

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОТ СНЕЖНЫХ ЛАВИН. ТИПЫ И ОСОБЕННОСТИ СНЕГОУДЕРЖИВАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ



В России расположено множество территорий, где совокупность климатических и топографических особенностей благоприятно сказывается на формировании таких опасных природных явлений как снежные лавины, поэтому местные объекты инфраструктуры (населенные пункты, горнолыжные курорты, автомобильные и железные дороги) зачастую становятся уязвимыми перед ними. В связи с этим возникает необходимость устройства защитных систем.

Существуют три основных типа таких систем:

- профилактические (искусственный спуск, прогноз, районирование);
- лавинозащитные (защищают инфраструктуру от пришедшего в движение снега);
- лавинопредотвращающие (предназначены для закрепления снежных масс на склоне).

Последние являются наиболее стабильным и эффективным типом защиты. Важно выбрать правильное место для их установки: это могут быть только зоны зарождения лавин, где есть вероятность возникновения первых подвижек снежных масс вниз по склону. В России принято обобщенное название таких сооружений — снегоудерживающие заборы. Однако в Европе и США существует подробная классификация данных конструкций, имеющих обширный опыт применения. Рассмотрим их разновидности (рис. 1):

- жесткие конструкции (снегоудерживающие щиты и изгороди);
- гибкие конструкции (снегоудерживающие барьеры и зонтики).

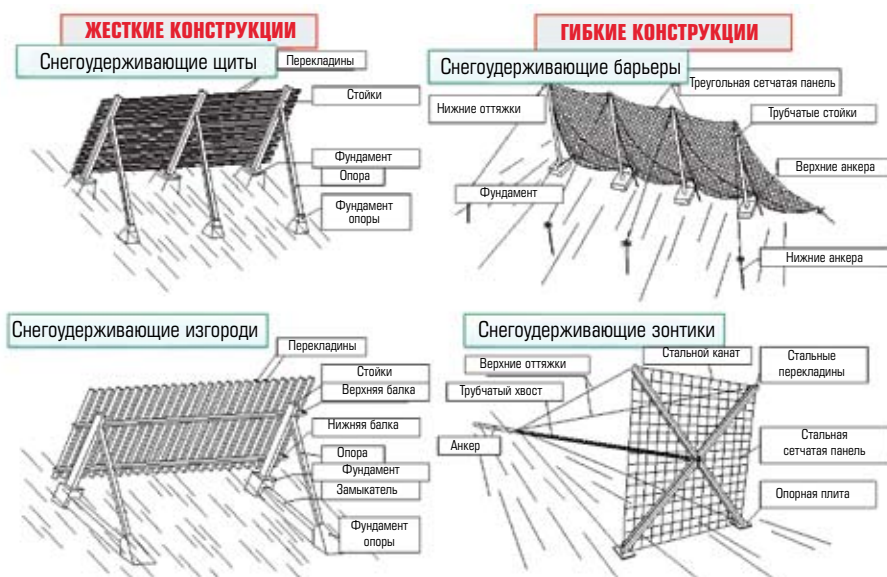


Рис. 1. Типы снегоудерживающих конструкций

Ветрорегулирующие конструкции (ветровые перегородки, выдувающие щиты, дюзы, кольктафели) также входят в группу лавинопредотвращающих сооружений, однако являются менее стабильной защитой, редко используются самостоятельно, поэтому не рассматриваются в данной статье.

Снегоудерживающие щиты (Snow bridge) представляют собой металлические конструкции (с горизонтальными перекладинами в качестве удерживающей панели, стойками и опорами вниз по склону), расположенные, как правило, на бетонном фундаменте. Устанавливаются в зонах зарождения

лавин с мощным снежным покровом высотой до 4,5м. Отличаются простотой монтажа наземной части. Имеют и ряд недостатков: довольно много весят — до 200 кг/п.м (за счет чего требуется более мощный фундамент по сравнению с менее тяжелыми конструкциями), а также сильно выделяются на фоне естественного ландшафта.

Снегоудерживающие изгороди (Snow rake) — деревянные конструкции с вертикальными перекладинами в качестве удерживающей панели, стойками и опорами вниз по склону. За счет материала являются довольно востребованными и экономически выгодными, поскольку могут быть изготовлены на месте (в случае, если в районе применения произрастают леса). Недостатки: сложности соединения фундамента и наземной части, недолговечность, большое влияние на эстетический вид склона.

