

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СТРОИТЕЛЬСТВА, ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ
имени Н. ИСАНОВА**

Диссертационный совет К 05.12. 011

На правах рукописи
УДК 622.011.4

ХАСАНОВ Нурали Мамедович

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ПОДЗЕМНЫХ
И НАДЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Специальность 05.23.11 - Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек – 2014

Работа выполнена на кафедре «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета имени академика М.С.Осими

Научный консультант: доктор технических наук, профессор
Абдужабаров Абдухамит Халилович

**Официальные
оппоненты:** доктор технических наук, и.о.профессор
Болотбек Темир

кандидат технических наук, доцент
Тургумбаев А.Т.

Ведущая организация: «Защита в чрезвычайных ситуациях»
Кыргызского – Российского Славянского
университета имени Первого президента
Российской Федерации Б.Н. Ельцина (720000,
г. Бишкек, ул. Киевская, дом 44, КРСУ).

Защита диссертации состоится «30» «июня» 2014г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета К 05.12.011 при Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова по адресу: 720020, г. Бишкек ул. Малдыбаева 34.б, ауд.1/101. Тел./факс: (996-312) 54-51-36; e-mail: madanbekov_72@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова.

Автореферат разослан « » мая 2014 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Строительство автомобильных и железных дорог сопровождается инженерными сооружениями такими как: тоннели; водопропускные сооружения и бетонные покрытия, являющийся наиболее дорогостоящими в условиях горной местности. Практика эксплуатации дорог в сейсмических районах свидетельствуют о многочисленных разрушениях отмеченных дорогостоящих инженерных сооружений, что выводит из возможности дальнейшей эксплуатации всей дороги, особенно в результате воздействия землетрясения. Об этом свидетельствуют результаты последних разрушительных землетрясений, которые происходили в Турции, Китае, Греции, стран Средней Азии и др. странах. История показывают, что в этих случаях воздушное сообщение не может обеспечить требуемого грузооборота, масштабную помощь жителям, оказавшимся в зоне землетрясения, к тому же и взлетно-посадочные полосы подвергаются определенным повреждениям, которые требуют восстановительные работы. Изложенной свидетельствует о необходимости выполнения научно-технических исследований направленных на обеспечение сейсмостойкости подземных и надземных транспортных сооружений.

Часто причиной прекращения движения транспорта являются искусственные сооружения: тоннели, водопропускные сооружения и бетонные покрытия автомобильных дорог, которые являются наиболее чувствительными к сейсмическим воздействиям и повреждаются, начиная с 7 балльных землетрясений. Эти инженерные сооружения являются наиболее слабым звеном всей дороги, действующие нормы строительства в Таджикистане - МКС ТЧ 22-07-2007 и рекомендации СНиП 2.01.08 -91 не могут обеспечить надежность работы этих сооружений при возможных землетрясениях.

Тема диссертации связана с крупными научными программами и основными научно-исследовательскими работами: «Оценка потребности для достижения Целей Развития Тысячелетия (ЦРТ) в Таджикистане (2000-2015 годы)»; «Стратегия Республики Таджикистан в области науки и технологий на 2011-2015 годы» (раздел «Строительство и стройиндустрия»).

Цель работы - разработка методики расчета напряженно-деформированного состояния подземных и надземных транспортных сооружений при воздействии землетрясений и рекомендаций по конструктивным решениям инженерных сооружений для обеспечения надежности работы.

В соответствии с поставленной с целью решались следующие задачи:

-обследование существующих конструкций обделок тоннелей, водопропускных сооружений, бетонных покрытий автодорог и покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов Республики Таджикистан;

-установление наиболее слабые части конструктивных решений существующих подземных и надземных транспортных сооружений дорог на основе анализа результатов последствий сильных землетрясений;

-теоретические и экспериментальные исследования наиболее сильно повреждаемые участки тоннели, водопропускных труб и бетонных покрытия дорог автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов на разрушение;

-разработка инженерных рекомендаций для снижения деформации сооружения при сейсмическом воздействии на объект исследования, по усилению конструктивных решений инженерных коммуникации и покрытий дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов.

Объектом исследования является подземные и надземные сооружения автомобильных дорог и взлетно-посадочные полосы аэродромов Республики Таджикистан.

Предметом исследования является напряженно-деформированное состояния тоннелей, водопропускных сооружений и бетонных покрытий автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов.

Научная новизна:

- разработан новый теоретический подход к расчету напряженно-деформированного состояния обделки тоннеля с учетом глубины и крутизны откосов в порталной части сооружения;

- на основании полученных результатов экспериментальных исследований уточнены и развиты существующие методы инженерных расчетов труб (водопропускные сооружения), бетонных покрытий дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов;

- получена экспериментальная зависимость для разработки более сейсмостойчивых конструкций.

Практическая значимость полученных результатов диссертации заключается:

- сохранить конструкции тоннеля, водопропускных сооружений и бетонных покрытий автомобильных дорог от капитальных разрушений при землетрясении и возможности их дальнейшей эксплуатации при минимальных дополнительных затратах и времени на ремонт;

- в зависимости от грунтовой ситуации и заглубленности тоннеля «Шахристан», уточнена и рекомендована расчетная сейсмичность на различных его участках, которая позволила сократить объем армирования свода данного тоннеля до 20%;

- предложенные ребристые опорные поверхности бетонных покрытий дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов с применением фторопластовых прокладок сейсмоизоляции способствуют снижению сейсмических напряжений и сдвиговых деформаций до 30%, при увеличении капитальных затрат, на рекомендуемые конструктивные решения только на 10%.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

-предложенная методика расчета обделки тоннеля и экспериментальные уточнения влияния грунтовой ситуации на сейсмостойкость этого сооружений;

-конструктивные рекомендации бетонных покрытий, обеспечивающий снижения напряжений в них и величины сдвиговых деформаций;

- сборная конструкция водопропускного сооружения и подземных переходов с сейсмоизолирующими узлами.

Личный вклад автора. Автором сформулирована цель и задачи исследований, намечены пути их теоретического и экспериментального решения. Автором усовершенствована инженерная методика расчета напряженно-деформированного состояния конструкций под действием особой сейсмической нагрузки с определением основных параметров водопропускной конструкции, а также ему принадлежит и формулирование основных выводов.

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждаются идентичностью результатов расчета конструкций по предлагаемой автором методике с результатами собственных экспериментов и данными других исследователей, а также использованием экспериментально-теоретических исследований, современных методов физико-механического исследования, использованием современного оборудования и приборов для испытания бетонных покрытий автомобильных дорог.

Апробация результатов работы. Основные положения работы и полученные результаты докладывались и обсуждались на: Республиканских научно-практических конференциях: «Строительное образование на современном этапе» (г.Душанбе, 2009г.); «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии» (г.Душанбе, 2009 г.); «Года образования и технической культуры» (г.Душанбе, 2010г.); «Наука и строительное образование на современном этапе» (г.Душанбе, 2011 г.); «20-летия 16 сессия Верховного Совета, 15 летя мира и национального согласия Республики Таджикистан и года развития энергетики» (г.Курган-Тюбе, 2012г.); Международной научно-практической конференции: «Перспективы развития науки и образования в XXI в» (г.Душанбе, 2010 г.); «Архитектурное образование и архитектура Таджикистана: 50 лет развития» (г.Душанбе, 2013г.); «Международному году сотрудничества в области воды» (г.Курган-тюбе, 2013 г.); «Насридин Исанов – видный государственный деятель Кыргызской Республики» (г.Бишкек, 2013 г.); VII координационной совещании Института «Таджикгипротранстрой» (г.Душанбе, 2013г).

