

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ БАЛОЧНЫХ МОСТОВ

Бул макалада көпүрөнүн аралык курулмасына сейсмикалык жана кыймылдуу жүктөрдүн вертикалдуу динамикалык таасирин төмөндөткөн таяныч бөлүкчөсүнүн конструкциясы каралган.

В статье рассматривается конструкция опорной части, которая снижает вертикальные динамические воздействия на пролетное строение от сейсмических и подвижных нагрузок и тем самым повышает сейсмостойкость моста в целом.

In this article considered the design of the supporting part, which reduces the vertical dynamic impact on the superstructure of the seismic and moving loads, and thus increases the seismic resistance of the bridge as a whole.

Площадь районов с сейсмической активностью от шести до девяти баллов составляет одну пятую часть территории СНГ, что равно площади почти всех стран Европы. Сейсмоопасные районы имеются в 11 бывших союзных республиках, в том числе и в Кыргызской Республике.

На территории с сейсмичностью 7...10 баллов расположены крупные культурные и промышленные центры, многочисленные города и населенные пункты. Вся эта сравнительно густонаселенная часть мира подвержена землетрясениям, которые сопровождаются разрушениями несейсмостойких зданий и сооружений, гибелью людей и уничтожением материальных и культурных ценностей, накопленных трудом многих поколений. В эпицентральных зонах таких землетрясений нередко нарушается нормальное функционирование промышленности, транспорта, электроснабжения и др., что ведет к значительному материальному ущербу.

Нарушение работы транспортного сооружения, а результатом является прекращение движение на период от нескольких дней до нескольких недель, а разрушение мостов прекращает движение до нескольких месяцев и даже лет. Такое нарушение работы транспорта в зоне стихийного бедствия затрудняет спасательные, аварийные и восстановительные работы. Выход из строя на длительный срок осложняет и блокирует работу промышленных и сельскохозяйственных комплексов, так как срыв поставок продукции одного звена вызывает нарушение производственного цикла по всей цепи взаимосвязанных предприятий, резко снижает эффективность производства на длительный срок. В зоне разрушительного землетрясения транспортные сооружения должны обеспечить проведение спасательных, аварийных и восстановительных работ, эвакуации населения, пострадавшего при землетрясении, и перевозку особо срочных народнохозяйственных грузов и медикаментов.

В сейсмических районах к зданиям и сооружениям, в том числе и к мостам, предъявляются требования по сейсмостойкости /1, 2/.

Автодорожные и железнодорожные мосты имеют исключительно важное народнохозяйственное значение, недопустим даже временный выход из строя этих сооружений.

Обеспечение сейсмостойкости мостовых конструкций приводит к удорожанию их на 10...12 % по сравнению со стоимостью мостов в обычных несейсмоопасных районах. В связи с этим изыскание новых конструктивных решений мостов и их конструкций, которые обеспечивали бы их сейсмостойкость при минимальных материальных затратах, является весьма актуальным.

Повышение сейсмостойкости мостовых конструкций обеспечивает снижение материального ущерба и человеческих жертв от разрушительных землетрясений.

Опыт землетрясений показывает, что при сейсмических воздействиях в мостах обычно разрушаются опорные части, происходит падение и сдвиг пролетного строения с опор /3, 4/.

Поэтому от конструкций опорных частей зависит сейсмостойкость моста в целом. Когда эпицентрального расстояния находится вблизи мостов, происходит разрушение пролетного строения от вертикальных составляющих сейсмического воздействия или падение с их опор. В работе предлагается конструкция опорной части, которая снижает как вертикальные сейсмические воздействия, так и воздействие подвижных нагрузок на пролетное строение и тем самым повышает сейсмостойкость моста в целом.

Предлагаемая конструкция относится к строительству балочных мостов и может быть использована при строительстве автодорожных и железнодорожных мостов в сейсмических районах.

Задачей предлагаемой конструкции является повышение надежности моста при динамических воздействиях, возникающих при вертикальных сейсмических нагрузках и при прохождении транспорта.

Поставленная задача решается тем, что в мостах, включающих поддерживающие балку железобетонные блоки, установленные на жесткое основание с использованием эластичных упругих прокладок, и прикрепленные к блокам через эластичные прокладки балок, согласно изобретению, каждый поддерживающий балку железобетонный блок установлен на эластичной упругой пористой прокладке и слое песка в нише, образованной в подферменной плите, опирающейся на опору, снабженными пропущенными сквозь него, прокладку слоем песка закрепительными и регулировочными тросами, верхние концы закрепительных тросов соединены с подбалочной подкладкой с помощью болтов и гаек, а нижние прикреплены к анкерным петлям, закрепленным на дне ниши, верхние концы регулировочных тросов соединены с подбалочной подкладкой посредством регулировочных элементов, а нижние прикреплены к закрепительным тросам, при этом между подферменной плитой и балкой предусмотрен зазор, величина которого должна удовлетворить условию

$$\Delta > \frac{P}{k},$$

где **P** – максимальная нагрузка на балку от транспорта; **k** – коэффициент жесткости упругой эластичной прокладки, а регулировочные элементы, например, состоят из жестко закрепленных к регулировочным тросам стержней с резьбой и затяжных гаек.

