

Татьяна Григорьева

Руководитель направления «Инженерная защита от камнепадов, лавин и селей» ООО «Габियोны Маккаферри СНГ»

Инженерная защита от снежных лавин

Типы и особенности снегоудерживающих конструкций

Аннотация

В статье приводится обзор основных типов защиты от лавин. Дается описание жестких снегоудерживающих конструкций (снегоудерживающие щиты, снегоудерживающие изгороди) и гибких снегоудерживающих конструкций (снегоудерживающие барьеры, снегоудерживающие зонтики). Даются основные технические характеристики различных видов защитных конструкций. Рассматривается проблематика оптимального использования сырья и материалов. Приводится описание оптимального, с точки зрения автора, решения для фиксации снежных масс в зонах зарождения лавин.

Ключевые слова:

снегоудерживающие конструкции, снегоудерживающие щиты, снегоудерживающие изгороди, снегоудерживающие барьеры, снегоудерживающие зонтики, ветрорегулирующие конструкции

В России существует множество территорий, где совокупность климатических и топографических особенностей способствует формированию таких опасных и неблагоприятных природных явлений, как снежные лавины [1], поэтому объекты инфраструктуры — населенные пункты, горнолыжные курорты, автомобильные и железные дороги — зачастую становятся уязвимы. В связи с этим возникает необходимость устройства защитных систем

Существуют различные системы защиты от лавин, которые делятся на три основных типа [2]: профилактические (искусственный спуск, прогноз, районирование), лавинозащитные (сооружения, защищающие инфраструктуру от пришедшего в движение снега) и лавинопредотвращающие (предназначенные для закрепления снежных масс на склоне и предотвращения схода лавины как такового).

Лавинопредотвращающие сооружения являются наиболее стабильным и эффектив-

ным типом защиты, поскольку препятствуют возникновению условий для начала движения снежных масс вниз по склону, а следовательно, схождения лавины не происходит. Важно выбрать правильное место для установки этого типа сооружений — это должны быть только зоны зарождения лавин, где могут возникать первые подвижки снежных масс вниз по склону. В России существует обобщенное название таких сооружений — снегоудерживающие заборы [3]. Однако в Европе и США более детально

классифицируют такие конструкции и имеют обширный опыт их применения [4]. Рассмотрим подробнее разновидности следующих конструкций (рис. 1):

- жесткие конструкции (снегоудерживающие щиты, снегоудерживающие изгороди)
 - гибкие конструкции (снегоудерживающие барьеры, снегоудерживающие зонтики)
- Ветрорегулирующие конструкции (ветровые перегородки, выдувающие щиты, дюзы, кольктафели) также входят в группу лавинопредотвращающих сооружений [3], однако

являются менее стабильной защитой, редко используются самостоятельно и в данной статье не рассматриваются.

Снегоудерживающие щиты (Snow bridge) представляют собой металлическую конструкцию с горизонтальными перекладинами в качестве удерживающей панели, стойками и опорами вниз по склону, как правило на бетонном фундаменте [4]. Данная конструкция рассчитана на установку в зонах зарождения лавин с мощным снежным покровом высотой до 4,5 м и довольно проста в монтаже наземной

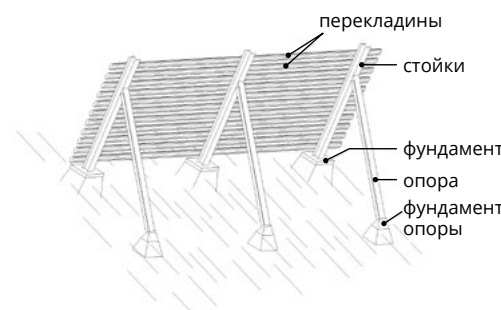
части. Щиты имеют также и ряд недостатков: довольно большой вес (до 200 кг/п.м), из-за чего требуется более мощный фундамент по сравнению с менее тяжелыми конструкциями, кроме того, они резко выделяются на фоне естественного ландшафта.