Результаты исследований апробированы и внедрены: Центром реализации проекта реабилитации автодороги Душанбе-Чанак при проходке тоннеля «Шахристан» Республики Таджикистан; в Таджикском техническом университете имени академика М.С.Осими при разработке методического материала для студентов специальности «Шахтное и подземное строительство»; Институтом водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан как дополнительные материалы при разработке алгоритма для определения амплитудно-частотных характеристик тоннелей с учетом достижения экономического эффекта от применения разработанной конструкции водопропускных труб.

Опубликованные результаты. Материалы диссертации опубликованы в 11 научных трудах, в том числе 5 в научных периодических изданиях, рекомендованных НАК КР.

Структура и объемы работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованных источников и приложения. Текстовая часть изложена на 103 страницах машинописного текста, содержит 23 рисунок, 10 таблиц и список использованных источников из __ наименований, в том числе 10 на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, цель и задача исследования, сформулированы научная новизна и практическая ценность полученных результатов и сделан научный обзор.

В первой главе проводится обзор и анализ поведение инженерных сооружений при землетрясениях, существующих методов расчета и конструирования транспортных сооружений при определении сейсмостойкости тоннелей и водопропускных труб в насыпи бетонных покрытий автомобильных дорог.

В настоящее время существует три основных подхода к определению напряженного состояния транспортных сооружений.

Первый подход динамическая теория подземных трубопроводов, этой теории посвящены исследования А.А. Ильюшина, Т.Р. Рашидова, Г.Х. Хожметова, Я.Н. Мубаракова, А.А. Ишанходжаева, А.К. Каюмова, С.Ф. Проскуриной, Х.С. Сагдиева, Абдужабарова А.Х, Иманалиева Т.Б. и др.

Второй квазистатический подход, который был развиты Ш.Г. Напетваридзе, Н.Н. Фотиевой, Н.С. Булычевым, И.Я. Дорманом, А.П. Козловым, Ж.С. Ержановым, Ш.М. Айталиевым, Ж.к. Масановым, Я.Н. Мубараковым, Д.Д. Барканым, А.К. Каюмовым и др.

Третий подход, связанный с учетом стационарной дифракции сейсмических волн, развит М.А. Черевко, А.С. Космодамианским, Б.М. Мардоновым, Л.А. Алексеевой, К. Чао, Ш. Окамото, С. Сакураи и др.

Нами проведен анализ большого числа описаний других разрушительных землетрясений. Можно отметить, что во всех случаях оказывалось аналогичное распределение интенсивности сейсмических колебаний в зависимости от микро геологических условий. Все эти данные являются убедительным доказательством того, что предельная сила разрушительного землетрясения на скальных плотных породах не превышает 7 баллов. Увеличение силы сотрясения происходит за счет эффекта, вызываемого рыхлыми песчано-глинистыми отложениями.

Анализ последствия сильных землетрясений и резюмируя выше сказанное, можно кратко сформулировать основные принципы, положенные в основу построения схемы сейсмического районирования:

1. Сильные землетрясения приурочиваются к зонам крупных тектонических разрывов;

2. Предельная сила землетрясений на скальных породах не превосходит 7 баллов;

3. Максимальное проявление сейсмических сотрясений проявляется в песчано-глинистых отложениях и может быть выше, чем на плотных породах в среднем на 1 балл

В области исследования инженерной сейсмологии главную роль играют эксперименты на моделях и натуральных сооружениях. Исходя из этого, в работе основные результаты рекомендации и конструктивные решения получены на базе этих методов.

а). Сейсмические платформы

Частота вынужденных колебаний платформы находится в зависимости от величины кинематического момента вибратора и ее изменение возможно только с изменением числа оборотов электродвигателя по схеме Леонарда. Диапазон изменения частоты – в пределах 4-20 Гц и регулируется с пульта управления вручную.

Амплитуда колебаний платформы меняется от 0,2 до 2,0 мм, зависит от массы образцов и инерционной силы, возбуждаемой вибратором.

Колебания сейсмоплатформы трех режимов: стационарные и нестационарные с моделированной продолжительностью от вибратора и нестационарные затухающие от импульсного удара маятника весом 5500 Н. Оттяжка маятника на расчетную амплитуду осуществляется лебедкой. Совместная работа вибратора и маятника дает колебания с пиками, что близко имитирует колебания почвы при землетрясении.

Модель полотна дороги исследовались в поперечном направлении. Это опасное направление сейсмической волны для земляного полотна. Для ограничения модели были дополнительно установлены ограждающие щиты. Чтобы обеспечить должное зацепление между грунтом основания и настилом, а также во избежание утечки грунта при вибрации, настил облицован слоем рубероида, а щиты – полиэтиленовой пленкой для свободы перемещения насыпной части. В целях создания естественного зацепления между поверхностью основания дороги и насыпью земляного полотна на настиле сейсмоплатформы отсыпан слой грунта толщиной 10 см.

Ускорение платформы подсчитывается по формуле.

$$W = A4\pi^2\omega^2 \quad (1)$$

где: А- амплитуда платформы;

ω - частота платформы, Гц,

а коэффициент сейсмичности платформы равен

$$K_{ст} = W/g \quad (2)$$

При этом для 7-балльного землетрясения моделируется ускорение $W=500 \text{ мм/с}^2$, для 8-балльного – $W=1000 \text{ мм/с}^2$, для 9-балльного $W=2000 \text{ мм/с}^2$.

б). Исследование взрывным методом.

Сейсмозрывной метод исследования транспортных сооружений позволяет наиболее полно воспроизводить сейсмическое воздействие, которое наблюдается при землетрясении.

Результаты экспериментов показывают, что напряженно-деформированное состояние подземных сооружений и окружающего грунта, зависит от размеров и формы поперечного сечения сооружения глубины его заложения, от свойств грунтовой среды и степени косоности основания сооружения, если оно расположено относительно неглубокого от поверхности земли.

в) Методика центробежного моделирования.

Применение центробежного моделирования имеет свое обоснование для сложных инженерных сооружений не поддающихся математическому моделированию, а также для проверки результатов расчета и результатов ранее проделанных экспериментов в более упрощенном виде. Этот метод моделирования практически единственный, который обеспечивает полное сохранение физической природы доследуемых процессов и явлений, осуществляя одновременно подобие в пространстве и во времени.

Известно, что для обеспечения равенства напряжений и деформаций в сооружении и его модели следует увеличить объемный вес материала модели - это может обеспечить лишь метод центробежного моделирования.

В качестве силового поля, подобно гравитационному, используется поле центробежных сил, создаваемое центробежных сил, создаваемое центробежной машиной и имеющее в (n) раз большую интенсивность, где: n- линейный масштаб моделирования [26].

$$n = \sqrt{1 + \left(\frac{\omega^2 \cdot R}{g}\right)^2} \quad (3)$$

где: ω – угловая скорость центрифуги;

R – эффективный радиус вращения;

g – ускорение свободного падения

При моделировании движения механической системы при центробежном моделировании будет в (n) – раз меньше, чем в натуре при моделировании процессов. Изменяя скорость вращения центрифуги, используя (1) можно выбрать масштаб моделирования.

В второй главе освещены вопросы обоснования, рекомендаций и конкретизации расчетной сейсмичности по трассе тоннеля «Шахристан» в зависимости от грунтовых условий и влияния порталной части и косогорности горного хребта.

Результатом этих исследований было конкретно установлено, что монолитные скальные участки тоннеля можно рассчитывать на 7 баллов, а с рыхлыми отложениями на 9 баллов расчетной сейсмичности, что существенно повлияет на процент армирования свода тоннеля «Шахристан».

