

**АПСЕМЕТОВ М.Ч., ЖУМАБАЕВ Р.А., АЙДАРАЛИЕВ А.Е.,
КУРМАНБЕК УУЛУ Н.**

КГУСТА им. Н.Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика

**APSEMETOV M.CH., ZHUMABAEV R.A., AIDARALIEV A.E.,
KURMANBEK UULU N.**

KSUSTA n.a. N. Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic

(muhtar.ap@mail.ru kurmanbekuulu@mail.ru)

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МОСТА НА ПЕРЕГОНЕ КАРАСУУ-ОШ

TECHNICAL EXPERTISE OF THE RAILWAY BRIDGE ON THE RUNNING KARASUU-OSH

Бул макалада «Кыргыз темир жолу» менен «Мостоотряд» мамлекеттик ишканасы түзгөн келишимдин негизинде Кыргыз мамлекеттик курулуш, транспорт жана архитектура университетинин адистери тарабынан аткарылган Карасуу-Ош 16+585 км темир жолунда жайгашкан көпүрөнү текшерип, сыноо иштери каралган.

***Өзөк сөздөр:** темир жол көпүрө, темир жол транспорт, техникалык акыбал, статикалык мүнөздөмө, статикалык текшерүү, динамикалык текшерүү, толкун кабылдагыч, динамикалык коэффициент.*

В данной статье рассматривается обследование и испытание железнодорожного моста на перегоне Карасуу-Ош 16+585, произведенные специалистами Кыргызского государственного университета строительства транспорта и архитектуры (КГУСТА) на основании договора с «Мостоотряд» ГП «НК «Кыргыз темир жолу».

***Ключевые слова:** железнодорожный мост, железнодорожный транспорт, техническое состояние, статические характеристики, статическое испытание, динамическое испытание, сейсмоприемник, динамический коэффициент.*

This article examines the survey and testing of a railway bridge on the Karasuu-Osh 16 + 585 stretch, carried out by specialists from the Kyrgyz State University of Transport and Architecture Construction (KGUSTA) on the basis of an agreement with the Mostootryad of the State Enterprise NK Kyrgyz Temir Zholu.

***Key words:** railway bridge, railway transport, technical condition, static characteristics, static test, dynamic test, seismic receiver, dynamic coefficient.*

Мост расположен поверху над автодорогой Ош-Карасуу, обеспечивает работу железнодорожного транспорта. Верхнее строение железнодорожного пути на мосту – однопутный, балластный на деревянных шпалах.

Цель обследования и испытания – оценка технического состояния мостовой конструкции, в оценке их соответствия требованиям нормативной документации и техническое заключение с выводами и предложениями по дальнейшей эксплуатации моста.

Для достижения вышеуказанной цели решались такие задачи как: изучение и анализ технической документации на сооружение; обмерные работы - выявление действительных размеров конструкции моста; осмотр видимых частей сооружения конструкций с



выявлением дефектов; определение статистических характеристик моста; определение динамических характеристик сооружения; составление технического заключения и выводы о состоянии строительных конструкций моста для разработки мероприятий по осмотру, текущему и капитальному ремонту и рекомендации по дальнейшей эксплуатации моста.

Техническая экспертиза моста выполнялась в соответствии с требованиями пунктов СНиП 3.06.07-86 /1/ и СНиПы /2, 3/.

Мост четырехпролетный, разрезные пролетные строения из железобетона, длина моста 51,35. Береговые пролеты длиной 9,30 м - балки таврового сечения из обычного железобетона. Промежуточные пролетные строения длиной 13,5 м - балки таврового сечения из обычного железобетона. Габарит моста – 4,18 м с двумя служебными проходами по 0,5 м. Фундаменты опор монолитные на естественном основании. Тело опор сборное, железобетонное.