Снегоудерживающие изгороди (Snow rake) — конструкции, выполненные из древесины с вертикальными перекладинами в качестве удерживающей панели, стойками и опорами вниз по склону [4]. За счет материала данный тип сооружения является

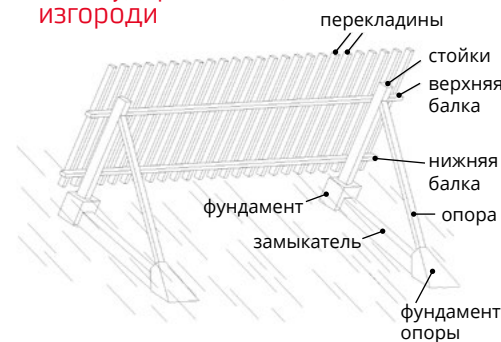
Снегоудерживающие конструкции

ЖЕСТКИЕ КОНСТРУКЦИИ

Снегоудерживающие щиты

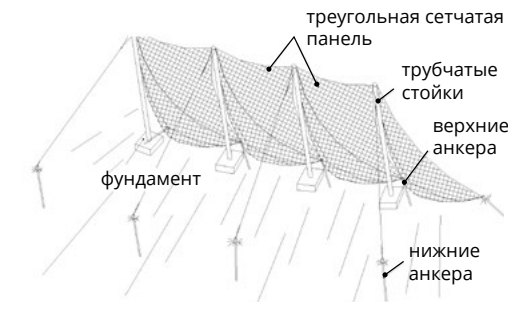


Снегоудерживающие изгороди



ГИБКИЕ КОНСТРУКЦИИ

Снегоудерживающие барьеры



Снегоудерживающие зонтики

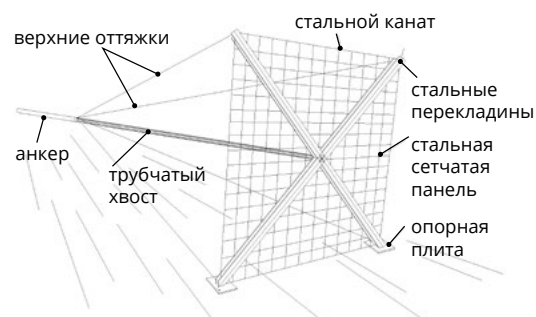


Рис.1. Типы снегоудерживающих конструкций

довольно востребованным и экономически выгодным, поскольку может быть изготовлен в месте (в случае, если в районе применения произрастают леса). Однако такая конструкция имеет ряд недостатков: сложности соединения фундамента и наземной части, недолговечность, большое влияние на эстетический вид склона.

Снегоудерживающие барьеры (Snow net) представляют собой стальные гибкие конструкции, обеспечивающие непрерывное длительное сопротивление статическим нагрузкам, обусловленным давлением снежных масс на удерживающее полотно [4]. Данный тип является наиболее легким и меньше всего оказывает эстетическое влияние на ландшафт по сравнению с другими конструкциями. В связи с тем что данная конструкция имеет шарнирное соединение стоек с фундаментом, она может легко реагировать на изменение нагрузок в течение всего снежного периода, хорошо адаптируется к морфологии склона и способна выдерживать редкие динамические нагрузки (падение каменных обломков и ледяных глыб). Единственным недостатком таких конструкций по сравнению с другими типами может быть сложность монтажа наземной части.

Снегоудерживающие зонтики (Snow umbrella) — конструкции, состоящие из сталь-

ных элементов и имеющие шарнирное соединение крестообразной удерживающей панели с «хвостом». Главное преимущество такой конструкции заключается в простоте монтажа как наземной части, так и фундамента, однако их вес — около 100 кг/п.м, а общая гибкость значительно уступает снегоудерживающим барьерам, несмотря на то что

очень мощные и прочные барьеры, но многие проектировщики забывают, что принцип работы снегоудерживающих барьеров значительно отличается от принципа работы камне- и селеулавливающих, которые часто называют динамическими (т.е. предназначенными для сопротивления динамическим нагрузкам — периодическим сильным ударам

Использование тяжелых материалов может даже навредить, ведь чем тяжелее конструкция, тем дороже и сложнее производство строительно-монтажных работ

их характеристики схожи. К недостаткам можно отнести отсутствие одобрения Швейцарским институтом снега и лавин в Давосе (в то время как описанные выше типы были одобрены). Однако многие специалисты считают, что это дело времени, поскольку конструкция новая.

Несколько слов хочется сказать о других типах снегоудерживающих конструкций, которые в последние годы, к сожалению, приобрели популярность в России, — сетчатые барьеры на основе кольчужных сетей. Данный тип копирует конструкционные особенности динамических барьеров (камне- и селеулавливающих). Это

обломков и грязекаменных потоков). Весь спектр сооружений под названием «снегоудерживающие конструкции» (щиты, изгороди, барьеры, зонтики) не рассчитан на постоянные динамические нагрузки, они изначально разработаны для сопротивления непрерывным статическим нагрузкам (должны быть способны удерживать снежные массы на склоне в течение всего снежного периода). Это отличие весьма существенно, а следовательно, и конструкционные особенности таких сооружений принципиально отличаются от конструкционных особенностей динамических барьеров.

