

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 3, 2025 vol. 2

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**
Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT
RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

**E-ISSN: 2181-2438
ISSN: 3060-5164**

**VOLUME 2, ISSUE 3
SEPTEMBER, 2025**



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 3 SEPTEMBER, 2025

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “Journal of Transport” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Determination of the seismic resistance of lavine-protecting galleries in the conditions of Uzbekistan

P.A. Begmatov¹^a, F.F. Eshonov¹^b

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The article examines the theoretical and experimental determination of the load magnitude and the penetration depth into the arch gallery structure when a single stone falls. When applying antiseismic structures, it is necessary to consider the degree of risk from the proposed changes in the structure, as there is a possibility that the economically developed structure in the event of a possible earthquake will lead to negative final results.

Also, when determining the uniformly distributed vertical load from the weight of the avalanche snow, the normal load on the surface of the damper from the impact of the avalanche and the speed of avalanche movement are determined according to the calculated profile.

Keywords:

avalanche gallery, arch gallery, earthquake, rockfall, rockfall load, railways, complex terrain, seismic resistance

Определение сейсмостойкости лавинозащитных галерей в условиях Узбекистана

Бегматов П.А.¹^a, Эшонов Ф.Ф.¹^b

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Annotatsiya:

В статью рассмотрено теоретически и экспериментально определены величина нагрузки и глубина проникновения в конструкцию арочной галереи при попадании одиночного камня. При применении антисейсмических конструкций необходимо рассматривать степень риска от предлагаемых изменений в сооружении, т.к. возможен вариант когда экономически разработанная конструкция при возможном землетрясении приведет к отрицательным конечным результатам.

А также определении равномерно распределенной вертикальной нагрузки от веса лавинного снега, нормальная нагрузка к поверхности амортизирующей отсыпки давления от удара снежной лавины и определение скорости движения лавины производим по расчетному профилю.

Kalit so‘zlar:

галерея лавин, арочная галерея, землетрясение, камнепад, камнепадная нагрузка, железные дороги, сложный рельеф местности, сейсмостойкость

1. Введение

Железнодорожный транспорт Республики Узбекистан выполняет перевозки массовых грузов и значительные пассажирские перевозки как внутри республики, так и в межгосударственном сообщении. Бесперебойность в работе железнодорожных дорог имеет исключительное значение. В горах безопасному движению поездов мешают снежные лавины. Для бесперебойного движения поездов требуется возведение защит от лавин, среди которых важное место занимают противолавинные галереи. Многие вопросы конструирования и строительства этих галерей недостаточно изучены и результаты исследований не в полной мере отражены в нормативных документах. Сегодня именно снежные лавины – одно из главных ограничений возможностей освоения ресурсов горных территорий.

Республика Узбекистан расположена в центральной части Евразийского континента между 37 и 45° с. ш., 56

и 73° в. д. на северной границе субтропического и умеренного климатических поясов. Площадь республики составляет 447,7 тыс. км², из которых 78,8% приходится на равнины, 21,2% – на горы и предгорья. Территория относится к засушливой зоне Средней Азии. Четыре пятых территории страны расположены в пределах особенно уязвимых к возможным изменениям климата среднеазиатских полупустынь и пустынь, обведенной с юго-востока и востока горными системами. [1].

2. Методология исследования

Определение нагрузки на арочную галерею от удара одиночного камня. Горные районы Узбекистана вовлекаются в сферу хозяйственной деятельности. Помимо развития нефтедобычи, горнодобывающей промышленности и энергетики. Но освоение горных районов сопряжено с необходимостью учета опасности

^a <https://orcid.org/0000-0003-0160-9814>

^b <https://orcid.org/0000-0003-3252-9091>



присущих горам стихийно-разрушительных явлений и в первую очередь – снежных лавин и камнепадов.

Повреждения элементов железнодорожного пути от периодического воздействия снежных лавин и камнепадов приводят к длительным нарушениям движения поездов, а экономические потери связаны с необходимостью восстановления дорогостоящего верхнего строения пути (разрыв рельса, смешение шпал, разрушение скреплений, балласта и земляного полотна). Для бесперебойного движения поездов требуется возвведение защитных сооружений. Многие вопросы их конструирования и строительства недостаточно изучены, а результаты исследований не в полной мере отражены в нормативных документах. Сегодня снежные лавины и камнепады – одно из главных ограничений возможностей транспортного освоения горных территорий, а возведение защитных сооружений связано с дополнительными затратами, которые увеличиваются в процессе их эксплуатации.

