

*Иманалиев Т.Б.*

## КОНСТРУКЦИЯ ПРОТИВОЛАВИННОЙ ГАЛЕРЕИ НА ОСНОВЕ ВИСЯЧЕЙ СИСТЕМЫ

*T.B. Imanaliev*

### ANTI-AVALANCH DESIGN GALLERY BASED HANGING SYSTEM

УДК: 625.712.32

*Предлагается конструкция противолавинной галереи интегрированная в тело горного мостового сооружения. Техническое решение позволит повысить устойчивость сооружения в динамической среде сейсмических и подвижных нагрузок.*

*Invited to design antiavalanch galleries integrated into the body of rock bridges. The technical solution will improve the stability of structures in seismic and dynamic environment of moving loads.*

Ожидаемое строительство железных дорог на горных участках неизбежно вызовет потребность в устройстве специальных горных искусственных сооружений – лавинозащитных галерей, подпорных стен и виадуков. В высокогорных условиях, где сейсмическая составляющая динамических нагрузок является преобладающей, обеспечение сейсмостойкости искусственных сооружений, самих железных и автомобильных дорог весьма актуально. Искусственные сооружения требуют устройства массивных несущих конструкций преимущественно арочного или балочного типа, а также их фундаментов, что, в свою очередь, снижает сейсмическую устойчивость всего сооружения, так как устройство массивных опор и фундаментов вызовет резонансные колебания при сейсмическом воздействии. В этих условиях актуальной задачей обеспечения сейсмоустойчивости сооружения являются, во-первых, сокращение массы сооружений, что, в свою очередь, вызовет снижение резонансных явлений, во-вторых, обеспечение упругих смещений конструкций в пространстве с периодом собственных колебаний, соответствующим преобладающим периодам сейсмических колебаний при землетрясении. Эти требования может обеспечить предлагаемая концепция применения висячих, податливых и упругих систем для противолавинных галерей.

Висячая конструктивная система широко известна и получила обширное применение в мостовых сооружениях. Общеизвестны классические конструктивные системы лавинозащитных галерей. С ракурса теории сейсмических колебаний и сейсмостойкого строительства конструктивные особенности галерей требуют переработки с тем, чтобы соответствовать требованиям нового научного тренда, основанного на сокращении массы, излишней жесткости и неоправданной монументальности, характерных для советской научной мысли. В условиях настоящего времени, когда инфраструктурные проекты требуют краткосрочной окупаемости и повышенной

ликвидности, нужно стремиться следовать современным технологическим тенденциям.

В этой связи предлагается концептуальное техническое решение на основе гибридной конструкции снегозащитной галереи и горного мостового сооружения [1]. Лавинозащитные галереи и виадуки являются аналогичными сооружениями в части их локализации в особых геологических структурах. Как известно, защитные галереи сооружают на склонах и параллельно им для защиты автомобильных и железных дорог от схода снежных лавин, тогда как виадуки устраивают двух типов. В первом случае это виадуки поперечного пересечения ущелий и разломов для соединения дорог на одном уровне, второй тип – это продольное пересечение геологических структур. В рамках предлагаемого технического решения использовался тип продольного виадука.

Для обоснования данной разработки следует отметить, что классические защитные галереи состоят из подпорной стены на всей линейной протяженности сооружения для защиты от сдвиговых усилий горных пород. Перекрытие галереи опирается с одной стороны на подпорные стены, с другой стороны – на низовые опоры, в случаях использования консольной системы отказываются от низовых опорных частей, что не всегда возможно из-за геологических условий местности строительства. Подпорные стены сооружают массивными, низовые опоры воздвигают из условий требований перекрытия. Таким образом, защитные галереи представляют собой довольно тяжелые и жесткие конструкции. При возбуждении колебаний грунта излишние характеристики по массе и жесткости становятся неоправданными, иногда разрушительными для самих сооружений, защищаемых объектов и для населения.