Конструктивное описание моста. Пролетное строение моста – железобетонные разрезные балки. Схема железнодорожного моста 9,30+2·13,50+9,30. Пролетные строения моста из Т- образных балок по 2 шт. в каждом пролете. Опоры железобетонные рамные сборные, опорные части тангенциальные подвижные и неподвижные.

Район, где располагается сооружение, относят к сейсмически опасному району и сейсмостойкость района составляет 9 баллов. По сейсмическим свойствам грунт II технической категории /4/. Данное сооружение введен в эксплуатацию в 1985 г. Высота металлических перильных ограждений составляет 1,10 м. Путь моста однопутный на балласте, ширина пути 4,18 метров, служебных проходов 0,5 м /4/.

Пролетные строения. Пролетные строения моста состоят из 2-х главных балок таврового сечения. Балки работают на пролете совместно, так как они объединены поперечными балками. На балках пролетного строения наблюдаются выщелачивание и коррозия бетона, в связи с этим имеются оголения арматуры в отдельных местах. Локально обнаружены вертикальные и наклонные микротрещины. Нарушены гидроизоляционные слои пролетного строения, из – за которых происходит просачивание воды через сводов. Наблюдается неорганизованный водоотвод с пролетного строения моста.

При проведении технической экспертизы, для изучения дефектов применяется метод неразрушающего контроля. Из-за разрушенной гидроизоляции и отсутствия вышеуказанного организованного водоотвода, под мостом локально наблюдаются выщелачивание и коррозия бетона.

Железнодорожный путь, балласт, деревянные шпалы, перильные ограждения, железобетонные плиты служебного прохода, на момент обследования находятся в неудовлетворительном состоянии. На пути водоотводные трубки в плохом состоянии, заполнены грязью. Водоотвод производится неорганизованно, и поверхностная вода, растекаясь по мостовому полотну, затекает на конструкции балок и опор. Часть поверхностных вод не дренируется через балластный слой и на шпальных ящиках пути образуются лужи.

Опоры. Опоры интенсивно подвержены коррозии. Молотком Кашкарова определялся класс бетона опор, который равен В 25. В общем, состояние береговых опор удовлетворительное. В опорах и пролетных строениях моста наблюдаются трещины, как вертикальные, так и наклонные. Этому поспособствовали переменное замерзание и оттаивание влаги, также под воздействием динамической нагрузки от подвижного состава.

Промежуточные опоры в удовлетворительном состоянии. Класс бетона по прочности В25.

Статическое испытание моста. Статическое испытание осуществлялось для измерения прогибов и масштаб раскрытия трещины в балках пролетного строения, для фиксации которых применяли нивелир и микроскоп, соответственно. Для установления прогибов балок осуществлялось нивелирование балок моста до, во время и после снятия загрузки.



Учитывались 3 способа загрузки испытательной нагрузкой: загрузка одним локомотивом; загрузка локомотивом и 1 порожним крытым вагоном; загрузка локомотивом и 2 порожним крытыми вагонами.

По испытательной нагрузке определены расчетные моменты в середине пролета для каждой балки по линии влияния.

$$\dot{I}_{\delta} = \dot{I} + \dot{I}_q = \sum p_i \cdot y_i + q \cdot \omega, \quad (1)$$

где p_i - осевые нагрузки вагона на 1 балку (т); y_i - ординаты линии влияния момента в середине пролета; q - расчетная постоянная нагрузка (т/м); ω - площадь линии влияния момента (m^2); \dot{I} - момент от сил p_i ; \dot{I}_q - момент от постоянных нагрузок q . В нашем случае $p_1 = \frac{21}{2} \cdot 1,1 = 11,55m$ от локомотива, $p_2 = \frac{6}{2} \cdot 1,1 = 3,3m$ от порожнего вагона.

По формуле (1) рассчитаны самые большие изгибающие моменты для каждого пролета с учетом коэффициента поперечной установки, т.е. для одной балки.

Для I и IV пролетов с расчетным пролетом длиной 9,20м $M_{\max} = 89,481m \cdot m$.

