

УДК 625.7

ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ И ПОДЗЕМНЫХ ПЕРЕХОДОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

ЖАЛАЛДИНОВ Муса Мубаракович

доцент

ДУЙШОЕВ Сатывалды Дуйшоевич

кандидат технических наук., профессор

Ошский технологический университет

г. Ош, Кыргызстан

На основе теоретических и экспериментальных исследований выявлена, что основные причины разрушения и потери устойчивости эксплуатируемых водопропускных труб и подземных пешеходных переходов получены решения, обеспечивающие сейсмостойкость труб большего сечения и подземных переходов.

Ключевые слова: водопропускных труб, косогорные участки, фторопласт, грунт засыпки, наводнение, сейсмическое воздействие, степени косогорности.

Введение. Кыргызстан одна из самых сейсмоактивных стран мира. Более 90% территории республики занимают горы, и значительная часть территории находится в 7.8 и 9 балльной зоне. А трассы автомобильные дороги проходят в большинстве случаев по горной местности и участкам где часто проходят горные реки. Может привести выхода из строя автомобильной дороги. Для обеспечения бесперебойного движения автотранспорта возникает необходимость строительства водопропускных сооружений. Так же необходимо учитывать воздействие землетрясение на инженерные сооружения, конструктивные элементы самой автомобильной дороги.

Строительство мостов в горной местности с применением сборных железобетонных изделий экономически нецелесообразно, так как перевозка их очень дорого и монтаж сборных конструкций мостов трудоемко, в тесных условиях горной местности. Устройство водопропускных труб наиболее экономичны [5].

Актуальность исследования. В настоящее время при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог актуальной проблемой является увеличение их устойчивости к воздействиям чрезвычайных ситуаций, таких как наводнение, землетрясение, обильных снегопадов, снежных и каменных лавин.

Цель исследования: проведение экспериментальных и натурных исследований повреждения труб в насыпях земляного полотна дорог для увеличения их сохранности, разработка ряд конструктивных решений не требующих больших материальных затрат, но снижающие степень повреждения их при землетрясении.

Методы исследования: Сейсмостойкость труб под насыпями может быть обеспечена соответствующим выбором их материала и конструкции, а также повышением сейсмическом устойчивости тела насыпей и откосов косогоров.

Деформации водопропускных труб в этих сечениях имеют вид трещин, разрушение стыков с соседним звеном, опускание и проседание отдельных звеньев. Разрушение стыковых соединений труб, неравномерная осадка звеньев полученные в результате сейсмического воздействия в процессе дальнейшей эффективности транспортной системы и на ее продолжительную эксплуатацию в будущем без потерь функционала.

Объект исследования: рассматривается несколько участков автомобильных дорог Ошской области в особенности автодороги Ош-Сары-Таш-Иркештам участок 7-87 км.

Наибольшие конструктивные затруднения при проектировании водопропускных труб и подземных пешеходных переходов возника-

ют на косогорных участках, где рельеф местности не только усложняет конструкцию, но и увеличивает величину сейсмического воздействия в зависимости от степени кособорности [1; 5].

Конструкция водопропускных труб зависит от расчетного расхода воды, высоты насыпи, нагрузки, несущей способности подстилающих грунтов, глубины промерзания, величины продольного уклона, особенности водотока, периода подтопления, наличия твердого стока. При проектировании систем водоотвода железобетонные и бетонные трубы составляют 9-11% от общего материала на искусственные сооружения.

Так, на автомобильных дорогах южного региона Кыргызской Республики, построенные до 2015 г., трубы составляли 46,3% от общего количества труб и малых мостов длиной до 30 м, а на дорогах, построенных в 1930-1980 гг. 88-93%.

Анализ существующих систем водоотвода и пешеходных подземных переходов показал, что при землетрясениях, в результате сдвига грунтов основания труб, слабым участком являются стыки между звеньями труб, прикормочных лотков, бордюров, отводящих стоков и откосных лотков [4].

На автомобильных дорогах южного региона Кыргызстана зависит от рельефа местности и особенностей грунтового сложения, направления пластов, так как колебания грунта и инженерных сооружений при зем-

летрясениях относятся к сложным горно – геологическим условиям. Автомобильные дороги по направлению Ош-Сары-Таш – Иркештам на участках имеются разрушения водопроводных труб и подземных пешеходных переходов.