Получены алгоритмы для расчета смещений и напряжения в сечении тоннеля для однородных и разнородных грунтов при реальной акселерограмме Газлийского землетрясения.

Колебания грунта и инженерных сооружений при землетрясениях в сложных горно-геологических условиях, к которому относится территория Таджикистана, зависти от рельефа местности и особенности грунтового сложения направления пластов. Поэтому вполне логично для расположения сооружений выбирать участки, где сейсмические волны наименее всего проявят свои разрушительные воздействия и создаст наименьшие напряжения в сооружениях. Особенно это проявляется в тоннеле, которые часто проходят различные грунтовые условия и разломы. Для уточнения активизации в грунтах сейсмических волн были использованы научные разработки.

Строительство тоннелей и особенно транспортного назначения, за некоторым исключением, осуществляется исключительно в горных регионах. В связи с этим инженерно-геологические условия участков их сооружения предопределяются особенностями процесса горообразования (орогенеза) в земной коре вообще и формирования конкретных горных областей и отдельных их участков в частности.

С позицией чисто научных геологических исследований, несмотря на множество серьезных проблем, относительно определена и этому посвящено в мировой литературе большое количество работ, в том числе и обобщающего характера. В то же время с позиций инженерной геологии формирование (инженерно-геологических) свойств массивов горных пород при горообразовании в научной литературе практически не отражено и особенно в региональном плане.

Имеющиеся материалы по отдельным участкам непосредственного строительства подземных сооружений, хотя и представляют определенную научную и практическую ценность, тем не менее они очень редко могут служить прямыми аналогами для прогноза условий подземного строительства в других горных регионах. И связано это прежде всего с исключительным многообразием и сложностью формирования горных сооружений и слагающих из горных пород обуславливающих их взаимосвязей и взаимоотношений сложностью эндогенных и экзогенных процессов, их взаимосвязи и взаимоотношения во времени и пространстве, обуславливающих многообразие, сложность формирования горных пород, что проявляется в активности сейсмических сил на инженерные сооружения.

В связи с изложенным представляется более обоснованно оценивать горные сооружения Таджикистана применительно к вопросам подземного строительства не в плане сравнения по отношению какой-то особой специфики к горным сооружениям других стран, а в плане вообще их характеристики.

Территория Таджикистан располагается в пределах Южного Тянь-Шаня и Памира, горный рельеф которых сформировался в новейший тектонический этап. С точки зрения новейшей тектоники эти горные страны относятся к типу эпиплатформенных. При этом в связи с преобладанием пород фундамента в пределах собственно горных сооружений характерно

сводово-глыбовая структура, то есть развитие пологих изгибов с крупноблоковым и мелко блоковым внутренним строением. Иначе говоря, преобладающее значение и формировании структура горных сооружений имеют дизъюнктивная деформации. Пликативные же деформация пород фундамента происходили в соответствующие эпохи, предшествовавшие новейшему тектоническому этапу.

Блоковое строение горных сооружений сопряжено с широким развитием разрывных тектонических нарушений различного порядка, определяемого по их протяженности и мощности зон дробления.

Среди них выделяются глубинные, региональные разлома, соответственно 1 и 2-го порядка, по классификации СНиП 2.02.02-85 и определяет общий план новейшего тектонического строения горных сооружений. Региональные разломы, наряду с краевыми определяют граница основных новейших тектонических структур-зон поднятий и впадин. Блоковое строение самих этих структур формируется по разлому, в основном 4-го порядка и в меньшей степен 3-го порядка. В свою очередь строение самих блоков, как правило, осложнено крупными трещинами 5-го порядка, которые часто относят к малым формам разрывных тектонических нарушений.

В инженерно-геологическом отношении применительно к подземному строительству в горных сооружениях наиболее сложные горнотехнические условия приурочиваются именно к разрывным нарушениям. Обусловлено это тем, что связанные с ними зоны дробления пород и повышенной трещиноватости обладают относительно большой мощностью, достигающей десятки сотни метров. В пределах таких зон первичные породы преобразуются в новые виды пород, выделяемые среди них такие основные разности как какириты, катакладиты, тектонические брекчие, милониты обладают более низкими прочностными свойствами. Такие породы как правило, слабоустойчивые и способствуют увеличению сейсмостойкого воздействия. Проходка подземных выработок этих грунтах требует применение специальных мероприятий. Исследования зон разрывных нарушений в инженерно-геологическом отношении в региональном плане всей территории Таджикистана не проводились. Они изучались лишь на отдельных участках в районах гидротехнического и гидроэнергетического строительства. Таких, как Нурекская ГЭС, Рогунская ГЭС, Байпазинская ГЭС, Сангтудинская ГЭС, автодорожных тоннелей Кандах, Карагач, Шар-Шар, Дангаринский и Зеравшанский гидротехнические тоннели и ряд других объектов. Полученные при этом материалы показали, что кроме вещественного состава в результате геологического развитие разрывных нарушений происходит значительное изменение первоначального материала, на который воздействует множество факторов. Прежде всего, это гидротермальное растворы, значительно изменяющие горные породы как зон разрывных нарушений, так и прилегающих к ним сохранных. Появляются новые минералы глинистые, карбонатные и кварцевые. На участках Нурекской и Рогунской ГЭС широкое развитие получили ангидрит, соленосные породы, что в результате с циркуляцией подземных вод приводит к увеличению сейсмической активности в горных породах. В

пределах толщ карбонатных пород с подземными водами связаны процессы карстообразования, что значительно усложняет строительство подземных и надземных транспортных сооружений. В этих условиях увеличивается воздействия сейсмических волн на подземные и надземные транспортные сооружения, которых следует учесть при уточнении расчетной сейсмичности.

Результатом этих исследований было конкретно установлено, что монолитные скальные участки тоннеля можно рассчитывать на 7 баллов, а участком с рыхлыми отложениями на 9 баллов расчетной сейсмичности, что существенно повлияет на процент армирования свода тоннеля «Шахристан».

Во всем мире наблюдается резкое увеличение строительства тоннелей на дорогах. Это осуществляется во всех республиках: Таджикистане, Кыргызстане, Узбекистане и Казахстане, где высокая сейсмичность. Для обеспечения не прерывной связи северных и южных регионов республики Таджикистан ведется строительство автодорожного тоннеля «Шахристан», длиной 5,2 км, под Гиссарским хребтом, в обход Шахристанского перевала. Район строительства относится к 9 бальной сейсмичности.

Необходимо определить величины напряжений в грунте основания и вокруг свода тоннеля и координаты где они достигают предельных значений в зависимости от изменения физико-механических свойств грунтов.