Для II и III пролетов длиной 13,2м. $M_{\max} = 194,025m \cdot m$.

Самые большие изгибающие моменты балок не превышает максимальных изгибающих моментов по расчетной нагрузке СНиП 2.05.03-84 /2/.

На рисунке 1 показаны общий вид и загрузки моста подвижным составом.

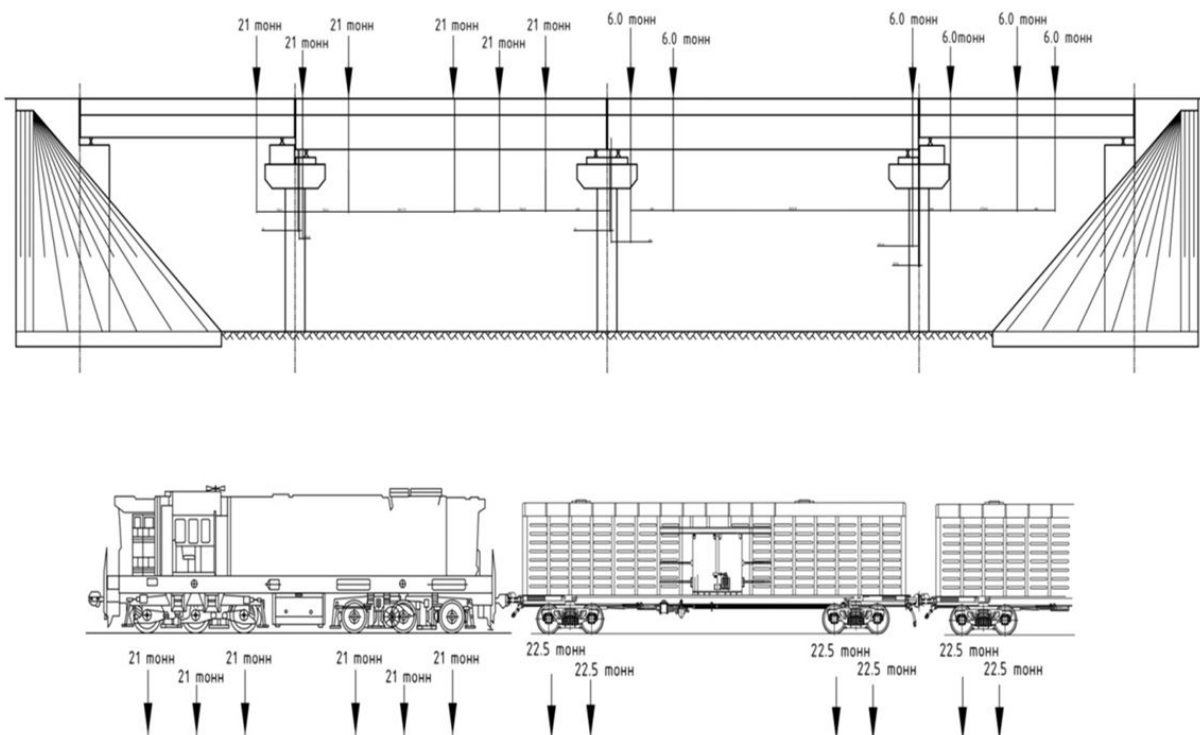


Рис.1. Общий вид и загрузки моста подвижным составом

В момент загрузки рассчитаны прогибы балок в середине пролета для каждого пролета. На табл.1 показаны прогибы балок от испытательных нагрузок, обработанные в результате измерения нивелиром.