На основе комплексной оценки основных деформаций железобетонных труб и подземных пешеходных переходов выявлено:

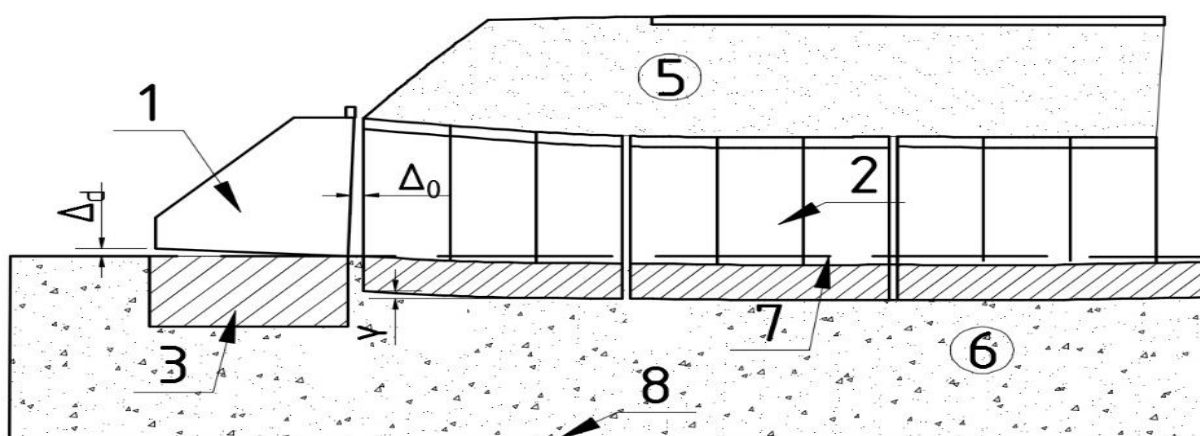
- при устройстве подземных водопропускных труб участки обратной засыпки вдоль продольных осей, нарушается естественное состояние породного массива, ослабляется геомеханическая устойчивость участка автомобильной дороги;

- кроме этого в процессе эксплуатации а также при сейсмическом воздействии на этих участках происходят деформации не только водопропускных труб при повреждении верхнего покрытия автомобильных дорог;

- на практике стыки между звеньями и фундаментами труб нередко встречаются деформации вследствие неравномерной осадки основания. При слабых основаниях осадки сопровождаются выдавливанием грунта в стороны оголовков;

- повреждения трубопроводов на границе залегания грунтов с различными деформированными свойствами.

На рисунке 1 приведены характерные деформации конструкции систем водоотводов на рассматриваемых участках.



1 – оголовок, 2 – звено, 3 – фундамент, 4 – секция, 5 – насыпь над трубой, 6 – основание, 7 – граница (начальная) уровень грунтов основания, 8 – верхняя граница после разрушения

Рисунок 1. Эскизы деформаций секций и оголовков труб

а – для оголовка вдоль трубы, б – для секций вдоль трубы.

Нами разработан сборный вариант водопропускного сооружения, который обладает рядом преимуществ по сравнению со сборными круглыми трубами и состоит из трех сборных элементов: 1 – арка, 2 – вертикальные подпорные стенки, 3 – фундамент, который может быть сборным или монолитным в зависимости от грунтовых условий и степени косогорности основания – рисунок 2. В крупных трубах большого сечения (диаметр труб больше 1 м) требуется дополнительно фундамент размером в зависимости от грунтовых характеристик. Но в пропуске воды не участвуют. Максимальный расход пропускаемой воды начинается только при достижении отметки воды диаметра трубы, что способствует подтоплению дороги в верхнем бьефе, а это увлажняет грунт земного полотна дороги и приводит к разрушению дорожной одежды. В сборных круглых трубах армирование одинаково по всему сечению, но природное и сейсмическое активное давление не одинаково, что показывает рисунок 3.

При обеспечении одинакового расхода воды, предложенная схема водопропускного сооружения обеспечивает лучшее сопротивление сейсмическим силам, дает экономию арматуры до 17%, бетона до 30%. При сейсмических воздействиях и взрывных работах вблизи с карьером, дает осадки фундамента в три раза меньше, чем в круглых трубах, что гарантирует заиливания сооружения. Что часто является причиной их разрушения.

В местах сопряжения арки подпорной стенки необходима прокладка из фторопласта – F4 что способствует созданию условий снижения сейсмических сил, что было рекомендовано в работе [1].