Расчеты произведены методом конечных элементов (МКЭ). Положительной стороной этого метода являются: простота получения систем разрешающих уравнений, возможность сгущения сетки элементов в ожидаемых местах высоких градиентов исследуемого параметра и задания любых граничных условий, а также учет неоднородных деформационных и плотностных свойств материала, легко программируются на алгоритмических языках

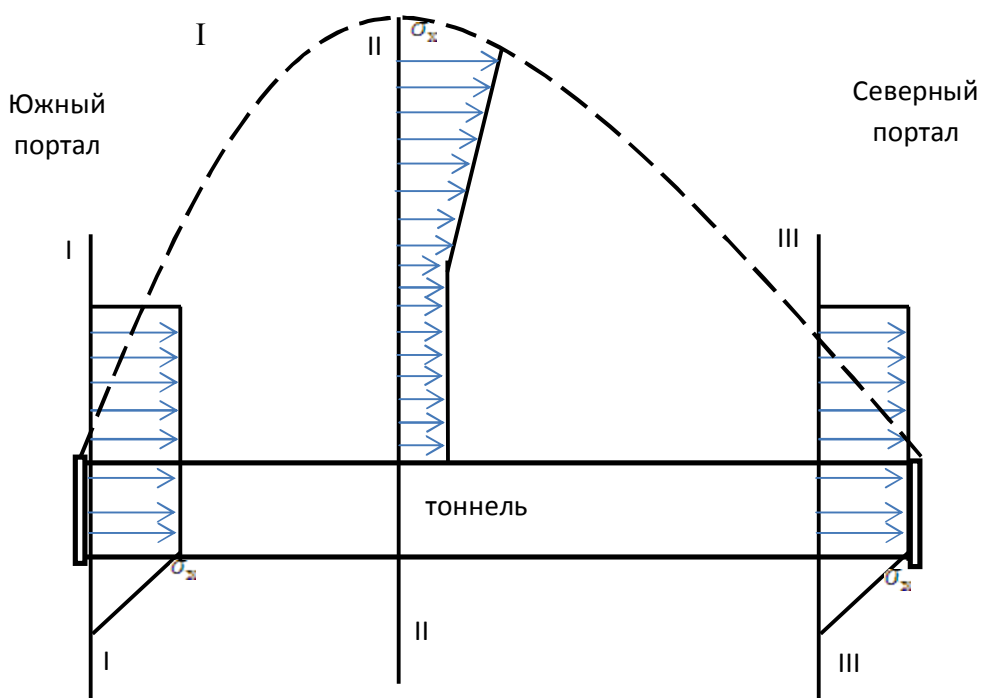


Рис. 1. Расчетная схема тоннеля «Шахристан» и эпюры напряжений в трех сечениях

Граничные условия для элементов по мере заглубления изменялись по линейному закону, и описывается законом Гука

$$\sigma = (D\varepsilon)K, \quad (4)$$

где: σ – компоненты напряжения;

ε – компоненты деформации;

D – матрица упругости;

K – коэффициент упругости.

$K = K_3 \times K_c$,

где: K_3 – коэффициент запаса устойчивости с учетом сейсмического воздействия;

K_c – коэффициент сейсмичности, принимаемый зависимости от интенсивности расчетной сейсмичности.

$D = [d_{ij}]$, ($ij = 1,2,3$) – матрица упругости.

$$\sigma = \{ \sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy} \}^T, \quad \varepsilon = \{ \varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy} \}$$

Линейная связь между компонентами тензора и напряжений имеет вид:

$$\begin{aligned} \left. \begin{matrix} d_{11} \\ d_{12} \end{matrix} \right\} a_{11} &= \left\{ \begin{matrix} \cos^4 \varphi + 2(a_{13} + 2a_{55})\sin^2 \varphi \cos^2 \varphi + a_{33} \left\{ \frac{\cos^4 \varphi}{\sin^4 \varphi} \right\}; \\ \sin^4 \varphi \end{matrix} \right\}; \\ d_{22} &= a_{13}[a_{33} - a_{11} - 2(a_{13} + a_{55} + 2)] \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi; \\ d_{13} &= [a_{11} \cos^2 \varphi - a_{33} \sin^2 \varphi - (a_{13} + 2a_{55}) \cos^2 \varphi] \sin \varphi \cos \varphi; \\ d_{13} &= [a_{11} \sin^2 \varphi - a_{33} \cos^2 \varphi - (a_{13} + 2a_{55}) \cos^2 \varphi] \sin \varphi \cos \varphi; \\ d_{33} &= a_{55} + [a_{11} + a_{23} - 2(a_{13} + 2a_{55})] \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi \quad (d_{ij} = d_{ji}); \end{aligned} \quad (5)$$

$$a_{11} = a_{22} = E_1 (n - \gamma_2^2)(1 + \gamma_1) - 2\gamma_2^2;$$

$$a_{12} = E_1 (\gamma_1 * n + \gamma_2^2) (1 + \gamma_1) [n(1 - \gamma_1) - 2\gamma_2^2]^{-1};$$

$$a_{13} = E_1 \gamma_2 [n(1 - \gamma_1) - 2\gamma_2^2]^{-1};$$

$$a_{33} = E_1 (1 - \gamma_1) [n(1 - \gamma_1) - 2\gamma_2^2]^{-1};$$

$$a_{44} = a_{55} = G_2 * n = E_1 * E_2^{-1};$$

где: E – модуль упругости; γ_k ($k = 1,2$) – коэффициент Пуассона; G_2 – модуль сдвига; φ – угол наклона откоса горного перевала у портала тоннеля.

Аналогично вращение матрицы в средней части тоннеля при $\varphi = 0$, $E_n = E$, $\gamma_k = \gamma$ $G_2 = E [2(1 + \gamma)]^{-1}$ и имеет вид:

$$D = \frac{E(1-\gamma)}{(1+\gamma)(1-2\gamma)} \begin{bmatrix} 1 & \frac{\gamma}{1-\gamma} & 0 \\ \frac{\gamma}{1-\gamma} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-2\gamma}{2(1+\gamma)} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Для решения напряженно-деформированного состояния обделки тоннеля используем принцип стационарности полной потенциальной энергии деформируемых систем Лагранжа, система находится в равновесии, сумма работ всех внутренних и внешних сил равно нулю:

$$U + \gamma = 0.$$

Согласно МКЭ соотношение, определяющие функции формы имеют вид:

$$\begin{aligned} h_1 &= -0,25(1-\xi)(1+q)(\xi-q+1); \\ h_2 &= 0,5(1-q^2)(1-\xi); \\ h_3 &= -0,25(1-\xi)(1-q)(\xi+q+1); \\ h_4 &= 0,5(1-\xi)(1-q); \\ h_5 &= 0,25(1+\xi)(1-q)(\xi-q-1); \\ h_6 &= 0,5(1-q^2)(1+\xi); \\ h_7 &= 0,25(1+\xi)(1+q)(\xi+q-1); \\ h_8 &= 0,5(1-\xi^2)(1+q). \end{aligned} \quad (7)$$

Функции перемещений в пределах элемента:

$$U = \sum_{i=1}^8 h_i u_i; \quad \gamma = \sum_{i=1}^8 h_i \gamma_i \quad (8)$$

где U, γ – перемещение любой точки $u_i, \gamma_i, i=1,8$ смещение q узлов.

Деформации в пределах элемента определяются путем дифференцирования: $\varepsilon_x = \frac{du}{dx}; \varepsilon_y = \frac{dv}{dy}; \gamma_{xy} = \frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx}$; или $\{\varepsilon\} = [B]\{\delta\}$

$$[B] = \begin{bmatrix} \frac{dh_1}{dx} & 0 & \frac{dh_2}{dx} & 0 & \dots & \frac{dh_8}{dx} & 0 \\ 0 & \frac{dh_1}{dy} & 0 & \frac{dh_2}{dy} & \frac{dh_3}{dy} & \frac{dh_8}{dy} \\ \frac{dh_1}{dy} & \frac{dh_1}{dx} & \frac{dh_2}{dy} & \dots & \frac{dh_8}{dy} & \frac{dh_8}{dx} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Матрица жесткости элемента вычисляется с помощью двойного интеграла:

$$[K^e] = t \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 [B]^T [D] [B] \det[Y] d\phi d\xi. \quad (10)$$

Интеграл после применения квадратуры Гаусса – Лежандра приводится к виду:

$$[K^e] = t \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N_i N_j [B]^T [D] [B] / \det[Y], \quad (11)$$

где: N_i, N_j ($i, j = 1,2,3$) весовые коэффициенты; n – количество точек интегрирования.