Таблица 1 - Прогибы балок от испытательных нагрузок

№ загрузки	Прогибы в середине пролетов f (мм)				Вертикальные перемещения опор (мм)				
	1 пролет	2 пролет	3 пролет	4 пролет	опора 1	опора 2	опора 3	опора 4	опора 5
1.	0	1,0	5,1	1,0	0	0	0	0,4	0
2.	0	7,0	1,0	2,1	0	0,5	0,4	0,2	0
3.	2,1	2,1	1,6	0	1,0	1,0	0,8	0,2	0,3

Из таблицы заметно, что самое большое вертикальное смещение опор при 3 загрузке составляет 0,3 - 1,0 мм. Это трактуется о том, что фундаменты опор моста подпираются на прочные грунты. После выполнения испытания исполнили нивелировку по оси сооружения. Остаточные смещения опор и прогибы балок фактически не наблюдались (превышение было 0,5-1 мм в пределах точности нивелира).

По СНиП 2.05.03-84 Мосты и трубы допустимые прогибы для пролета 9,2м будет $[f] = 23 \text{ мм}$, а для пролета 13,2 м – 33мм /2/.

Отсюда следует, что пролетные строения в хорошем состоянии по жесткости $f < [f]$.

Динамическое испытание моста. Целью динамических испытаний являются:

- выявление величин динамических воздействий, создаваемых реальными подвижными нагрузками;
- определение основных динамических характеристик сооружения, в частности, частот и форм собственных колебаний, динамической жесткости сооружения, характеристик затуханий колебаний.

Примененные приборы и датчики в комплексе осуществляют запись динамического колебания балочного пролетного строения моста, очагом колебания использован подвижной состав: локомотив и груженные вагоны.

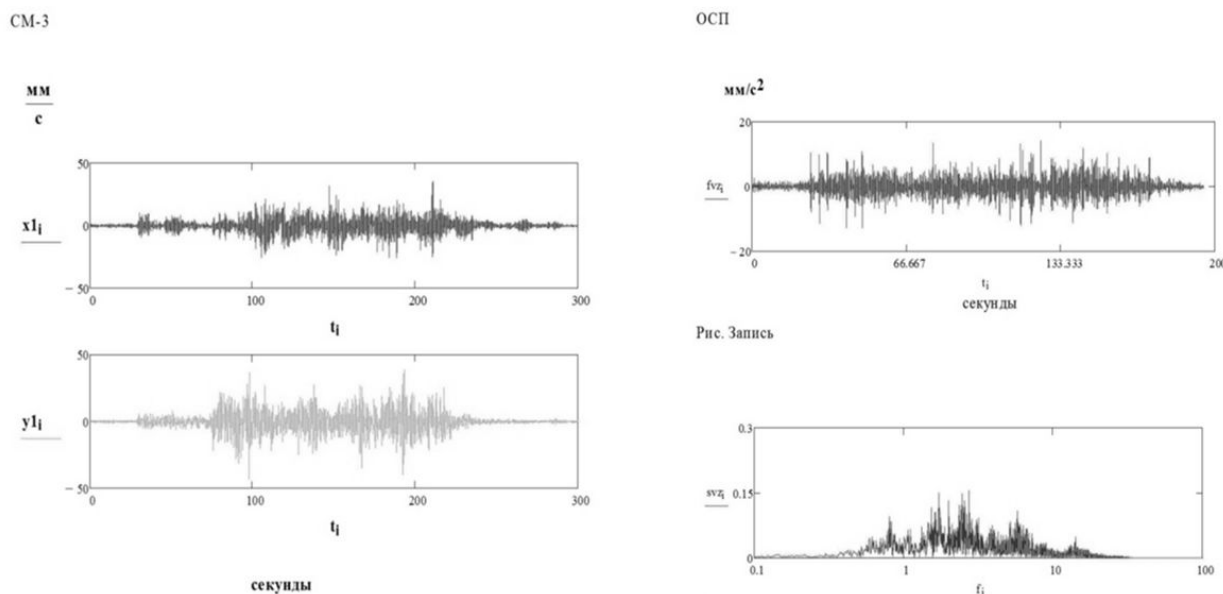


Рис.2. Записи сейсмоприемников при динамических испытаниях

По этим записям были определены периоды свободного колебания или частоты и динамический коэффициент пролетных строений моста. Вышеуказанные динамические параметры моста используются при расчете сооружения на динамические нагрузки.