В предыдущих теоретических исследованиях водопропускных сооружений большого сечения, которые способны заменить малый

мост [2], составлена система уравнения колебаний, имеющий вид с конечным числом степеней свободы, решения которой в относительных координатах дает влияние длины сооружения на напряженно-деформированное состояние. Определенно, на основе расчетов, что каждые 10 метров в местах концентрации напряжений необходимо устраивать антисейсмические швы. Эксперименты на модели, с помощью машины центробежного моделирования, получена длина в 5 метров, что вероятно более точно, чем результаты теоретических расчетов, где возможно учтены не все функции влияния на сооружения. На косогоре можно проектировать с наклоном оси, но чтобы не было сдвига при сейсмическом воздействии необходимо устраивать в фундаменте поперечный «зуб» в грунт основания – рисунок 2. Расстояние между ними равно, в зависимости от уклона оси и равно при уклоне $i=1:10$; $l=10$ м; $i=1:5$; $l=5$ м, при 9 балльной сейсмичности.

В предлагаемой конструкции – рисунок 2, грунт засыпки – $h=0,75$ м, при армировании грунта стеклотканью [2; 4] грунт засыпки можно уменьшить до $h=0,5$ м. Значительное влияние прокладки из фторопласта, которая играет роль демпфера и снижает сейсмические и ударные нагрузки. Арочный свод нейтрализует часть активного давления на подпорные стенки.

Сравнение стоимости балочного моста, способного пропустить такой же расход воды с предлагаемой нами конструкцией, на 40% дороже, а процесс эксплуатации требует дополнительных трудовых затрат.

Армирование грунта насыпи земляного полотна на всю высоту дает снижение напряжения в сооружении в два раза, т. е. расчетную интенсивность сейсмического воздействия можно понизить на один балл.

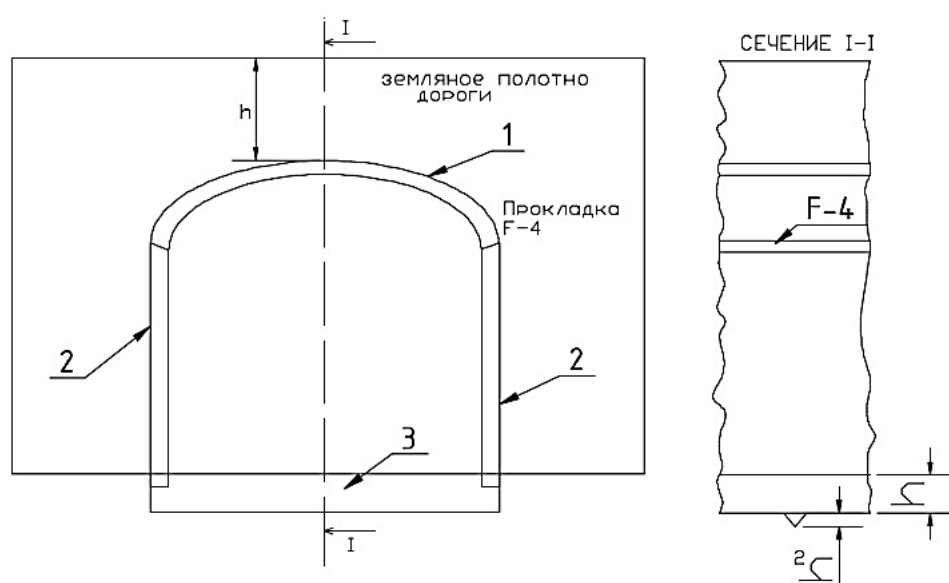


Рисунок 2. Сборная конструкция водопропускного сооружения для сейсмических районов 1 – арка, 2 – подпорная стена, 3 – фундамент

