

**ЖАЛАЛДИНОВ М.М., ДУЙШОЕВ С.Д., ТУРАБЫЕВ Ч.К.**

<sup>1</sup>ОшТУ им.М.М.Адышева, Ош, Кыргызская Республика

**ZHALALDINOV M.M., DUISHEEV S.D., TURABYEV CH. K.**

<sup>1</sup>OshTU n.a. M.M.Adyshev, Osh, Kyrgyz Republic

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ СИЛ**

### **THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES OF ENGINEERING STRUCTURES ON THE IMPACT OF SEISMIC FORCES**

*Бул илимий макалада тоолуу аймактагы автоунаа жана темир жолдорунун жер титирөөгө болгон туруктуулугун аныктоо боюнча иш аракеттер, жер титирөөнүн кесепетинен автожолдорунун, суу өткөрүүчү түтүктөрдүн, жер астынан жүрүүчү курулмалардын бекемдигин күчтөндүрүү маселелери каралган.*

*Автотранспорттун жер титирөөдөн кийинки кыймылын камсыздоо үчүн автожолдогу өтө кымбат курулмалардын бекемдигин камсыздоо керек. Бул үчүн, суу өткөрүүчү түтүктүн огуна салыштырмалуу узунунан таасир эткен сейсмикалык күчтү изилдешибиз керек.*

*Учурда иштетилип жаткан суу өткөрүүчү түтүктөр жана жүргүнчүлөрдүн жер астынан өткөрүүчү курулмаларды анализдеп көрүп, алар жайгашкан аймактагы жер кыртыштарынын жер титирөөнүн таасиринде жылып кетиши түтүктөрдүн, жол боюндагы бетон арыктардын, суу агызуучу жана жантаймадагы арыктардын астындагы топурактар жылып, отуруп кетип, бул курулмалардын бузулуусуна негиз болоору аныкталды.*

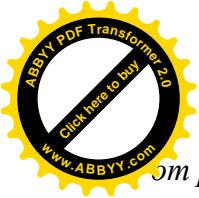
*Кыргызстандын түштүк регионундагы автоунаа жолдорунун ишке жарамдуулугу, аймактын рельефинен жана айрыкча кыртыштардын жайгашуу өзгөчөлүгүнөн көз каранды болот. Анткени кыртыштын жана инженердик курулмалардын термелүүсү өтө татаал тоолу – геологиялык шарттары тиешелүү болуп калат.*

*Ош–Сары-Таш–Иркештам багытындагы автоунаа жолдорунун инженердик курулмаларынын абалын изилдедик, бул багыттагы автоунаа жолдорунун бөлүктөрүндө суу өткөрүүчү түтүктөрдүн жана жүргүнчүлөрдүн жер астынан өткөрүүчү курулмалардын жер титирөөнүн таасириндеги бузулуулар бар экендиги аныкталды.*

**Өзөк сөздөр:** *жол курулмалары, жантайыңкы жерлер, дөбөлөр, модель, натуралдык курулуштар, жер титирөө, гидротехникалык курулмалар, жер титирөөгө туруктуулук, байланышпаган топурактар, горизонталдуу.*

*В данной статье рассмотрены вопросы теоретические и экспериментальные решения по этой проблеме с конкретным рассмотрением поперечного, относительно оси труб, сейсмического воздействия как наиболее опасного для этого сооружения. Для обеспечения надежности этих дорогостоящих сооружений, к тому же они и наиболее часто применяемые искусственные сооружения, от которых зависит возможность дальнейшего передвижения транспорта после землетрясения, необходимо рассмотреть продольные, относительно оси труб, воздействия сейсмических сил. Произведен инженерный анализ существующих систем водоотвода и пешеходных подземных переходов при землетрясениях, в результате сдвига грунтов основания труб, слабым участком являются стыки между звеньями труб, прикормочных лотков, бордюров, отводящих стоков и откосных лотков.*