К строительным условиям, которые в той или иной мере усложняют строительство железнодорожных линий и являются факторами удорожания строительства, можно отнести следующие: - сложный рельеф, - высокая сейсмичность, - инженерно-геологические условия, - инженерно-гидрологические условия, - неосвоенность территорий, - суровый климат. Сложный рельеф характеризуется разницей высотных отметок, перепад которых может быть весьма существенным, что влияет в первую очередь на пикометровый объём земляных работ, протяжённость линии и количество крупных и малых искусственных сооружений [2].

В процессе теоретических и экспериментальных исследований была получена глубина погружения камня в грунт и определена величина нагрузки, передаваемая на перекрытие галереи, которая работает на изгиб и является наиболее уязвимой частью сооружения. Опорой для перекрытия галереи служат подпорная стена и опорные колонны, которые по условиям выполнения своих функций находятся в несколько лучших условиях, но все эти части обладают различной динамической жесткостью, что усложняет условия совместной работы при воздействии землетрясения. Галерея арочной конструкции представляет собой единую систему по жесткости, а элементы ее конструкции работают, в основном, на сжатие, что дает возможность более использовать прочностные свойства бетона и снизить процент армирования [3].

Необходимо уточнить глубину проникновения одиночного камня в грунт засыпки галереи, а также силу удара камня на конструкцию арочной камнезащитной галереи, условия работы которой значительно отличаются от галереи прямоугольного очертания. Кроме того, расчеты и экспериментальные

исследования ударных нагрузок от камня на галерею должны выявить влияние свойств грунтов засыпки и степень их увлажненности, что позволит рекомендовать определенные грунты для улучшения условий работы галереи при землетрясении, активизирует сход и ослабит воздействие камней.

Нормативное воздействие от прохождения лавины принимается в виде сочетания следующих нагрузок [4]:

1. Равномерно распределенной динамические нагрузки от веса лавинного снега

$$q = \gamma_c h_l$$

где h_l – проектная высота слоя лавинного снега, м.

2. Нормальная нагрузка к поверхности изолирующий покрытие давления от удара снежный обвал

$$\rho_l = \frac{\gamma_c}{q} v_l^2 \sin^2 \beta_o$$

β_o – угол между направлением удара и поверхностью амортизирующей отсыпки;

v^2 – скорость движения лавины в момент удара (м/с), определяется из выражения

$$S = 2.3 \frac{a}{K^2} \lg ;$$

S – длина участка пути одинакового уклона, м;

a – ускорение движения, м/с

$$a = q(\sin \alpha_n - f \cos \alpha_n)$$

f – коэффициент трения лавинного снега при движении.

K – коэффициент сопротивления движения лавины.

v_0 – скорость движения лавины в начале участке, м/с

$$v_0 = v_{n-1} \cos (\alpha_n - \alpha_{n-1});$$

v_{n-1} – скорость движения лавины в конце предыдущего участка, м/с;

α_{n-1} – угол наклона предыдущего участка, град;

v – скорость движения лавины в конце данного участка, м/с.

$$v = \sqrt{v_n^2 + 2g(\sin \alpha_n - f \cos \alpha_n)S}$$

Предельная скорость пылевидных и прыгающих лавин независимость от уклона пути

$$v_{max} = \sqrt{2gh\rho_c/\rho_b}$$

где h – высота снежной лавина, образующего лавину, м;

ρ_c – плотность снега, н/м³;

ρ_b – плотность воздуха.

Сила трения лавины в плоскости поверхности изолирующей отсыпки направлена в сторону движения лавины

$$t = (q \cos \alpha_{ot} - \rho_0)f - q \sin \rho_{ot}$$

где t – удельная сила трения, н/м².

Определение скорости движения лавины производим по расчетному профилю. Значение элементов рассматриваемого профиля приведено в табл.1.