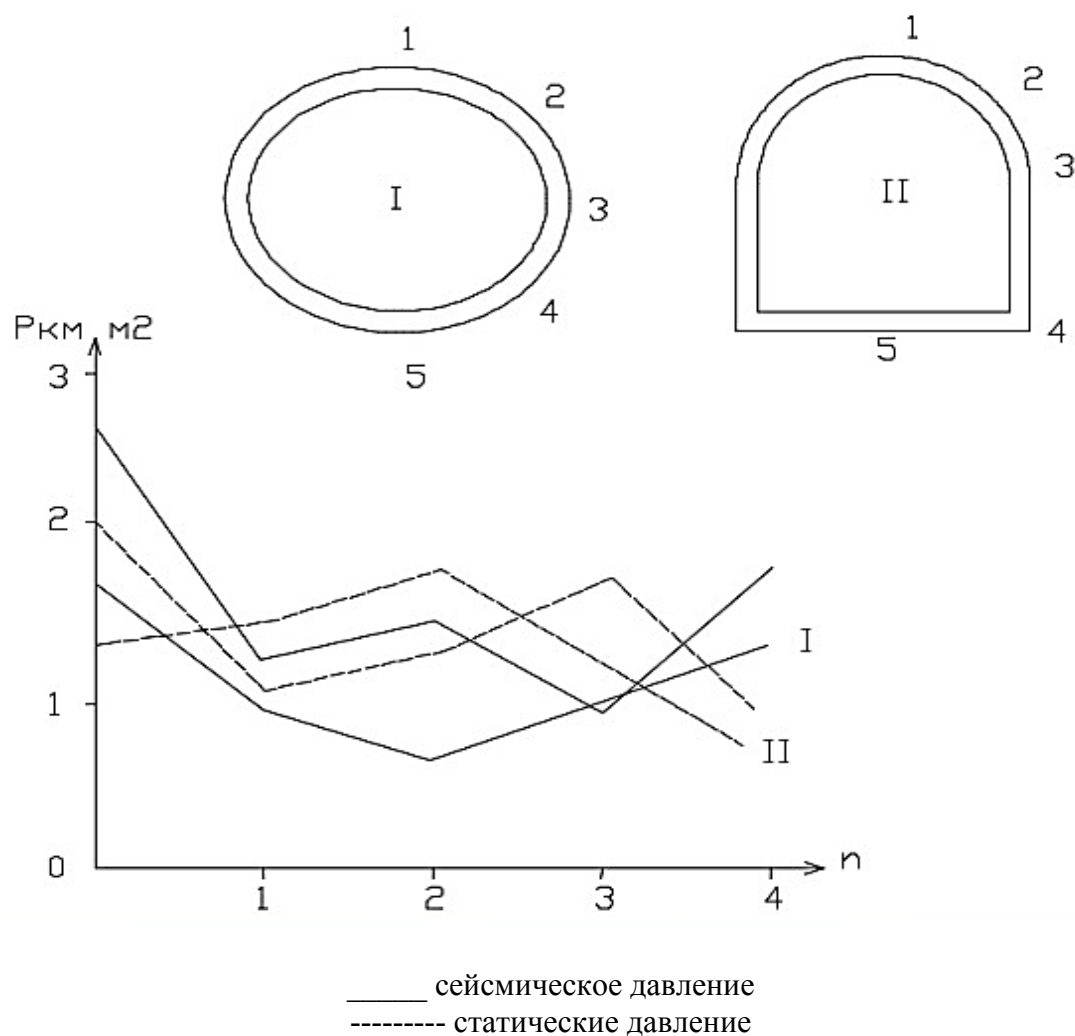


Рисунок 3. Величина активного сейсмического давления на трубы

при =9 баллов, грунт супесь, сечение – п

Весьма напряженно-деформированное состояние инженерного сооружения, находящегося в грунтовой среде и испытывающего нагрузки от сейсмических волн, еще более усложняется сейсмическим инерционным давлением грунта, являясь основным видом внешнего воздействия. Эпюра имеет координаты с увеличением от основания сооружения к верхней поверхности и имеет равнодействующую:

$$P_c = m \int_0^H P_y(z) dz \quad (1)$$

Где: $P_y = 0,8\beta(t)AK_c\gamma H \sin \pi z / 2H$

$$P_c = 1,1\beta(t)AK_c \frac{\gamma H^2}{2} \quad (2)$$

Где: m – коэффициент, учитывающий влияние динамических параметров насыпи;

$m = 0,75$ (по результатам экспериментов);

H – высота водопропускного сооружения;

γ – объемный вес грунта;

AK_c – амплитуда колебаний и сейсмических коэффициент.

Сейсмическое инерционные горизонтальные давления грунта, находящегося на арочном своде равно:

$$Q_r = AK_c \gamma H m d \cdot n \quad (3)$$

Где: m – коэффициент трения грунта на арочному своду;

d – коэффициент, учитывающий действия на арочной свод, для автотранспорта $d = 1,0$; для железнодорожного транспорта $d = 1,1$

n – коэффициент демпфера влияния фторопластовой прокладки, $n = 0,9$.

Все эти расчеты позволяют рассчитать дополнительные нагрузки грунта на сооружения с учетом особенностей предлагаемой конструкции – рисунок 4.