Снегоудерживающие барьеры (Snow net) являются стальными гибкими конструкциями, обеспечивающими непрерывное длительное сопротивление статическим нагрузкам (давлению снежных масс на удерживающее полотно). Это наиболее легкие сооружения также оказывают наименьшее эстетическое влияние на ландшафт (по сравнению с другими конструкциями). Наличие шарнирных соединений стоек с фундаментом позволяет конструкции легко реагировать на изменение нагрузок в течение всего снежного периода, хорошо адаптироваться к морфологии склона и выдерживать редкие динамические нагрузки (падение каменных обломков и ледяных глыб). К единственному недостатку следует отнести сравнительную сложность монтажа наземной части.

Снегоудерживающие зонтики (Snow umbrella) представляют собой конструкции из стальных элементов, имеющие шарнирное соединение крестообразной удерживающей панели с «хвостом». Главное преимущество заключается в простоте монтажа как наземной части, так и фундамента. Однако их вес (около 100 кг/п.м) и общая гибкость значительно уступают снегоудерживающим барьерам, несмотря на схожесть их характеристик. Недостатком можно также считать отсутствие одобрения Швейцарским институтом исследования снега и лавин в Давосе (в то время, как у описанных выше типов оно есть).

Характеристики снегоудерживающих конструкций

Тип снегоудерживающего сооружения	Жесткость	Материал	Вес, кг/п.м	Высота снежного покрова, м	Динамические нагрузки	Визуальное воздействие на ландшафт	Монтаж наземной части/фундамента
Щит	жесткий	сталь	≈200	до 4,5	не выдерживает	высокое	простой/сложный
Изгородь	жесткий	дерево	≈100	до 4,0	не выдерживает	высокое	простой/сложный
Барьер	гибкий	сталь	≈70	до 4,3	выдерживает	низкое	сложный/простой
Зонтик	гибкий	сталь	≈100	до 4,0	выдерживает	низкое	простой/простой

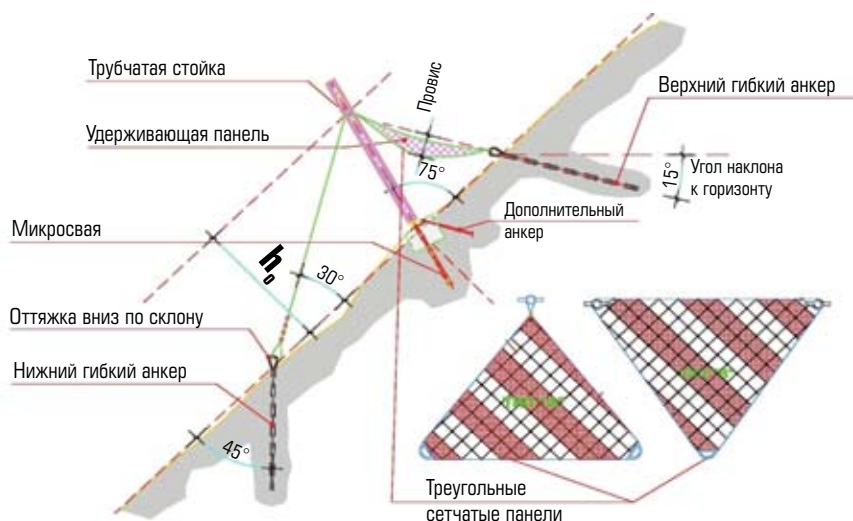


Рис. 2. Типовой разрез и основные компоненты снегоудерживающего барьера

Однако многие специалисты считают это делом времени, принимая во внимание новизну конструкции.

Здесь необходимо сказать несколько слов об еще одном типе снегоудерживающих конструкций, ставшем в последние годы, к сожалению, популярным в России, — сетчатых барьерах на основе кольчужных сетей. Эти очень мощные и прочные конструкции копируют особенности камне- и селеулавливающих барьеров. Однако многие проектировщики забывают, что принцип работы снегоудерживающих барьеров сильно отличается от принципа работы камне- и селеулавливающих, которые часто называют динамическими (то есть предназначенными для сопротивления динамическим нагрузкам — периодическим сильным ударам обломков и грязекаменных потоков). Сооружения, относящиеся к снегоудерживающим конструкциям (щиты, изгороди, барьеры, зонтики), не рассчитаны на постоянные дина-

ческие нагрузки, они изначально разработаны для сопротивления непрерывным статическим нагрузкам (способность удерживать снежные массы на склоне в течение всего снежного периода).