Характеристики снегоудерживающих конструкций

Тип снегоудерживающего сооружения	Жесткость	Материал	Вес, кг/п.м	Высота снежного покрова	Динамические нагрузки	Визуальное воздействие на ландшафт	Монтаж наземной части/ фундамента
Щит	Жесткий	Сталь	≈200	До 4,5 м	Не выдерживает	Высокое	Простой/сложный
Изгородь	Жесткий	Дерево	≈100	До 4,0 м	Не выдерживает	Высокое	Простой/сложный
Барьер	Гибкий	Сталь	≈70	До 4,3 м	Выдерживает	Низкое	Сложный/простой
Зонтик	Гибкий	Сталь	≈100	До 4,0 м	Выдерживает	Низкое	Простой/простой

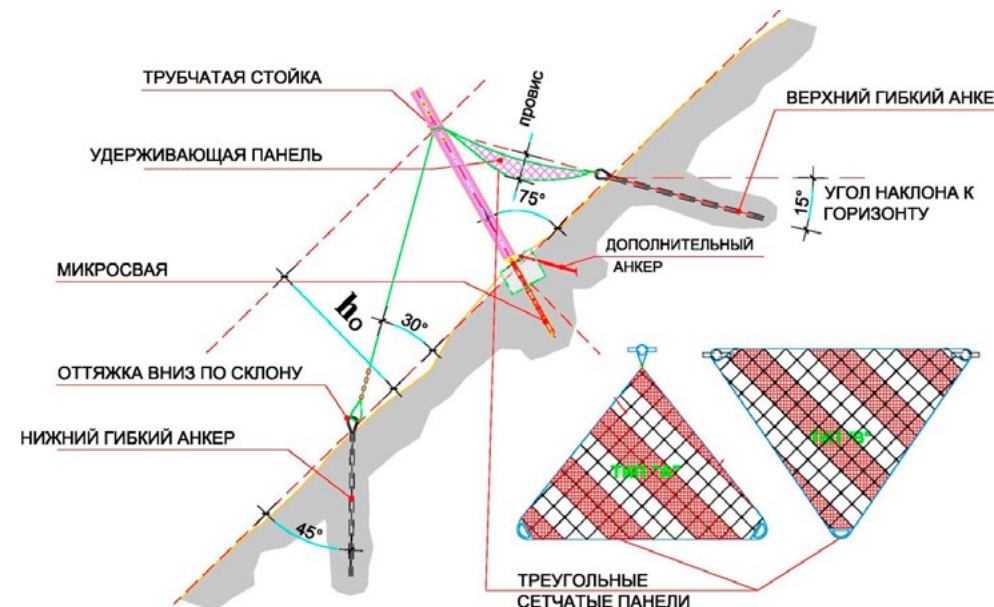


Рис. 2. Типовой разрез и основные компоненты снегоудерживающего барьера

Следует также заметить, что существует такое понятие, как *оптимальное использование сырья и материалов*. Если рассмотреть использование кольчужной сетки в качестве удерживающей панели для барьеров, то сразу станет понятно, что использование этого тяжелого и прочного материала в зоне зарождения лавины, где отсутствуют сильные динамические нагрузки, не оправдано. Наоборот, использование тяжелых материалов в данном случае может даже навредить, ведь чем тяжелее конструкция, тем дороже и сложнее производство строительно-монтажных работ. Также не стоит забывать и об общем усложнении (и удорожании) фундамента основания.

Кроме того, как уже отмечалось выше, снегоудерживающие конструкции с кольчужной сеткой до сих пор не были одобрены Швейцарским институтом снега и лавин в Давосе и не попали ни в одно авторитетное руководство по проектированию такого

В Европе конструкции с кольчужной сеткой применяются только по назначению (для камне- и селезащиты), в то время как в России и странах СНГ почему-то до сих пор имеют спрос в качестве снегоудерживающих



Снегоудерживающий барьер



Рис. 3. Ряды гибких снегоудерживающих барьеров STR-OM в Альпах

рода сооружений. В Европе данный тип применяется только по назначению (для камне- и селезащиты), в то время как в России и странах СНГ такие конструкции почему-то до сих пор имеют спрос в качестве снегоудерживающих. Скорее всего, это связано с элементарной непросвещенностью в данном вопросе.