*Работоспособность автомобильных дорог южного региона Кыргызстана зависит*



*эт рельефа местности и особенностей грунтового сложения, направления пластов, так как колебания грунта и инженерных сооружений при землетрясениях относятся к сложным горно – геологическим условиям. Нами было исследована автомобильная дорога по направлению Ош–Сары-Таш–Иркештам.*

*На участках автомобильных дорог имеются разрушения водопроводных труб и подземных пешеходных переходов.*

*На указанных участках автомобильной дороги направлению Ош–Сары-Таш–Иркештам широкое развитие получил ангидрид соленосные породы, что в результате циркуляции подземных вод приводит к увеличению сейсмической активности в горных породах. В этих условиях увеличивается воздействие сейсмических волн на подземные и надземные транспортные сооружения, которые следует учесть при проектирования искусственных сооружений.*

**Ключевые слова:** *дорожные сооружения, откосы, насыпи, модель, натурные сооружения, землетрясение, гидротехнические сооружения, сейсмостойкость, несвязанные грунты, горизонтальных.*

*This article discusses theoretical and experimental solutions to this problem with a specific consideration of the transverse, relative to the axis of the pipes, seismic impact as the most dangerous for this structure. To ensure the reliability of these expensive structures, besides they are the most commonly used artificial structures, on which the possibility of further movement of transport after an earthquake depends, it is necessary to consider the longitudinal, relative to the axis of the pipes, the effects of seismic forces.*

*An engineering analysis of existing drainage systems and pedestrian underpasses during earthquakes has been carried out, as a result of shifting the soil of the base of the pipes, the weak area is the joints between the links of pipes, bait trays, curbs, drainage drains and slope trays.*

*The operability of highways in the southern region of Kyrgyzstan depends on the terrain and the features of the soil composition, the direction of the layers, since the fluctuations of the soil and engineering structures during earthquakes relate to complex mining and geological conditions. We have investigated the highway in the direction of Osh-Sary-Tash-Irkeshtam.*

*Water pipes and underground pedestrian crossings are destroyed on sections of highways.*

*On these sections of the Osh–Sary-Tash–Irkeshdam highway, salt-bearing anhydride rocks have been widely developed, which, as a result of groundwater circulation, leads to an increase in seismic activity in rocks. Under these conditions, the impact of seismic waves on underground and aboveground transport structures increases, which should be taken into account when designing artificial structures.*

**Keywords:** *road structures, slopes, embankments, model, full-scale structures, earthquake, hydraulic structures, seismic resistance, unbound soils, horizontal.*

**Введение.** 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.

Работоспособность автомобильных дорог южного региона Кыргызстана зависит от рельефа местности и особенностей грунтового сложения, направления пластов, так как колебания грунта и инженерных сооружений при землетрясениях 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 указанных участках автомобильной дороги широкое развитие получил ангидрид соленосные породы, что в результате циркуляции подземных вод приводит к увеличению сейсмической активности в горных породах [5]. В этих условиях увеличивается воздействие сейсмических волн на подземные и надземные транспортные сооружения, которые следует учесть при проектировании искусственных сооружений [6].

В работе [1] освещены основные деформации железобетонных труб и их влияние на сохранность земляного полотна, что в прямой зависимости влияет на повреждения верхнего строения железной дороги и покрытия в автомобильных дорогах. Были рассмотрены теоретические и экспериментальные решения по этой проблеме с конкретным рассмотрением поперечного, относительно оси труб, сейсмического воздействия как наиболее опасного для этого сооружения. Для обеспечения надежности этих дорогостоящих сооружений, к тому же они и наиболее часто применяемые искусственные сооружения, от которых зависит возможность дальнейшего передвижения транспорта после землетрясения, необходимо рассмотреть продольные, относительно оси труб, воздействия сейсмических сил.