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 этот тяжелый и прочный материал никогда не сможет оправдать свой потенциал в зоне зарождения лавины, где отсутствуют сильные динамические нагрузки. Наоборот, его использование в данном случае может скорее навредить, ведь, чем тяжелее конструкция, тем дороже и сложнее производство строительно-монтажных работ. Также не стоит забывать и об общем усложнении (и удорожании) фундамента осно-



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



Рис. 4. Снегоудерживающие барьеры OM-СУБ (STR-OM) вдоль Южно-Уральской железной дороги (Оренбургская область)

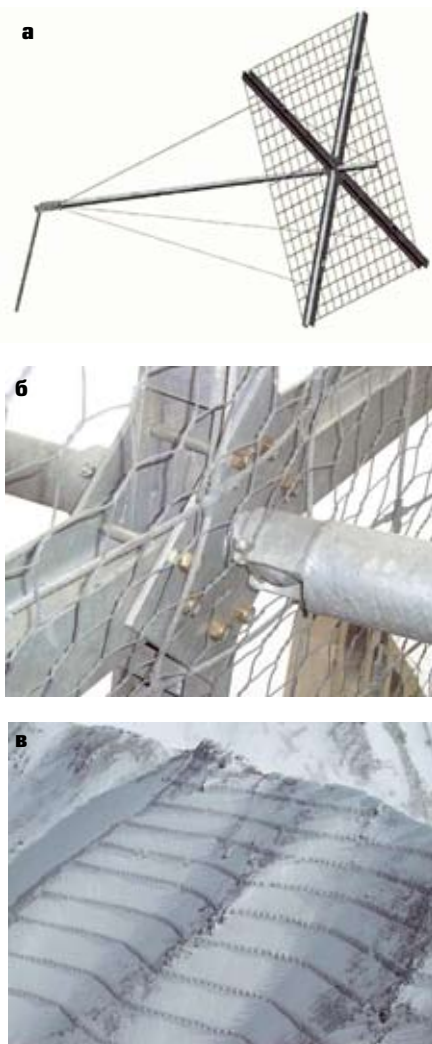


Рис. 5. Снегоудерживающие зонтики Erdox snow: а — схема строения зонтика; б — шарнирное соединение удерживающей панели с «хвостом»; в — ряды зонтиков в зоне зарождения лавин.

Стоит отметить, что снегоудерживающие барьеры с кольчужной сеткой до сих пор не одобрены Швейцарским институтом исследования снега и лавин и не включены ни в одно авторитетное руководство по

проектированию такого рода сооружений. В Европе они применяются только по прямому назначению (для камне- и селезащиты), в то время, как в России и странах СНГ по-прежнему до сих пор используются в качестве снегоудерживающих конструкций. Скорее всего, это связано с элементарной непросвещенностью в данном вопросе.

По мнению специалистов компании «Маккаферри», оптимальным решением для фиксации снежных масс в зонах зарождения лавин являются гибкие снегоудерживающие барьеры. Именно поэтому инженерами компании более 15 лет назад на базе натуральных испытаний в Альпах были разработаны такие конструкции. В настоящее время они выпускаются в России под маркой «Снегоудерживающие барьеры OM-СУБ (STR-OM)» и 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, распределенных 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 соответствовать показателю h_0 (в Европе — D_k) (см. рис. 2). Этот параметр равен максимальной высоте снежного покрова на данном участке горного склона (в частности, в зоне зарождения лавин). В зависимости от конфигурации данной зоны барьеры могут устанавливаться рядами (рис. 3).

Вышеописанные снегоудерживающие барьеры широко применяются

в Западной Европе и Северной Америке, где хорошо зарекомендовали себя в качестве надежной защиты от лавин. В России они были впервые использованы для инженерной защиты объектов Южно-Уральской железной дороги в 2014 г. (рис. 4). Барьеры этой серии успешно прошли сертификацию в Швейцарском Институте исследования снега и лавин и имеют российские сертификаты в системе ГОСТ Р, а также техническое свидетельство Минстроя России. С начала 2014 г. данные конструкции производятся в России на заводе компании «Маккаферри» (г. Курган). Модельный ряд — 2,5/3,0/3,5/4,0 м высотой, к ним подбирается один из четырех типов фундамента (скальные, выветрелые скальные, рыхлые, вечномёрзлые и склонные к оползневому процессу грунты). Поставка барьеров сопровождается инструкциями по монтажу и эксплуатации (по договоренности выполняется шеф-монтаж с выездом специалиста на объект).

Компания «Маккаферри» также рекомендует к применению на объектах России и СНГ снегоудерживающие зонтики Erdox snow итальянского производства в случае, если существует первостепенная необходимость в простоте монтажа (рис. 5).

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

Т.М. Горбачева,
руководитель направления
«Инженерная защита
от камнепадов, лавин и селей»
ООО «Габрионы Маккаферри СНГ»