По мнению специалистов компании «Маккаферри», оптимальным решением для фик-

тип выпускается в России под маркой «Снегоудерживающие барьеры ОМ-СУБ (СТР-ОМ)». Они состоят из следующих элементов (рис. 2):

- удерживающее полотно (стальное сетчато-канатное полотно в виде треугольных панелей)
- несущая конструкция (стальные трубчатые кронштейны — стойки)
- система креплений (в виде стальных тросов, распреде-

соответствовать показателю h_0 [5] (в Европе — D_k [4]) (рис. 2). Этот параметр равен максимальной высоте снежного покрова на данном участке горного склона (в частности, в местах зарождения лавин). В зависимости от конфигурации зоны зарождения лавины барьеры могут устанавливаться рядами (рис. 3).

Описанные снегоудерживающие барьеры имеют широкое применение в Европе и Америке, хорошо себя зарекомендовали как надежная защита от лавин. В России эти системы впервые введены в качестве инженерной защиты объектов Южно-Уральской железной дороги в 2014 году (рис. 4). Барьеры этой серии успешно прошли сертификацию Швейцарским институтом снега и лавин в Давосе и имеют российские сертификаты в системе ГОСТ Р, а также Техническое свидетельство Минстроя России. С начала 2014 года данные конструкции производятся в России на заводе MACCAFERRI (г. Курган). Модельный ряд: 2,5/3,0/3,5/4,0 м

ленных таким образом, чтобы передавать напряжение от удерживающего полотна и несущей конструкции к основанию)

- анкерная система (передает на грунт напряжение от всех элементов конструкции)

Высота барьера должна

высотой; ко всем моделям подбирается один из четырех типов фундамента (скальные, выветрелые скальные, рыхлые, вечномерзлые и склонные к оползневым процессам грунты). Поставка барьеров сопровождается инструкциями по монтажу и эксплуатации (по договоренности может включать шеф-монтаж с выездом специалиста на объект).

Компания «Маккаферри» также может рекомендовать и поставлять на объекты России и СНГ снегоудерживающие зонтики Erdox snow итальянского производства. Данный тип конструкции имеет преимущество, если существует первоочередная необходимость в простоте монтажа (рис. 5).

Подводя итог, можно отметить, что наиболее эффективным, экономически оправданным и удобным типом лавинопредотвращающих сооружений являются гибкие конструкции, такие как снегоудерживающие барьеры и снегоудерживающие зонтики, которые могут взаимодополнять друг друга. ■



Рис. 4. Снегоудерживающие барьеры ОМ-СУБ (СТР-ОМ) вдоль Южно-Уральской железной дороги (Россия, Оренбургская область)

Список литературы:

1. География лавин/ Под ред. С. М. Мягкова, Л. А. Канаева, М.: Изд-во МГУ, 1992. 334 с.
2. СНиП 22-02-2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. М.: Росстрой, 2004.
3. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов и технике безопасности на лавиноопасных участках железных дорог. М.: Изд-во ОАО РЖД, 2009. 64 с.
4. Defense structures in avalanche starting zones (technical guideline as an aid to enforcement). WSL Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research SLF (Davos). Bern, 2007. 134 p.
5. ВСН 02-73. Указания по расчету снеговалавных нагрузок при проектировании сооружений. М.: Московское отделение Гидрометиздата, 1973.

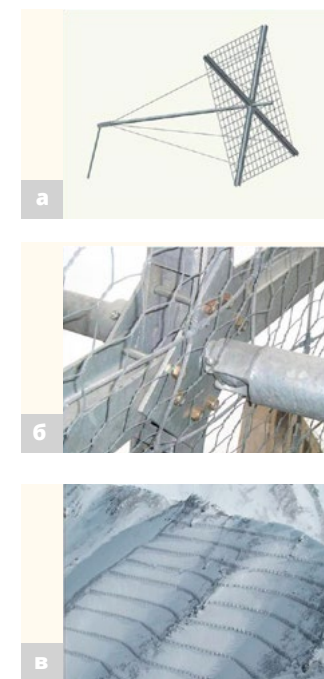


Рис. 5. Снегоудерживающие зонтики Erdox snow: а) схема строения зонтика; б) шарнирное соединение удерживающей панели с «хвостом»; в) ряды зонтиков в зоне зарождения лавин

Более 15 лет назад инженерами компании на базе натурных испытаний в Альпах были разработаны удерживающие конструкции

сации снежных масс в зонах зарождения лавин выступают гибкие снегоудерживающие барьеры. По этой причине более 15 лет назад инженерами компании на базе натурных испытаний в Альпах были разработаны такие удерживающие конструкции. В настоящее время данный