Для более полного учета воздействия сейсмических сил на водопропускные трубы, необходимо учесть напряженно-деформированное состояние земляного полотна, чтобы по возможности избежать перенапряженных зон, что позволит сохранить от разрушения весь участок дороги [2]. Экспериментальные и теоретические исследования показывают, что в земляном полотне, проходящем в насыпи, через которое проходит тело водопропускной трубы, наибольшие смещения выявлены в верхней части земляного полотна, а наибольшее напряжение в грунте основания насыпи на глубину  $1/10 H$ , где чаще всего находится фундамент трубы [3]. Естественно, повреждение фундамента вызовет повреждение трубы. Чтобы избежать этого необходимо выявить напряженные участки и предусмотреть антисейсмические швы, что снизит возможные концентрации напряжения.

Разработана методика расчета таких конструкций при действии сейсмических сил [4]. Однако в этих расчетах не учтено влияние динамических параметров земляного полотна и действие динамических нагрузок от подвижного состава железных дорог и большегрузного автотранспорта. Кроме того, в первую очередь, следует оценить воздействие грунта на трубу при колебаниях и массы самой трубы. Сейсмические силы будут состоять из инерционных нагрузок –  $S$  массы трубы, инерционных сил  $Q$ – массы грунта и воздействия от консольной части насыпи –  $S_g$ , что зависит от динамических параметров земляного полотна, что включает в себя напряженно-деформированное состояние земляного полотна с учетом динамических нагрузок подвижного состава.

Как отдельный вариант, возможен учет инерционных свойств грунтов как присоединенной массы грунт – труба.

Сейсмические силы в горизонтальном направлении имеют три составляющие (Рис. 1).

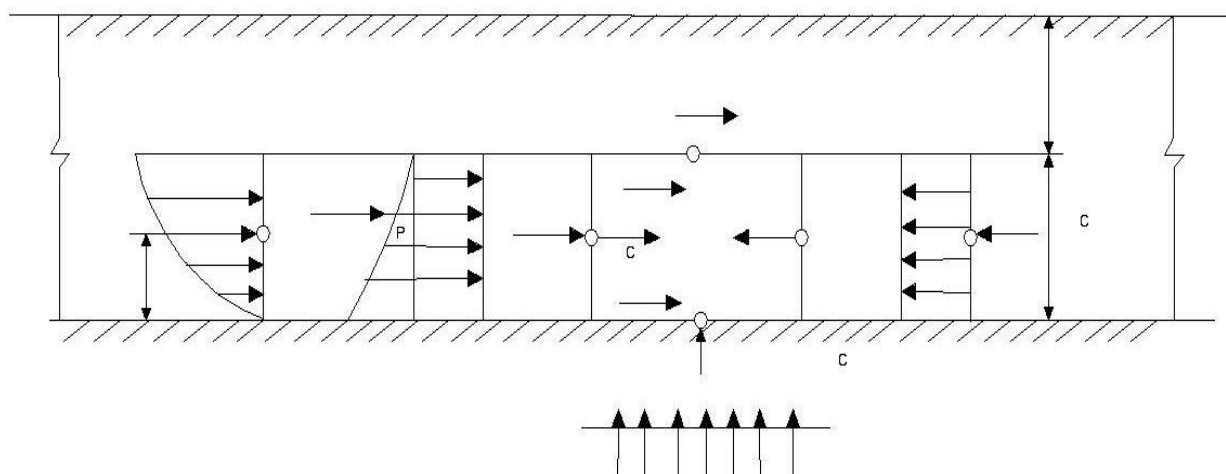


Рис. 1. Схема распределения нагрузок при горизонтальном действии сейсмического воздействия

Инерционные силы  $S_1 - S_4$  от элементов трубы определяются рекомендациями [7] с увеличением на коэффициент-d, который равен для автомобильных дорог  $d=1.1$ , для железных дорог  $d = 1.2$ .