Таблица 1

| № | Длина пути, м | Кругизна участке, 2 π град | Ускорение движении лавины, м/с ² | Коэф. сопротивления движения лавин | Скорость в конце участке, м/с |
|---|---------------|----------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 390 | 31 | 1,18 | 0,06 | 18,7 |
| 2 | 790 | 29 | 2,6 | 0,06 | 41,5 |
| 3 | 315 | 23 | 2,3 | 0,06 | 40,6 |
| 4 | 510 | 19 | 0,8 | 0,06 | 29,4 |
| 5 | 309 | 24 | 1,2 | 0,06 | 23,5 |
| 6 | 75 | 10 | -0,9 | 0,06 | 15,9 |
| 7 | 60 | 0 | -2,8 | 0,5 | 0 |



Склон около галереи имеет максимальную крутизну $\alpha=60^\circ$, высота падения обломков горная порода $H=65$ м. скорость снижения камня на кроплю галереи определяется по формуле

$$v_p = \varepsilon\sqrt{H}$$

Нормативная нагрузка от удара одиночного камня рассчитывается по формуле

$$P = 2\gamma x \left[2\tan^4 \left(45^\circ + \frac{\vartheta}{2} \right) - 1 \right] F$$

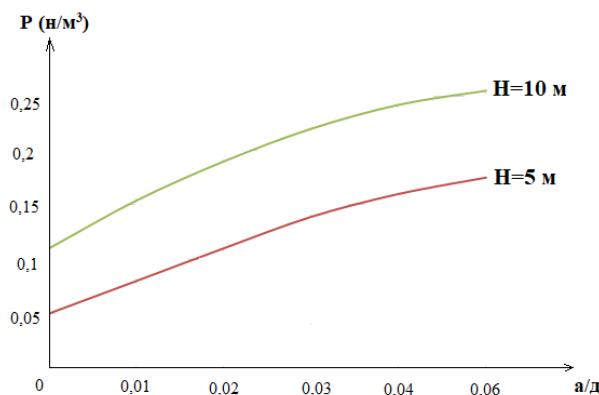


Рис. 1. Изменение давления грунта на галерею (по оси сеч. 2.) от интенсивности сейсмического воздействия

F – площадь диаметрального сечения камня предполагаемый объема, условного принятого шаровой формы и назначенного по материалам дополнительный исследование, m^2 ;

X – глубина проникновения камня в амортизирующую отсыпку, м;

$$X = v_p \sqrt{\frac{Q}{2g\gamma F}} \sqrt{\frac{1}{2\tan^4 \left(45^\circ + \frac{\vartheta}{2} \right) - 1}}$$

Q – масса камней ориентировочный объема, кН; v_p – ускорение силы тяжести, m/s^2 .

Расчетный объем камня $1,0 \text{ m}^3$, условно принятого цилиндрическая форма, радиус шара

$$R = \sqrt[3]{\frac{3}{4}\pi} \text{ m}$$

Площадь диаметрального сечения:

$$F = \pi R^2$$

Сила удара камня будет распределяться через изолирующий отсыпку в предположении плоского распределяющего действия ее под углом

$\vartheta=40^\circ$ к направлению удара. Угол падения камня принимаем равным 60° к горизонту по направлению склона.

Для районов высокой интенсивности возможного землетрясения необходимо, в целях обеспечения сейсмостойкости галерей, связь конструкции по контуру, что можно достичь установкой арматуры по бетонному полу с замоноличиванием в фундаменты колонны и верхней подпорной стенки. Это мероприятие предохраняет от возможного обрушения колонны, что иногда являлось причиной разрушения колонны на крутых косогорах при землетрясении или сходе лавины. Выход металла при этом незначительный, так как такая связь нужна только в опорах колонн.

В сейсмических районах для галерей эти конструкции фундаментов приемлемы по ряду причин:

1. Имеют относительно малый собственный вес.
2. Высокая индустриальность.
3. Имеют большую опорную часть грунта как основание и присоединенную массу грунта, при этом других конструкциях фундаментов, а значит колонна получит меньше осадки и при землетрясении, и при обычных условиях.
4. Являются более податливыми при динамических нагрузках, т.е. позволяют некоторые деформации, не разрушаясь при этом.

Результат анализа действия активного давления грунта на верхнюю подпорную стенку показывает, что не учет взаимодействия, верховой подпорной стенки и всей галереи, не учет пространственной ее работы, в целом дает перерасход материала на возведение подпорной стенки.