Внедрение этого технического решения позволяет:

- отказаться от подпорных стен при строительстве защитных галерей вследствие выноса сооружения за пределы горного склона, что позволяет не нарушать геологически сложившуюся структуру склона;
- отказаться от низовых опор, что позволяет конструктивная схема предлагаемого технического решения;
- повысить устойчивость предлагаемого сооружения при сейсмическом воздействии, так как контакт всего сооружения с грунтом основания производится только в двух точках плоскости опирания пилонов, а также висячая система позволяет колебаться сооружению без развития резонансных явлений и предельных напряжений;

- количественно уменьшить лавинную нагрузку, так как сооружение согласно техническому решению повышается в вертикальной плоскости выше уровня фронта атаки снежных лавин;

- исходя из вышесказанного получить значительный экономический и социальный эффект.

Поставленная задача решается тем, что тело галереи прошло так называемую процедуру «женитьбы» с балкой жесткости виадука, иными словами, полуарочной конструкции галерея интегрирована в балку жесткости висячего мостового сооружения. Как правило, виадуки продольного пересечения опираются на опоры, имеющие значительную высоту, так как отпирание их на грунт основания производится в самых минимальных горизонталях в плане. Предлагаемое решение позволяет более экономичный вариант, когда пилоны устраиваются на приемлемых уровнях склона, так как галерея–виадук проходит параллельно склону. Для решения этой задачи использована Г-образная конструкция пилонов.

Конструктивно галерея–виадук представляет собой полуарочное тело защитной галереи, интегрированное в балку жесткости, которая подвешена на вертикальные металлические тросы (кабели, ванты) с двух боковых сторон по всей своей линейной протяженности, вертикальные тросы подвешены на двухрядную систему горизонтально-эллиптических кабелей большего сечения, которые, в свою очередь, шарнирно подвешены на консоли двух Г-образных пилонов с двух концов балки жесткости, а их концы жестко закреплены на анкерных опорах, на отдельных фундаментах. Г-образные пилоны представляют собой вертикальный пилон, на который установлена консоль, при этом система двухрядных горизонтально-эллиптических вант подвешена на фронтальную часть консолей, тогда как тыловая сторона консоли жестко соединена металлическими оттяжками с подпорной стеной пилона. Это позволяет консолям нести балку жесткости посредством системы вант без разрушения равновесного состояния, так как тыловая сторона консоли посредством металлических оттяжек соединена весом подпорной стены пилона. Таким образом, Г-образные пилоны конструктивно подобны монтажным кранам, почти вековой опыт использования монтажных кранов показывает, что данное решение для пилонов технически обосновано. Длина консоли (стрелы) пилона зависит от того, насколько необходимо вынести балку жесткости за пределы горного склона.

Данное решение позволяет строить подпорную стену только в двух местах – в районе устройства пилонов, это позволяет, во-первых, экономить средства на устройство подпорных стен на всем протяжении галереи, во-вторых, не нарушать геологическую структуру горного склона и вести разработку грунта с тем, чтобы устроить дорогу, галерею, подпорную стену и другие коммуникации на склоне. При входе в зону лавинной опасности и на выходе можно устроить массивные Г-образные пилоны с регулированием

длины консолей (стрел) пилонов с тем, чтобы обеспечить безопасное с точки зрения лавинной опасности удаление балки жесткости от склона. Для более оптимальной защиты сооружения от лавинной опасности предлагается повесить в вертикальной плоскости балку жесткости для того, чтобы поднять сооружение над основным фронтом атаки лавины. Это позволит количественно сократить лавинную нагрузку. Ясно, что невозможно возвысить сооружение для полной защиты от лавинной нагрузки до уровня вершины пилона из-за технических особенностей висячей системы, а увеличение высоты пилонов недопустимо как по соображениям устойчивости, так и по финансовым обстоятельствам. После выхода из зоны лавинной опасности можно посредством конструктивной системы виадука достичь оптимального уровня дороги в вертикальной плоскости, чтобы продолжить ее по простой насыпи.