Сейсмическое инерционное давление грунта на трубу является основным видом внешнего воздействия, а эпюра будет иметь координаты с увеличением от основания трубы к верхней поверхности и имеет равнодействующую:

$$P_c = m \int_0^4 P_y(z) dz \quad (1)$$

$$P_y = 0,67\beta(t)AK_1\gamma H \sin\pi z/2H \quad (2)$$

$$P_c = 0,9\beta(t)AK_1\gamma H^2/2 \quad (3)$$

где:  $m$ —коэффициент, учитывающий влияние динамических параметров земляного полотна  $m= 0,65$ ,

$\beta(t)$ —коэффициент динамичности с СНиП II -7-81,

$H$  – высота трубы,

$\gamma$ —объемный вес грунта,

$A, K_1$ —коэффициенты из СНиП II-7-81.

Сейсмическое инерционное горизонтальное давление грунта, находящегося на трубе равно:

$$Q_r = AK_1\gamma H \mu d \quad (4)$$

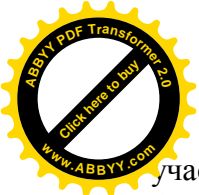
где:  $\mu$ —коэффициент трения грунта по телу трубы.

$d$  – коэффициент, учитывающий действия на трубу, для автотранспорта  $d= 1,1$ ; для железнодорожного транспорта  $s = 1.2$ .

Все эти расчеты позволяют рассчитать дополнительные нагрузки на трубу большого прямоугольного сечения при действии сейсмических сил с учетом назначения дороги и обеспечить ее конструктивную надежность.

Инженерный анализ поведения узлов разрушения водопропускных труб пешеходных переходов при сильных землетрясениях позволил делать следующие **выводы**:

1. Существующие конструкции водопропускных сооружений не могут обеспечить их сохранность при землетрясениях.
2. Наиболее уязвимыми к сейсмическим воздействиям являются составные трубопроводы, представляющие собой систему последовательно соединенных между собой секций труб.
3. Основными определяющими его поведение параметрами являются число секций труб



участка трубопровода, жесткость секции трубы и жесткость стыкового соединения.

4. При исследовании инженерных сооружений на сейсмические воздействия необходимо учитывать влияние земляного полотна дороги и рельефа местности, т.е. степени косогорности, что существенно влияет на сейсмоустойчивость водопропускные сооружения.

5. В натуральных экспериментах были использованы в основном существующие водопропускные трубы различной конструкции, на разных участках степени косогорности и при различных свойствах грунтов оснований и земляного полотна.

### Список литературы

1. Абдужабаров А. Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог [Текст] / А.Х.Абдужабаров. – Бишкек: КАСИ, 1996. – 226 с.

2. Абдужабаров А. Х. Сейсмостойкость водопропускных труб с учетом напряженно-деформационного состояния земляного полотна железных и автомобильных дорог [Текст] / А.Х. Абдужабаров, И.Б. Захаров, В.А. Кинжебаев и др. // Известия ОшГУ. – Ош: 2005. - №2. – С. 55–57.

3. Абдужабаров А. Х. Модельное исследование сейсмостойкости полотна дороги [Текст] А.Х. Абдужабаров, Т.Р. Рашидов // Вопросы механики. - АН Узб. ССР., Фан, 1967. — №5. – С. 87–93.

4. Дорман И.Я. Сейсмостойкость транспортных тоннелей [Текст] / И.Я. Дорман. - М.: Транспорт, 1986. – 174 с.

5. Дуйшоев С.Д. Повышение прочности дорожных одежд с основанием из слабопрочных материалов в Кыргызстане [Текст] С.Д.Дуйшоев, М.М. Жалалдинов, Б.К. Назарбеков // Материаловедение. - Бишкек: 2015. – №9. –С. 233-235.

6. Жалалдинов М.М. Повышение сейсмостойкости водопропускных труб и подземных переходов автомобильных дорогах [Текст] / М.М.Жалалдинов, С.Д. Дуйшоев // Общество. – 2021. - № 2-1 (21). – С. 22-27.

7. Инструкция по учету сейсмических воздействий при проектировании горных транспортных тоннелей // ВСН–193–81. - Москва: 1982. – 68 с.