Матрица жесткости системы $[K]$ образуется путем суммирования по всем – m элементам матрицы жесткости.

$$[K] = \sum_{i=1}^m [K^e]. \quad (12)$$

Если известна матрица жесткости системы $[K]$, то легко получается основная система алгебраических уравнений, связывающие узловые силы с узловыми перемещениями:

$$[K]\{\gamma\} = \{F\}, \quad (13)$$

где: γ и F векторы перемещения и сил всех узлов.

Система алгебраических уравнений решается методом последовательного исключения по Гауссу.

На основе изложенного алгоритма была составлена программа и проведены расчеты с целью выяснения влияния сейсмичности в зависимости грунтовых условий на весь грунтовый слой нахождения ствола тоннеля.

Наибольшие напряжения в грунте в верхней части и в порталах тоннеля, в средней части наименьшие и смещения свода что позволяет сделать вывод, что на 9 баллов нужно рассчитывать порталную часть свода тоннеля на длину до 100 метров, далее 100-200 метров на 8 балльную расчетную сейсмичность, а среднюю часть достаточно рассчитать на 7 балльную расчетную сейсмичность. Эти результаты имели подтверждение при модельных экспериментах на сеймоплатформе центробежного моделирования Института механики и сейсмостойкости сооружений АН Узбекистана. Анализ последствий сильных землетрясении многих стран подтверждают повреждение сводов тоннелей в основном в порталной части. При проектировании тоннелей следует выбирать более крутые косогоры, а ложе косогоры увеличивают длины опасных участков при сейсмических воздействиях.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований разработки водопропускных сооружений для косогорных участков автомобильных дорог с возможностью сборного варианта, что необходимо при строительстве на отметке более 2000 м.

Наибольшие конструктивные затруднения при проектировании водопропускных труб и подземных пешеходных переходов возникают на косогорных участках, где рельеф местности не только усложняет конструкцию, но и увеличивает величину сейсмического воздействия в зависимости от степени косогорности .

В Таджикистане автомобильные дороги строятся на высоте более 2000 метров над уровнем моря, что усложняет условия строительства и требует разработки конструкций из сборных элементов.

Нами разработан сборный вариант водопропускного сооружения, который обладает рядом преимуществ по сравнению со сборными круглыми трубами и состоят 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 - Рис. 2.

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 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.

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 сооружения на косогоре можно проектировать с наклоном, но чтобы не было сдвига при сейсмическом воздействии необходимо устраивать в фундаменте поперечный «зуб» в грунт основания – Рис. 2. Расстояние между ними равна в зависимости от уклона оси и равна при уклоне $i=1:10$; $l=10$ м; $i=1:5$; $l=5$ м, при 9 бальной сейсмичности.

В предлагаемой конструкции – Рис. 2, грунт засыпки – $h=0,75$ м, при армировании грунта стеклотканью грунт засыпки можно уменьшить до $h=0,5$ м. Значительное влияние прокладки из фторопласта, которая выполняет 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.

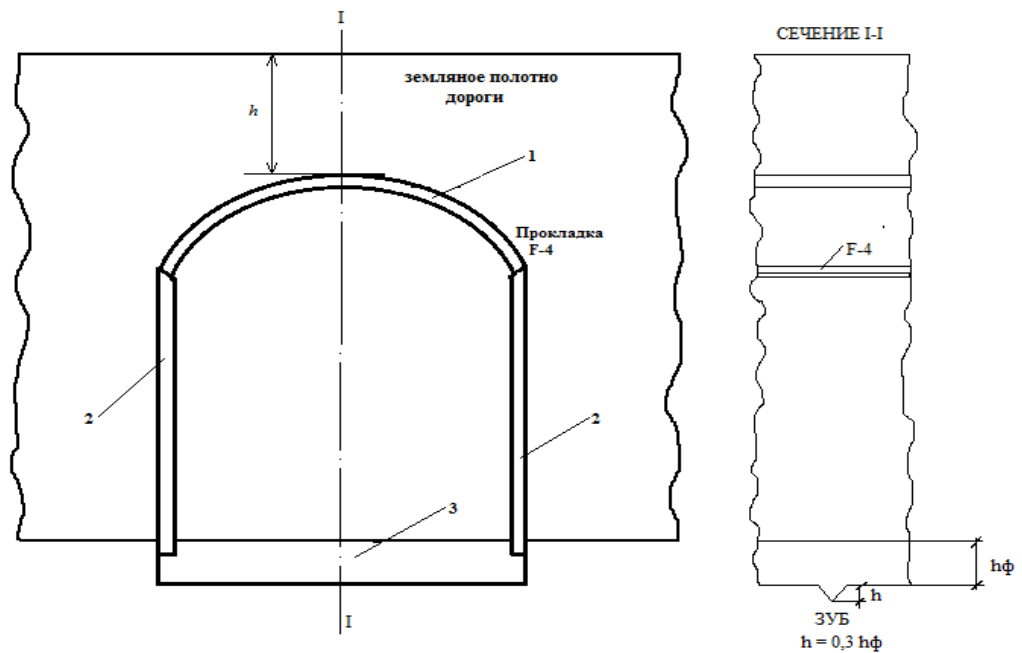


Рис. 2. Сборная конструкция водопропускного сооружения
для сейсмических районов

1 – арка, 2 – подпорные стенки, 3 – фундамент.

В крупных трубах большого сечения (диаметр труб больше 1м) 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 экспериментальные исследования (Рис. 3).

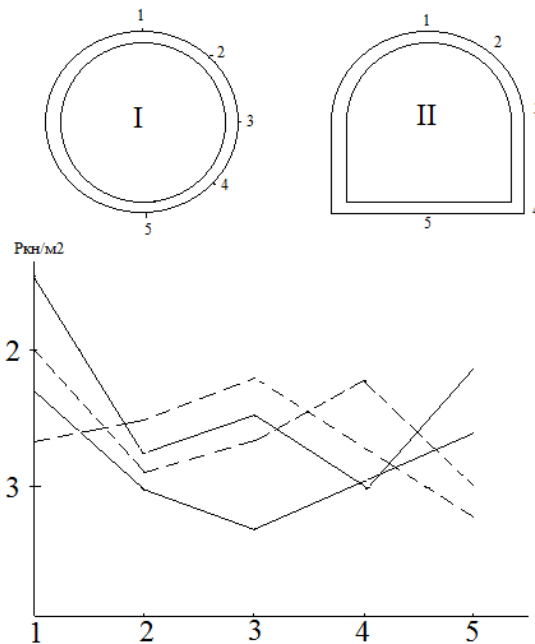


Рис. 3. Величина активного сейсмического давления на трубы при $Y = 9$ баллов, грунт супесь, сечение - п .

- сейсмическое давление
 ----- статическое давление.

Четвертая глава посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям бетонных покрытий автомобильных дорог и взлетно – посадочных полос аэродромов. В процессе теоретических и экспериментальных исследований уточнены формулы расчета напряжений от сейсмического воздействия, улучшающие сопротивляемость этих конструкции при проектировании для тоннелей и бетонных покрытий автомобильных дорог с учетом распространения сейсмических продольных и поперечных волн.

В результате последних 5-10 лет при сильных землетрясениях в Китае, Индонезии, Турции были выявлены разрушения не только покрытий автодорог , но взлетно-посадочных полос аэродромов, что приводило к частичному прекращению движения автотранспорта и длительному закрытию аэропортов , что привело не только к экономическим потерям но и к невозможности оказания срочной помощи в районах проявления землетрясений.

