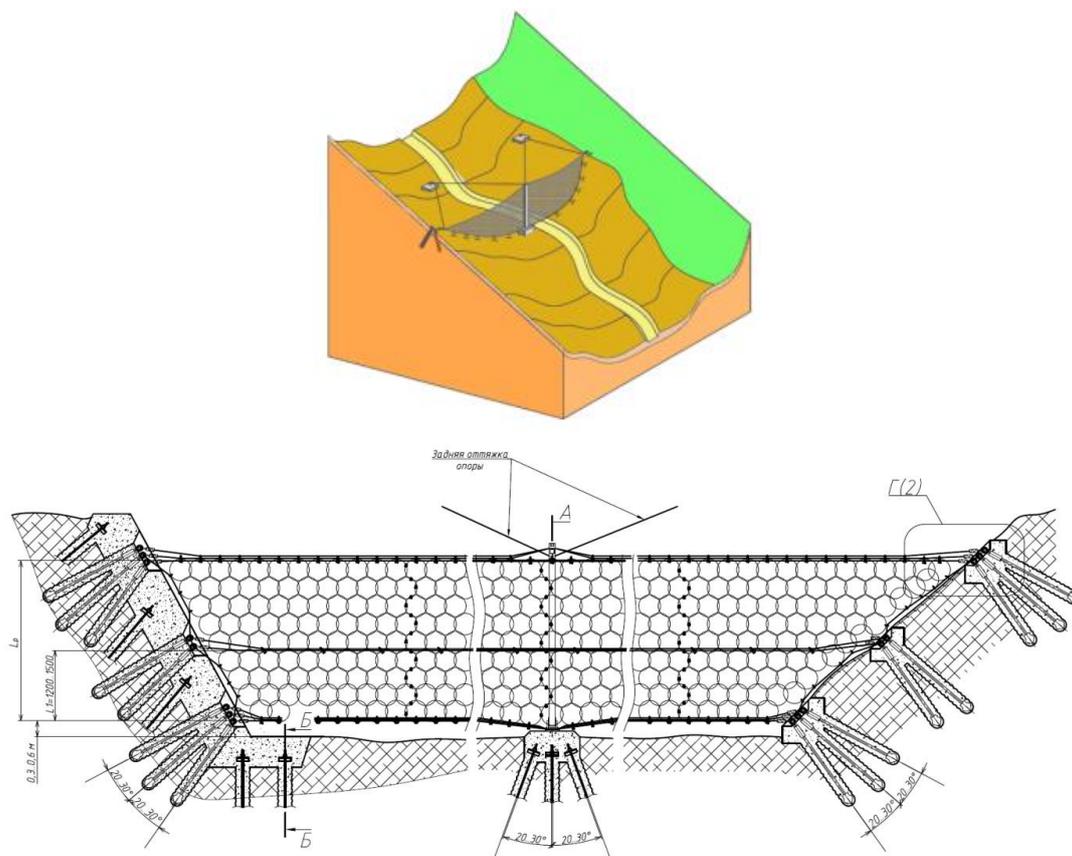


Рис. 1. Конструкция гибкого селеудерживающего барьера

Fig. 1. Scheme of the flexible debris flow protective barrier

Данная конструкция имеет ряд преимуществ:

- простота и скорость монтажа;
- экономичность;
- многоразовость использования (гибкие барьеры имеют амортизационные устройства для восприятия удара селей и со временем не теряют своих эксплуатационных свойств);
- экологичность (органично вписываются в существующий ландшафт, не перегружая и не изменяя его).

С одной стороны, стоимость конструкций гибких барьеров выше, чем устройство классических селеудерживающих сооружений, например, дамбы. Но, с другой стороны, учитывая эффективность гибких селезащитных барьеров, скорость их монтажа, а также минимальные затраты на эксплуатацию, данные конструкции в целом позволяют снизить расходы на устройство инженерной защиты транспортного объекта.

Конструкции гибких селезащитных барьеров изготавливаются на заказ на производстве строго в соответствии с проектом, на площадку доставляются в частично собранном виде. Одно из их преимуществ связано с быстрой и простой установкой. Для устройства гибких селезащитных барьеров требуются небольшие объемы товарного бетона и минимум специализированной техники – монтаж осуществляется небольшой бригадой квалифицированных рабочих с помощью автомобильного крана, а на особо труднодоступных площадках монтаж может быть произведен с использованием вертолета.

Несмотря на относительную новизну данных решений, технология гибких селезащитных барьеров уже показала свою эффективность и хорошо себя зарекомендовала на целом ряде российских объектов. Поэтому и в государственной экспертизе, и в специализированных дорожных экспертизах данные решения хорошо известны и не воспринимаются как ноу-хау.