При невыполнении этого условия происходит удар балки на опору, что нежелательно для пролетного строения.

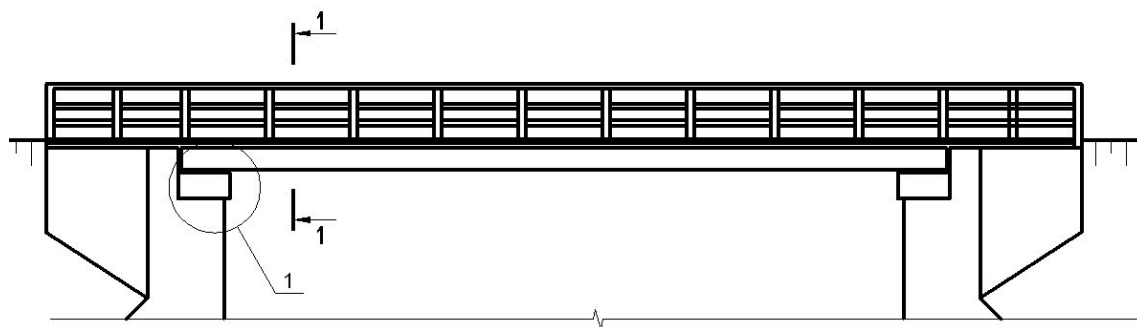
Конструкция поясняется чертежами: Фасад моста; Поперечный разрез моста 1–1; Узел 1; Узел 2;

Мост включает опору 1, на которую опираются подферменная плита 2 с прямоугольными нишами 3, балки 4 с отдельными скреплениями через эластичные прокладки 5 с подкладкой 6, закрепленной на подбалочных железобетонных блоках 7. Железобетонные блоки 7 укладываются на эластичных упругих прокладках 8 с порами 9, размещенных в прямоугольной нише 3 с песком 10, и закрепляются на дне ниши с помощью закрепительных элементов 11.

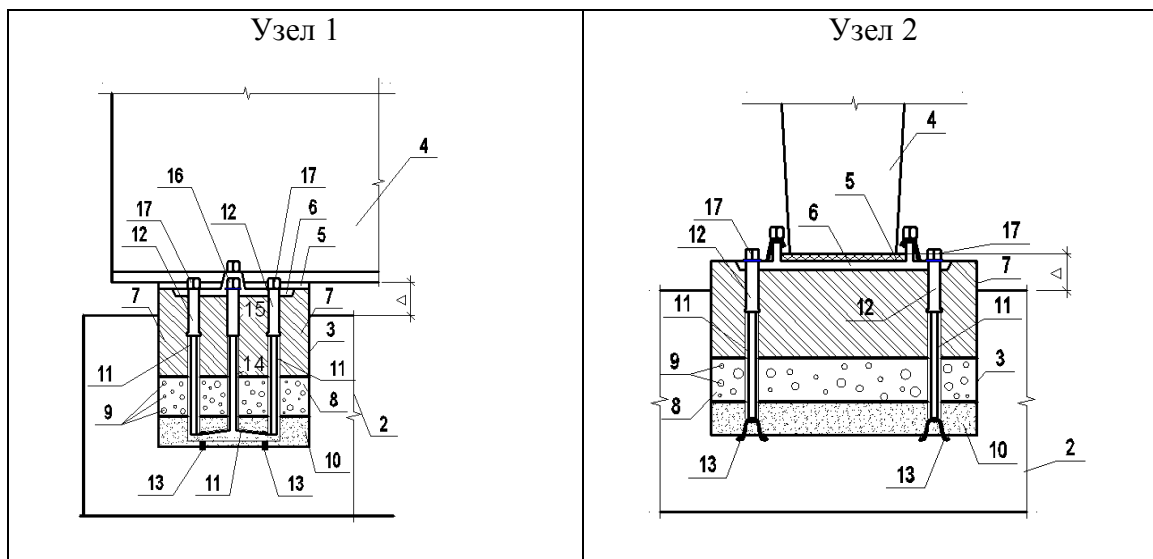
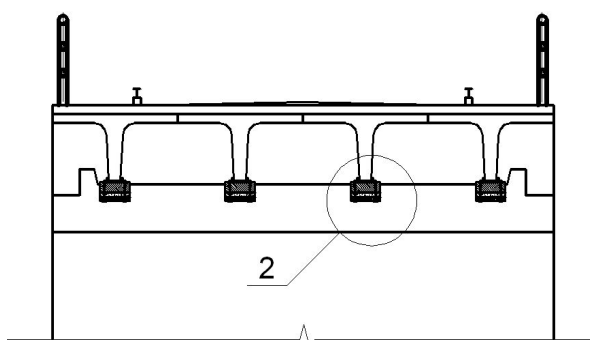
Закрепительные элементы выполнены в виде гибких тросов 11, на концах которых закреплены болты 12. Для упругого закрепления железобетонного блока с балкой на подферменную плиту на дне ниши 3 имеются металлические анкерные петли 13. Упругость эластичной прокладки 8 зависит от количества опор 9 в прокладке 8 и регулируется регулировочными элементами 14, соединенными одними концами с тросами 11, а другими концами – с подбалочными подкладками 6 посредством затяжных стержней 15 с резьбой и