Решению этой сложной задачи – исследования сейсмостойкости бетонных покрытий с обоснованием актуальности посвящены исследования профессора Абдужабарова А.Х. где с теоретическим и экспериментальным методом получены конструктивные решения дающие возможность частично решить задачу методики конструирования бетонных покрытий. Нами продолжены исследования в этом направлении , что позволило уточнить результаты и учесть их конструкции бетонных покрытий.

Расчетная схема дорожного покрытия приведена на рис.4. Действия сейсмической волны направлены по направлению длины плиты, что приводит к максимальному изгибу плиты и соответственно максимальным дополнительным напряжениям по оси X.

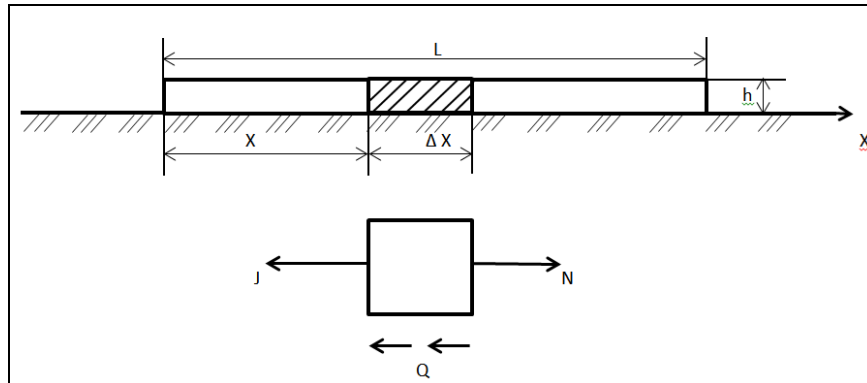


Рис. 4 Расчетная схема дорожного покрытия

На бетонное покрытие действуют следующие силы :

1. Равнодействующая сил взаимодействия между поверхностью плиты и грунта основания

$$Q = aG_x u(x, t) dx \varepsilon_x \quad (14)$$

где: ε_x – коэффициент учитывающий массу грунта основания участвующих в совместных колебаниях с плитой.

2. Продольная сила

$$N = EF \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} dx \quad (15)$$

3. Сила инерции элемента

$$J = -m \frac{\partial^2 (u_0 + u)}{\partial t^2} dx \quad (16)$$

Уравнение продольного движения бетонной плиты :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + b^2 k = -\frac{\partial^2 u_0}{\partial t^2} \quad (17)$$

где: v – скорость распространения волны в плите :

$$v^2 = \frac{EF}{m} b^2 = \frac{aLG_x}{m} \quad (18)$$

a - ширина плиты;

L -длина плиты;

G_x – коэффициент сдвига плиты;

u_o – перемещения почвы при землетрясении;

m - масса единицы длины плиты.

Начальные условия :

$$u(x,0)=\dot{u}(x,0)=0$$

Граничные условия:

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = \frac{k_u}{EF} \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=L} = \frac{k_u}{EF} \quad (19)$$

Уравнение (19) решается по синусоидальному закону изменения ускорения земной поверхности:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = k_c g \sin \omega t \quad (20)$$

Решением уравнения (17) с граничными и начальными условиями получено:
смещение плиты равно:

$$u_{x=0,L} = \frac{k_c g T^2}{2\pi} * \frac{\varphi}{\mu^2 + \varphi^2 + 2\varphi} + \frac{w}{b} \frac{\sin \frac{b\pi}{w}}{w^2 - b^2} * \frac{2k_c g}{\varphi + 2} \varepsilon_x \quad (21)$$

Напряжение в бетонной плите :

$$\sigma_{x=0,L} = \frac{E k_c T^2}{2\pi L} * \frac{w^2}{\mu^2 + \varphi^2 + 2\varphi} \varepsilon_x \quad (22)$$

$$\text{где: } \varphi = \frac{KL}{EF}; \quad a_n = \sqrt{\frac{EF}{m}}; \quad \mu = \frac{L}{a_n} \sqrt{\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 + b^2}$$

где: k_x - коэффициент защемления плиты;

T - период колебания почвы;

ε_x - коэффициент величина которого установлена экспериментально и равна

$\varepsilon_x = 1,1$ при мелко-ребристой опорной поверхности плиты;

$\varepsilon_x = 1,2$ при арочной опорной части плиты;

$\varepsilon_x = 1,0$ при гладкой поверхности плиты;

Так же напряжение в бетонном покрытии от сейсмического воздействия можно определить по формуле , которая нами уточнена экспериментально :

$$\sigma^2 = \frac{WT\sqrt{(E_n + \alpha E_r)\gamma_{пр}}}{2\pi\sqrt{(1+\alpha)g}} \beta \quad (23)$$

β -коэффициент, учитывающий конструкцию основания плиты, для плоского

$\beta = 1$, для ребристого $\beta = 0,9$; для арочного $\beta = 0,8$;

$E_n, E_{rп}$ – модули упругости покрытия и грунта основания ;

T – период колебания грунта;

W – расчетное сейсмическое ускорение грунта;

α – коэффициент соотношения грунта основания и толщины покрытия, которые участвуют в совместных колебаниях;

$\alpha = 0,8$ при 7 баллах; $\alpha = 0,5$ при 8 баллах; $\alpha = 0,1$ при 9 баллах при гладкой поверхности бетонного покрытия.

Если основание плиты укрепить геотекстилем, что предложено в работе; то $\alpha = 0,6$, что на 40% снижает напряжение в бетонной плите.

При рифленой опорной поверхности покрытия $\alpha = 1,0$ при $J = 7$ баллов ,

$\alpha = 0,7$ при $J = 8$ баллов, $\alpha = 0,3$ при $J = 9$ баллов

Получены графики напряжений в бетонной плите в зависимости от закрепления концов плит по формуле (22) и по формуле (23) что дает возможность определить наличие в конструкции ребер и гладкой поверхности (рис.5,6).