В частности, гибкие селеудерживающие барьеры были применены Группой компаний «ГЕОИЗОЛ» при выполнении комплекса работ по инженерной защите объектов олимпийского Сочи в Красной Поляне в 2011-2014 гг. (лыжно-биатлонного стадиона «Лаура», бобслейной трассы, горнолыжного курорта «Альпика Сервис» и др.) (рис. 2) [СП 14.13330.2014].



Рис. 2. Примеры устройства гибких селеудерживающих барьеров, используемых для инженерной защиты горнолыжных объектов в Сочи

Fig. 2. Examples of flexible debris flow barriers used for engineering protection of ski facilities in Sochi

Поскольку все эти объекты находятся на территории национальных природных парков, при создании инженерной защиты территории [СП 116.13330.2012] важно было сохранить естественный рельеф, оказывая минимальные технологические воздействия на окружающую среду. На фото видно, что селеудерживающие барьеры хорошо вписаны в окружающий ландшафт (рис. 3).

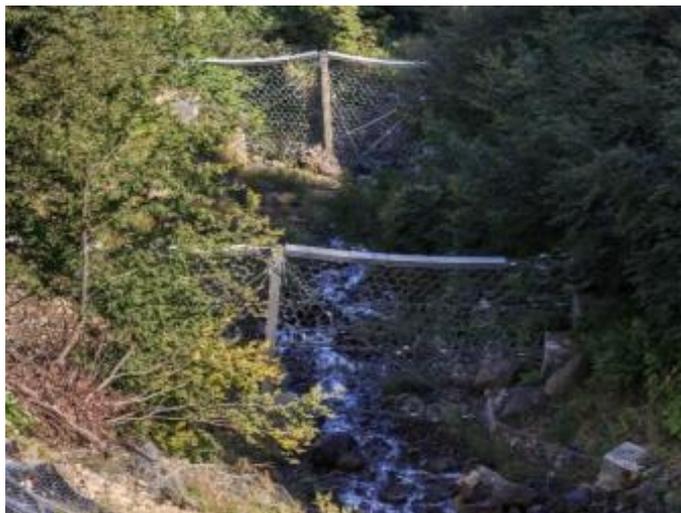


Рис. 3. Каскад из эксплуатируемых гибких селеудерживающих барьеров хорошо вписывается в ландшафт местности

Fig. 3. A cascade of operated flexible debris flow barriers fits well into the landscape

По прошествии времени можно говорить о том, что конструкции из гибких селеудерживающих барьеров показали свою надежность и эффективность в рамках эксплуатации. За период с 2014 г. в Красной Поляне были зафиксированы неоднократные селевые сходы. Но ни один гибкий защитный барьер не был поврежден. После схода селя требовалась лишь очистка сетки от задерживаемой массы (грунта, камней, корчехода), а также замена энергопоглотителей (тормозов-замедлителей), которые деформировались при ударе селевого потока. Стоимость замены энергопоглотителей составляет всего 1–2% от общей цены селезащитного барьера.

Проектирование селезащитных сооружений на участке автодороги «Амур» р-297

В качестве примера создания проекта селезащиты автодороги [СП 34.13330.2012] в стесненных условиях приведем федеральную трассу Р-297 «Амур» Чита – Хабаровск, на 17 км которой в июле 2018 году после выпадения большого количества осадков сошел селевой поток шириной фронта 25 м (рис. 4).



Рис. 4. Сход селевого потока на 17 км федеральной трассы Р-297 «Амур»

Fig. 4. Debris flow at 17th km of the R-297 “Amur” federal highway

Компания «ГЕОИЗОЛ Проект» разработала проект инженерной защиты для данного участка дороги строго в границах полосы отвода трассы.

Проект предусматривает устройство селезадерживающих сооружений, которые остановят и удержат селевой поток, исключая риск его вываливания на автомобильную трассу. По проекту установка селезадерживающего барьера производится на основание в виде угловой подпорной стены, усиленной грунтовыми анкерами. Проектной документацией предусмотрено для обеспечения устойчивости и уменьшения горизонтальных усилий, передаваемых на оголовки свай, выполнение одного ряда грунтовых анкеров GEOIZOL-MP (собственная разработка Группы компаний «ГЕОИЗОЛ») длиной 19,5 м, с шагом 2 м [ВСН 506-88]. На этом основании выполняется устройство индивидуально разработанного для данного проекта селеудерживающего барьера высотой 10 м.

Конструкция барьера состоит из жестких стоек и высокопрочной кольчужной сети, усиленной поперечными стальными канатами, которые крепятся к основанию через специальные устройства, гасящие энергию удара селевого потока (рис. 5, 6, 7).