Как показывают экспериментальные исследования на моделях и с частичной проверкой на натурных сооружениях (используя промышленные взрывы) от 10 до 20 % активного давления грунта на верхнюю подпорную стенку компенсируется пространственной работой галереи в целом, т.е. конструкция перекрытия совместно с грунтом и опорными железобетонными колоннами совместно с фундаментом, по существу, улучшает до 20 % условия работы верховой подпорной стенки, что до сих пор в расчетах проектировщиков не фигурирует и необоснованно идет в запас прочности сооружения, т.е. перерасходу строительных материалов. Однако в водонасыщенных грунтах передача активного давления подпорной стенки на всю конструкцию сооружения имеет нижний предел и достигает 10–12 %, надо учесть, что в водонасыщенных грунтах лавинозащитные галереи почти не строят [5, 6, 7, 8].

3. Выводы

1. Существующие в эксплуатации лавинозащитные галереи запроектированы были без учета основных требований сейсмостойкости.

2. Для бесперебойного и безопасного движения по горным дорогам необходимо защищать их от возможных обвалов, заносов, камнепадов, водных потоков, снежных лавин, селей, устраивая специальные искусственные сооружения, обеспечивающие стабилизацию горного массива и защиту дороги.

3. Уменьшение глубины проникновения одиночного камня в грунт засыпки и ударной нагрузки можно объяснить большей общей жесткостью арочной галереи по сравнению с прямоугольной, что приводит к увеличению горизонтальной составляющей от удара камня.

Список использованной литературы / References

[1] Чуб В. Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. - Ташкент: САНИГМИ, 2000. - 252 с.

[2] Петрушин А. В. Технология трассирования железной дороги в районах с высокой сейсмичностью. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М., 2019. – 205 с.



[3] Абдулжабаров А.Х., Маткаримов А.Х., Эшонов Ф.Ф. Лавинозащитные галереи для железных дорог Узбекистана // Архитектура, строительство и дизайн. Узбекистан. Т. 16. № 4. 2021, декабрь. С. 140-143.

[4] Инструкция по проектированию и строительству противолавинных сооружений. СН 517-80. – М.: Стройиздат, 1980. С.16.

[5] Абдулжабаров А.Х., Джансериков Т., Бектенов А. Учет пространственной работы лавинозащитных галерей при расчете на сейсмические воздействия // Строительство и архитектура. Экспрес-информация. – 1991. – №10. С.5–7.

[6] Абдулжабаров А.Х. Влияние скоростного движения поездов на лавинозащитны галереи. Материалы Первой Международной научно – практической конференции 18–19 октября 2000 г., Алматы, стр. 96-100.

[7] Кожметов Г., Абдулжабаров А.Х., Омельяненко В. Сейсмостойкость специальных инженерных сооружений // Строительство и архитектура Узбекистана. – 1986. № 8. С.14–17.

[8] Шахунянц, Г. М. Железнодорожный путь : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Г. М. Шахунянц – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1987. – 479 с.

Информация об авторах / Information about the authors

Бегматов
Пардабой
Абдурахимович /
Pardaboy
Begmatov
Ташкентский государственный
транспортный университет,
доцент кафедры
железнодорожного транспорта,
PhD
E-mail: pbegmatov_1986@mail.ru
Tel.: +998 99 874 70 86
<https://orcid.org/0000-0003-0160-9814>

Эшонов Фарход
Файзулахужаевич / Farkhod
Eshonov
Ташкентский государственный
транспортный университет,
старший преподаватель кафедры
железнодорожного транспорта
E-mail: far-hod83@mail.ru
Tel.: +99 899 815 71 93
<https://orcid.org/0000-0003-3252-9091>



| | |
|---|------------|
| Sh. Kamaletdinov | |
| <i>Complex automated transportation management system for railway transport in the Republic of Uzbekistan</i> | 92 |
| Sh. Kamaletdinov | |
| <i>Railcar monitoring system based on BLE and LoRaWAN</i> | 99 |
| I. Mengliev | |
| <i>Assessment of the load-bearing capacity of highway bridge structures for the transit of non-standard loads</i> | 104 |
| Z. Musurmonova | |
| <i>Efficiency of improving road safety and using innovative technologies in vehicle management</i> | 108 |
| O. Muhiddinov | |
| <i>Safety and economic efficiency issues in centralized train dispatching systems</i> | 114 |
| P. Begmatov, F. Eshonov | |
| <i>Determination of the seismic resistance of lavine-protecting gallerys in the conditions of Uzbekistan</i> | 118 |