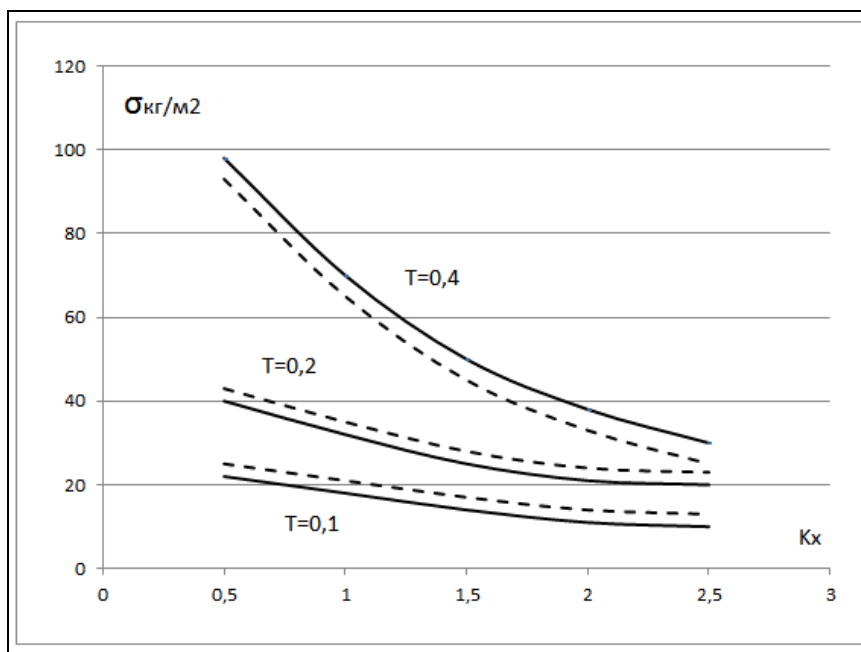


Рис 5. Зависимость напряжения в дорожном покрытии от коэффициента зацепления K_x

— по расчетной формуле (22) - - - по результатам эксперимента

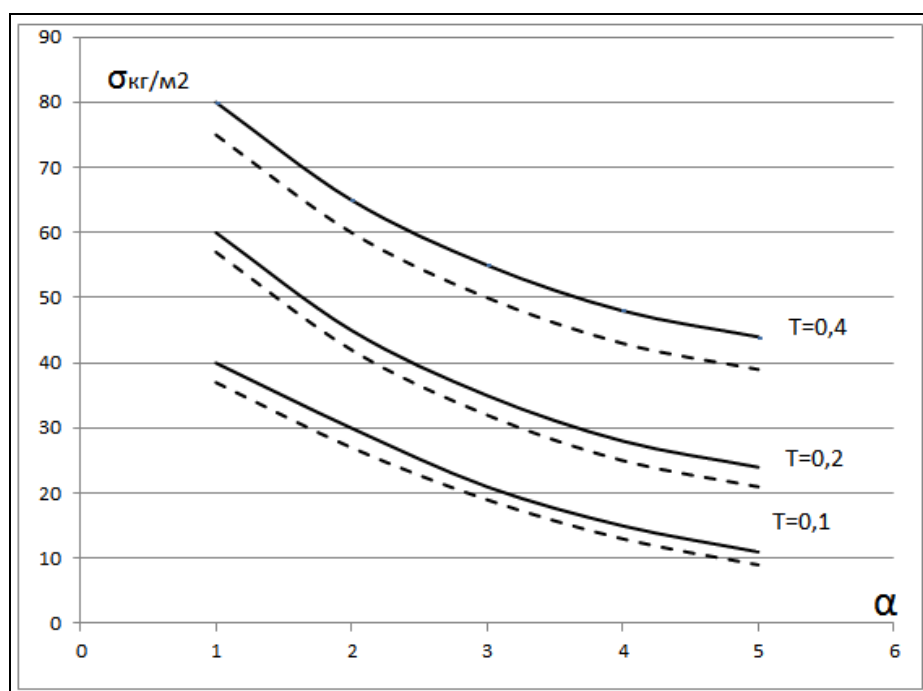


Рис 6. Зависимость напряжения в бетонном покрытии от коэффициента соотношения грунта основания и толщины покрытия α .
— по расчетной формуле (23) - - - по результатам эксперимента

По результатам расчетов и экспериментов можно сделать вывод, что конструктивные решения бетонного покрытия позволяют снизить напряжение в них, если снизить коэффициент заземления плиты, что возможно если по торцам запроектировать прокладки из фторопласта F-4, а

так же проектировать плиты с ребристой опорной поверхностью или арочной поверхностью а так же при применении геотекстиля в песчаном основании плиты.

ВЫВОДЫ

1. Анализ последствий сильных и разрушительных землетрясений убедительно показывает, что дорожные сооружения, особенно тоннели, водопропускные сооружения, бетонные покрытия автомобильных дорог и аэродромов подвергаются сильным разрушениям, что создает трудности для безотлагательного использования транспорта с целью помощи районам стихийных бедствий.

2. Действующие нормативные документы по проектированию транспортных сооружений не могут обеспечить их сохранность в сейсмически активных зонах, что подчеркивает актуальность научных исследований в этом направлении.

3. Результаты анализа грунтовой условия тоннеля «Шахристан» Республики Таджикистан, теоретические расчеты и экспериментальные исследования взрывным методом позволили обоснованно выделить участки 7,8 и 9 балльной расчетной сейсмичности по длине тоннеля, что позволяет сократить сметную стоимость до 20% по сравнению с вариантом, где вся трасса принята с 9 балльной сейсмичностью.

4. Расчеты, проведенные эксперименты и анализ последствий землетрясений показывают, что наибольшие повреждения тоннели получили вблизи порталной части, что зависит от степени крутизны откоса горы в этом сечении. Поэтому целесообразно порталную часть тоннеля располагать, по возможности, в скальных грунтах с большой крутизной откоса.

5. Разработана конструкция трубы большого сечения, способная заменить мостовой переход небольшого пролета, что является более технологически удобной, более сейсмостойкой и допускает применение сборного варианта, который значительно дешевле при строительстве и эксплуатации. Эта конструкция, применяемая для сброса воды, дает

возможность увеличить полезную высоту тоннеля на 0,2 м, а в случае укрепления грунта засыпки геотекстилем, добавляется еще 0,3 м. При этом сейсмостойкость основания трубы и в целом тоннельной обделки увеличивается, т.к. расчетную сейсмичность можно снизить на 1 балл. Кроме того, эта конструкция более устойчива на косогорном участке, т.к. в конструкции предусматривается «зуб» для удержания сооружения от сдвига, что часто проявляется при землетрясениях.

6. Разработанный сборный вариант водопропускных труб и подземных переходов для пешеходов, обеспечивает сейсмостойкость этого сооружения, удобен при строительстве на косогорах и на отметках более 2000 м и дает экономию строительных материалов до 20%, способствуют сокращению периода строительства, а так же замене малого мостового перехода пролетом до 3,5 метра, который значительно дороже по сметной стоимости и по эксплуатационным расходам.

Список опубликованных работ по теме диссертации:

1. Хасанов Н.М. Обоснование способов и технологии строительства в зонах разрывных тектонических нарушений [Текст] / Н.М. Хасанов // Горная книга. – М., 2005. -№4. – С. 343-345.

2. Хасанов Н.М. Разработка критерия эффективности технологических приемов проходки тоннеля [Текст] / Н.М. Хасанов // Депонирование в Горном журнале. – М., 2006. -№2. -11 с.

3. Хасанов Н.М. Критерий эффективности технологических приемов проходки тоннеля «Шахристан» [Текст] / Н.М. Хасанов Н.М., М.А. Сулейманова // Материалы IV Международной научно-практической конференции (НПК) «Перспективы развития науки и образования в XXI в». – Душанбе: ТТУ, 2010. – С. 107-111.

4. Хасанов Н.М. Основы экологической безопасности при освоении подземного пространство города [Текст] / Н.М. Хасанов, А. Дж. Ятимов, А.Р. Рузиев А.Р. // Материалы IV Международной НПК «Перспективы развития науки и образования в XXI в». - Душанбе: ТТУ, 2010. – С. 101-107.

5. Хасанов Н.М. Конструктивные решения бетонных покрытий дорог и взлетно-посадочных полос в сейсмических районах [Текст] / А.Х.

Абдужабаров, Н.М. Хасанов // Наука и новой технологии. – Бишкек: Изд-во НЖ и ДХЛ, 2012. -№9. – С. 34-39.

6. Хасанов Н.М. Уточнение инженерно-геологических условий тоннеля «Шахристан» для определения расчетной сейсмичности [Текст] / Н.М. Хасанов // Известия КГТУ им. Раззакова. – Бишкек: ИЦ «Техник», 2012. - №27. – С.109-111.

7. Хасанов Н.М. Снижение сейсмического воздействия на инженерные сооружения с учетом геологического строения местности [Текст] / Н.М. Хасанов // КГТУ им. Раззакова. – Бишкек: ИЦ «Техник», 2012. - №27. – С.107-109.