гаек 16. Подбалочные подкладки 6 жестко закрепляются на железобетонные блоки 7 с помощью соединительных болтов 12 и гаек 17.

Предлагаемая конструкция работает следующим образом. При вертикальных сейсмических воздействиях и прохождении транспорта динамическая нагрузка передается через железобетонные блоки 7 на эластичные упругие прокладки 8, которые при этом сжимаются, поглощая часть энергии, возникающей при колебании моста, а оставшаяся часть энергии гасится песком 10. Наличие песка 10 в нише 3 обеспечивает быстрое затухание колебания пути. Затягиванием гаек 16 можно добиться требуемой вертикальной жесткости моста и тем самым обеспечить возможность сдвига колебаний моста от резонансных зон, а песок, увеличивая коэффициент затухания, уменьшает пиковые напряжения, возникающие в конструкциях пролетного строения при возможном появлении резонанса.



Фасад моста



Поперечный разрез 1-1

Рис. 1. Конструкция опорной части для сейсмостойкого моста

При циклических динамических нагрузках подбалочные железобетонные плиты 7 перемещаются вверх и вниз в вертикальном направлении, попеременно включая в работу и выключая из работы тросы 11, 14 на растяжение. Когда упругие эластичные прокладки 8 сжимаются, тросы 11, 14 выключаются из работы, принимая искривленную форму, а при обратном направлении динамической нагрузки, когда упругие прокладки 8 стремятся принять первоначальное положение, перемещая вертикально в верх подбалочные железобетонные блоки 7, в работу на растяжение включаются тросы 11, 14, постепенно выпрямляясь и растягиваясь.

Потенциальная энергия упругих прокладок 8 рассеивается и гасится тросами 11, 14 и песком 10. Циклическое искривление и выпрямление тросов 11, 14 производят периодическое разрыхление песка 10, что уменьшает вертикальную жесткость и увеличивает коэффициент затухания колебаний моста. Таким образом, совместная работа упругих прокладок 8, песка 10 и тросов 11, 14 приводит к уменьшению вибраций при колебании моста и способствует быстрому затуханию вертикальных колебаний, возникающих при прохождении автомобиля по мосту.

Регулируемыми элементами 15 путем затягивания гаек 16 можно подбирать оптимальную жесткость опорной части, при которой не будет резонансных явлений. Наличие тросов 11, 14 и песка 10 увеличивает коэффициент затухания, а это приводит к уменьшению пиковых напряжений, возникающих при колебаниях железнодорожного пути.

Разработанная конструкция повышает надежность работы моста при сейсмических и динамических нагрузках, уменьшая шум и вибрации /5/.

Список литературы

1. Джанузаков К.Д. Карта сейсмического районирования Кыргызской Республики (М 1:1000000) / К.Д. Джанузаков, О.К. Чедия, К.Е. Абдрахматов, А.Т. Турдугулов. - Бишкек: Илим, 1996. - 24 с.
 2. СНиП КР 20-02:2004. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. [текст] – Бишкек: 2004.
 3. Шекербеков У.Т. Разрушение транспортных сооружений при сильных землетрясениях прошлого века с 1895-1988 годы [текст] / У.Т. Шекербеков. – Алматы: Вестник КазАТК, 2010. - №1. - С. 71-77.
- Шекербеков У.Т. Последствия разрушительных землетрясений[электронный ресурс] / У.Т. Шекербеков. Режим доступа: <http://arch.kyrlibnet.kg/uploads/SHEKERBEKOV%20U.T..pdf>
4. Патент № 932 Железнодорожный путь / Апсеметов М.Ч., Жумабаев Р.А., Айдаралиев А.Е., Шекербеков У.Т. (KG). Патент КР от 31.01.2007.