Противолавинная работа системы галерея – виадук выглядит следующим образом. Снего-воздушный или селевой поток, движущийся вниз по склону, создает фронт атаки на сооружение, встречающее на его пути. Так как балка жесткости, на которой установлено тело галереи, возвышается над уровнем фронта атаки лавины, то она не получает удара от лавины. Таким образом, лавина, не встречая на своем пути препятствия, падает в низовой склон, не воздействуя на сооружение. Понятно, что фронт атаки лавины зависит от объемов частиц своей массы, и не всегда она будет сходить нейтрально к сооружению. Именно по этой причине на балку жесткости интегрируется защитная галерея, с тем, чтобы защитить дороги и коммуникации. Но количественное динамическое воздействие лавины заметно сокращается. По этой причине можно использовать облегченную и простую конструкцию тела галереи. Исходя из аэродинамики лавинной нагрузки, полуарочная конструкция представляется наиболее подходящей. Ввиду того, что верхний свод галереи не получает динамической нагрузки, можно отказаться от использования виброизоляционного слоя для защиты свода. Это тоже даст экономию средств.

Касательно дорогостоящей и сложной в эксплуатационной части галерей – гидроизоляции, можно сказать, что от нее тоже можно отказаться, так как галерея не сопрягается с горной породой и не воспринимает гидронапорных воздействий.

Антисейсмичная работа системы галерея – виадук основана на пассивном противодействии сейсмическим силам. При землетрясении висячая система позволяет сооружению колебаться без накопления предельных напряжений и система галерея – виадук не достигнет разрушения. Данное утверждение подтверждается опытом эксплуатации висячих мостовых сооружений в странах с высокой сейсмичностью, проэксплуатированных достаточно сильными сейсмическими колебаниями.

Предлагаемое техническое решение поясняется рис. 1, 2, на рис. 3 трехмерная визуализация. Вид А и В в данной статье не показаны.



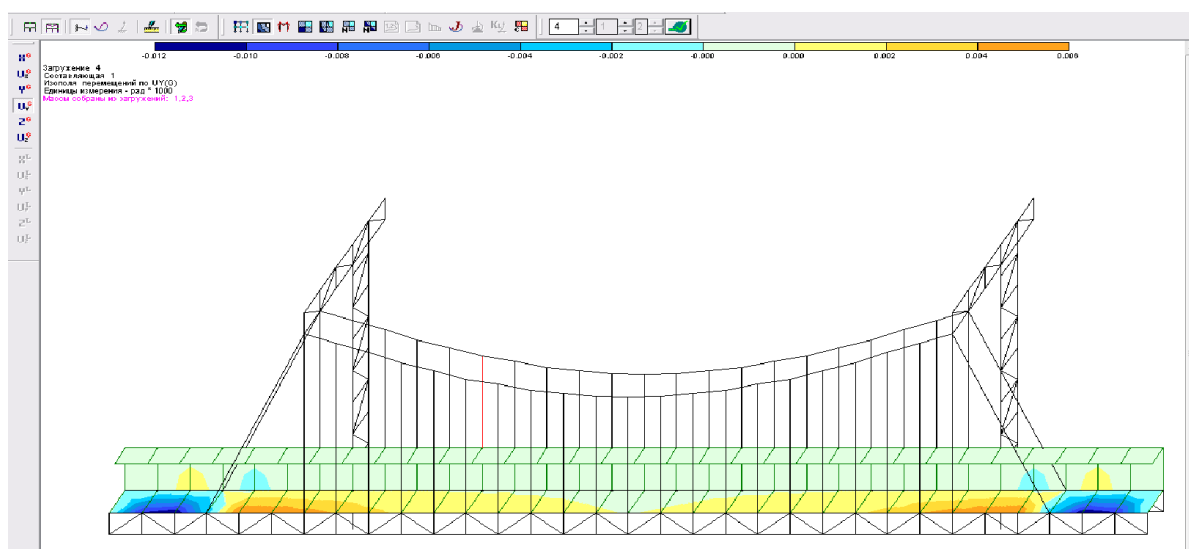


Рис. 3. Визуализация 3D-модели сооружения и изолей UY напряжений от сейсмических сил

**Литература:**

1. Иманалиев Т.Б. Сейсмостойкость искусственных сооружений. Бишкек: Илим, 2010, 210 с.

**Рецензент: д.тех.н., профессор Свиденко В.Н.**