8. Хасанов Н.М. Расчет свода тоннелей с учетом динамических свойств грунтов в сейсмических районах [Текст] / А.Х. Абдужабаров, Н.М. Хасанов // Вестник КГУСТА. – Бишкек: КГУСТА, 2013. - №3. – С. 260-263.

9. Хасанов Н.М. Сейсмостойкость дорожных водопропускных трубы и подземных переходов [Текст] / А.Х. Абдужабаров, Н.М. Хасанов // Вестник КГУСТА. – Бишкек: КГУСТА, 2013. - №3. – С. 263-266.

10. Хасанов Н.М., Саидов Ф.Х. Метод расчета подборных стен и экспериментальные исследования работы протяженных в плане фундаментов [Текст] / Н.М. Хасанов, Ф.Х. Саидов // Материалы Международной НПК «Архитектурное образование и архитектура Таджикистана: 50 лет развития». - Душанбе, 2013. – С.251-256.

11. Хасанов Н.М., Критерии эффективности технологических приемов проходки тоннеля «Чормагзак» Республики Таджикистан [Текст] / Н.М. Хасанов, О. Бобобеков // Вестник Таджикского национального университета. –Душанбе, 2013. - №1/3(110). - С.98-104.

КОРТУНДУ

Хасанов Нурали Мамедовичтин 05.23.11 – жолдорду, метрополитендер, аэродромдор, көпүрөлөр жана транспорт тоннелдерин долбоорлоо жана куруу адистиги боюнча техникалык илимдердин кандидаты илимий даражасын изденип алуу үчүн «Жер алдындагы жана жер үстүндөгү транспорт курулуштарынын сейсмикалык туруктуулугун камсыздоо» темасындагы диссертациясына.

Негизги сөздөр: чыңалган–деформацияланган абал, акселограммды бекитүү, чыңалуу, сейсмотуруктуулук, тегерете жасоо, которулуштуруу, жыштык, термелүү формалары, тоннель, сейсмикалуулук.

Изилдөөнүн объектиси - Таджикистан Республикасындагы автомобиль жолдорунун жер алдындагы жана жер үстүндөгү курулуштары жана аэродромдордун учуп-конуу тилкелери.

Иштин максаты - жумуштардын ишенимдүүлүгүн камсыздоо үчүн жер алдындагы жана жер үстүндөгү транспорт курулуштарынын жер титирөөлөрдүн таасири астында чыңалган–деформацияланган абалын

эсептеп чыгуу методикасын жана инженердик курулуштардын конструкциялык чечимдери боюнча сунуштарды иштеп чыгуу.

Изилдөө методдору стандарттуу жана атайын иштелип чыккан алгоритмдерди пайдалануу менен теоретикалык, эксперименталдык моделдик жана натуралык изилдөөлөрдү камтыйт.

Алынган жыйынтыктар жана алардын жащылыгы:

- Жол жана аэродромдорду бетон жапкычтарынын белгилүү эсептөө ыкмалары такталып, эксперименталдуу изилдөөлөр менен салыштырылган;

- Шахристан трассасындагы тоннелдин жертитирөөгө каршы эсептөө туруктугу кыртыштан жана анын терендигинен аныкталган мындай аныктоо 20% чейин чатырга кетүүчү арматураны үнөмдөлдү.

- Сейсмоизоляцияланган фторопластикалык прокладкалар менен колдонууга сунуш кылынган кырды бетондуу тегиздиктер жол жана аэродром үчүн сейсмикалык чыналууну жана кыймыл деформацияны 30% азайтат, сарпталган конструктивдик чыгым 10% түзөт.

Колдонуу шарты:

Изилдөө жыйынтыктары автомобиль жолдорду, аэродромдорду жана тоннелдерди долбөөрлөөдө жана куруушта колдонууга сунуш кылынат.

Жол алдындагы жана жер устундогу транспорт курулуштарынын конструкцияларын эсептөөгө сунушталган методикаларды жер кыймылдоодо кыйроодон сактап калууга мумкундук берет.

Экономикалык натыйжа бир жылга 750 мин сомонини түзөт.

РЕЗЮМЕ

диссертации Хасанова Нурали Мамедовича на тему «Обеспечение сейсмостойкости подземных и надземных транспортных сооружений» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.11 - Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, крепь акселограмма, напряжение, сейсмостойкость, обделка, перемещение, частота, формы колебания, тоннель, сейсмичность.

Объектом исследования является подземные и надземные сооружения автомобильных дорог и взлетно-посадочные полосы аэродромов Республики Таджикистан.

Цель работы - разработка методики расчета напряженно-деформированного состояния подземных и надземных транспортных сооружений при воздействии землетрясений и рекомендаций по

конструктивным решениям инженерных сооружений, для обеспечения надежности работы.

Методы исследования включают теоретические, экспериментальные модельные и натурные исследования с применением стандартных и специально разработанных алгоритмов.

Полученные результаты и научная новизна работы:

- уточнены существующие методы расчета труб, бетонных покрытий дорог и аэродромов с сопоставлением результатов с экспериментальными исследованиями;

- по трассе тоннеля Шахристан уточнена расчетная сейсмичность на различных участках в зависимости от грунтовой ситуации и заглубленности, что позволило сократить армирование свода до 20%;

- рекомендованные ребристые опорные поверхности бетонных покрытий дорог и аэродромов с применением фторопластовых прокладок сейсмоизоляции снижают сейсмические напряжения и сдвиговые деформации до 30%, а расходы на эти конструктивные решения увеличивают только на 10%.

Область применения: Расчет, проектирование и строительство водопропускных сооружений, тоннелей, бетонных покрытий автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов.

Предложенные методики инженерного расчета конструкций тоннеля, водопропускных сооружений и бетонных покрытий, автомобильных дорог обеспечивают надежную работу сооружений в сейсмоопасных районах.

Экономическая эффективность: При использовании результатов исследований эффект составляет 750 тыс. сомони.

SUMMARY

Of dissertation Khasanov Nurali Mamedovich on theme «Earthquake proofing of underground and overhead transport structures» for a degree of PhD in Technical Sciences with a specialization in 05.23.11 – Developing and construction of roads, underground railway road, aerodromes, bridges and transport tunnels.

Key words: mode of deformation, immediate support akseogramm, stress, seismic capacity, lining, moving, frequency, mode shape, tunnel, seismicity.

Target of study is underground and overhead structures transport roads and airport runway of the Republic Tajikistan.

Aim and tasks of the work – development of calculation procedure of a mode of deformation of an underground and an overhead transport structures under the influence of earthquakes and recommendations on a constructive decisions of an engineering structures, for reliability control of the work.

Methods of study include theoretical, experimental mock-up study and field observation using standard and specifically developed algorithms.

Results and scientific novelty:

- on base of results of experimental studies is clarified and developed the existing methods of engineering calculations pipes (culverts), concrete paving of roads and runways of airfields;

- depending ground state and embedment tunnel of "Shahristan" verified and recommended seismic design at various sites, which will reduce the arch part of the reinforcement of the tunnel to 20%;

- proposed ribbed bearing surfaces of concrete pavement of roads and runways of airfields using ftoroplast gaskets seismoisolation help reduce stress and seismic shear strains to 30%, with an increase in capital expenditures, the recommended design solutions by only 10%.

Scope: Calculation, design and construction of culverts, tunnels, concrete pavements for automobile roads and runways of airfields.

Proposed methods of calculation of the engineering structural design of the tunnel, culverts and concrete paving of automobile roads ensure the reliable operation of structures in seismic areas.

Economic efficiency: At using the results of researches of the effect is 750 thousand somoni.