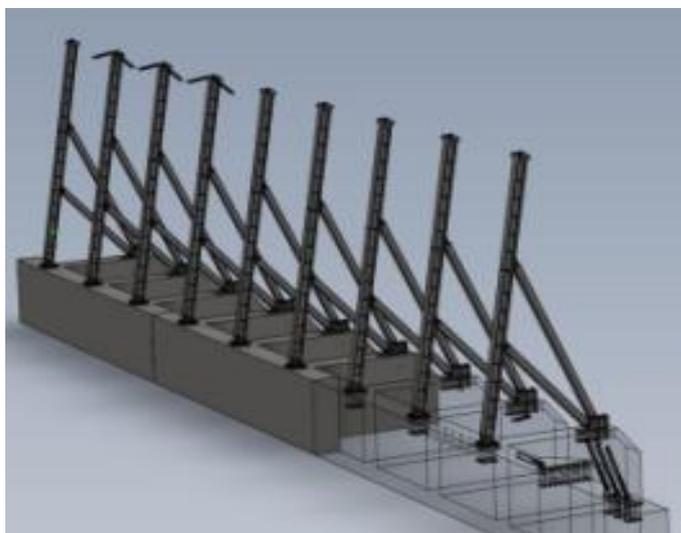


Рис. 5. 3D-модель селеудерживающего барьера

Figure: 5. 3D model of the debris flow protective barrier

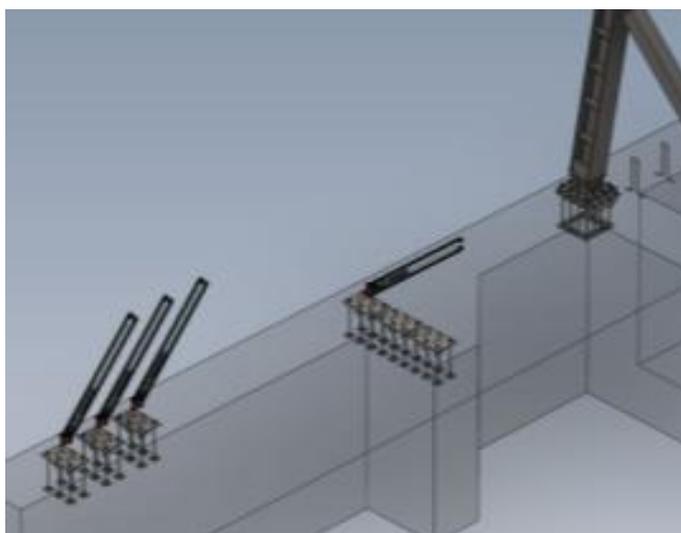


Рис. 6. Крепление стоек селеудерживающего барьера к основанию

Fig. 6. Fixing the debris flow protective barrier posts to the basement



Рис. 7. Общий вид расположения селеудерживающих барьеров на местности

Fig. 7. General view of the location of debris flow protective barriers on the ground

Среди плюсов такого технического решения: компактное размещение конструкции селеудерживающего барьера строго в полосе отвода дороги, выполнение работ без перекрытия трассы, наименьшие затраты на эксплуатацию и содержание объекта, отсутствие работ, потенциально активизирующих опасные природные процессы (оползни) и др.

При заполнении барьера селевым потоком вода под действием удерживаемой массы отжимается, и в барьере остается только твердый сток, что позволяет значительно уменьшить объемы работ по расчистке противоселевого барьера.

В качестве мероприятий по водоотведению разработано устройство искусственного русла вдоль подпорной стены для сброса воды в кювет автодороги. Русло запроектировано бетонным для возможности механической расчистки от селевых намывов и сезонных загрязнений.

Основные выводы

Компания «ГЕОИЗОЛ Проект» имеет большой опыт создания проектов инженерной защиты территорий и объектов, в том числе с использованием гибких селеудерживающих барьеров – экономически эффективная альтернатива традиционным железобетонным конструкциям.

Современные инженерные решения позволяют минимизировать площадь размещения объектов селезащиты, ограничиваясь строго зоной в полосе отвода дороги. В большинстве случаев достаточно свайного основания с ростверком шириной до 4 м.

Конструкции гибких селезащитных барьеров имеют преимущества, связанные с быстрой и простой установкой. Гибкие селеудерживающие барьеры рассчитаны на множественные воздействия стихии.

Список литературы

Богданов И.С. Инженерная защита территории. Комплексные проектные решения. // Сборник докладов международной научно-практической конференции «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений». 2018. С. 4-10.

- СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81* (актуализированного СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» (СП 14.13330.2011)) (с Изменением N 1).»
- СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003»
- ВСН 506-88 «Проектирование и устройство грунтовых анкеров». – М: 1989
- СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (с Изменениями N 1, 2)