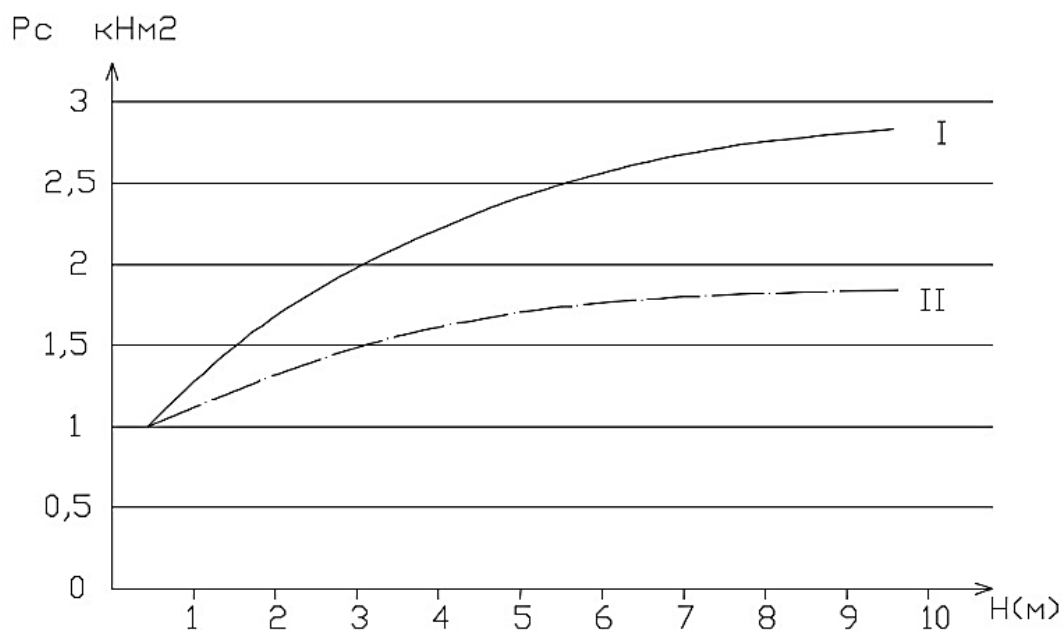


Рисунок 4. Сейсмическое давление грунта насыпи при сечении I и II

На основании проведенного анализа, изучения фактического материала по повреждению и разрушениям участков автомобильных дорог Ош-Сары-Таш-Иркештам позволяет сделать следующие **выводы**:

1. Неучет сейсмических сил приводит к частичному и полному разрушению как земляного полотна, так и дорожного покрытия, верхнего строения путей, искусственных сооружений (трубы в насыпи, мосты, лавино-

защитные галереи, подпорные стенки и др.), что приводит к колоссальным убыткам.

2. Анализ существующих систем водоотвода и пешеходных подземных переходов показал, что при землетрясениях, в результате сдвига грунтов основания труб, слабым участком являются стыки между звеньями труб, прикормочных лотков, бордюров, отводящих стоков и откосных лотков.

3. Наиболее уязвимыми к сейсмическим воздействиям являются составные трубопроводы, представляющие собой систему последовательно соединенных между собой секций труб.

4. Определяющими его поведение параметрами, являются число секций труб участка трубопровода, жесткость секции трубы и жесткость стыкового соединения.

5. Для оценки сейсмической уязвимости расчетно-аналитическим методом необходимо при выборе модели расчета учесть соотношение выше указанных параметров.

6. Сейсмостойкость труб под насыпями может быть обеспечена соответствующим выбором их материала и конструкции, а также повышением сейсмическом устойчивости тела насыпей и откосов косогоров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдужабаров А.Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог. – Бишкек: КА-СИ, 1997. – 226 с.
2. Абдужабаров А.Х. Сейсмостойкость водопропускных сооружений Большого сечения // Кабарлар. Вестник. – Выпуск 3(17). – Бишкек, 2007. – С. 147-149.
3. Абдужабаров А.Х. Сейсмостойкость водопропускных труб и подземных переходов / А.Х. Абдужабаров, Н.М. Хасанов, М.М. Жалалдинов // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2013. – № 3. – С. 263-266.
4. Лисов В.М. Совершенствование водопропускных труб // Автомоб. дороги. 1982. – № 7. – С. 9-10.
5. Напедваридзе Ш.Г. Сейсмостойкость гидротехнических сооружений. – М.: ГСИ, 1959. – 266 с.

INCREASING THE SEISMIC RESISTANCE OF WATER PIPES AND UNDERGROUND CROSSINGS

ZHALALDINOV Musa Mubarakovich

Associate Professor

DUSHOEV Satyvaldy Dushoevich

PhD in Technical Sciences, Professor

Osh Technological University

Osh, Kyrgyzstan

On the basis of theoretical and experimental studies, it was revealed that the main reasons for the destruction and loss of stability of operating culverts and underground pedestrian crossings were obtained solutions that ensure the seismic resistance of pipes of a larger section and underground crossings.

Key words: culverts, sloping areas, fluoroplastic, backfill soil, flooding, seismic impact, degree of slope.