Сейсмодатчики зафиксированы на середине пролета. При движении подвижного состава с разной скоростью от 10 до 20 км/ч записывались колебания пролетного строения на середине каждого пролета. По записям регистрации найдены динамические параметры пролетных строений балочного моста. f_{0_1} – частота свободного колебания пролетного строения длиной 9,30 м; f_{0_2} – частота свободного колебания пролетного строения длиной 13,3 м; f – частоты вынужденных колебаний пролетного строения от подвижного состава и динамический коэффициент пролетного строения.

По результатам обработки записей динамического испытания видно, что вынужденные колебания пролетного строения от подвижного состава f колеблется от 0,93 до 4,33 Гц в зависимости от скорости движения подвижного состава. Собственная частота для пролета 9,30 $f_{0_1} = 3,7$ Гц, а для пролета 13,30 $f_{0_2} = 2,10$ Гц

Динамический коэффициент по /2/ для разрезных пролетов железнодорожного моста определяется по формуле

$$1 + \mu = 1 + \frac{10}{20 + l}, \quad (1)$$

где l - длина пролета.

Сравниваем с нормативными значениями $1 + \mu_1 = 1 + \frac{10}{20 + 9,30} = 1,34$, а по испытанию

$1 + \mu_1 = 1,24$ меньше, чем по норме.

Для пролета 13,30 ; $1 + \mu_2 = 1 + \frac{10}{20 + 13,30} = 1,30$; а по испытаниям; $1 + \mu_2 = 1,22$, меньше

чем по норме. Отсюда следует, что мост хорошо работает на динамические нагрузки.

Выводы и заключение.

1. В крайних пролетах имеющиеся дефекты - вертикальные и наклонные трещины, оголение арматуры в плите балки, могут привести дальнейшему естественному разрушению.

2. На промежуточных опорах в подферменных плитах, имеются частичные разрушения как результат попадание воды и влаги. От переменного замерзания, оттаивания и под действием динамической нагрузки происходят разрушения.

3. Отсутствие деформационных швов во всех пролетах отрицательно влияет на состояние опор моста и не обеспечивает защиту от воздействия осадков и динамических воздействий.

4. Нарушение гидроизоляции пролетных строений, засорение и как следствие неорганизованный водоотвод осадков, приводят к дальнейшему разрушению конструкций моста.

5. В целом система водоотводных труб в плохом состоянии и не выполняют свою функцию.

6. Не своевременное выполнение профилактических ремонтно-строительных работ привели к разрушению тротуарных плит.

7. Происходит разрушение сварных соединений перил на консолях под тротуарными плитами.

Рекомендации. Для дальнейшей безопасной эксплуатации моста и продолжительности срока службы моста на перегоне Карасу – Ош км 13+450, рекомендуется следующее:

1. Провести работы по зачистке оголенных арматуры с дальнейшей изоляцией по всему мосту, установить металлические листы на стыках пролетного строения.

2. Заделать трещины и оголенные арматуры в балках пролетного строения и опорах моста.

3. Сменить балластный слой фракцией в соответствии с ГОСТ, с заменой шпал, а также восстановить гидроизоляцию пролетного строения.



4. Установить деформационные швы над опорами. Обеспечить сток воды водоотводными трубами, заменить разрушенные железобетонные плиты служебного прохода, шпалы и балластный слой, восстановить защитный бетонный слой во всех поврежденных конструкциях моста.
5. Провести ремонт перильного ограждения, рассмотреть устройство деформационных швов моста, привести в соответствие и строго руководствоваться нормативно-технической документацией по эксплуатации и обслуживанию железнодорожных мостов.

Список литературы

1. СНиП 3.06.07-86. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. – М., 1987.2. СНиП 2.05.03-84*. Мосты и трубы. – М., 1985.
3. СНиП 2.03.01- 84*. Бетонные и железобетонные конструкции. – М., 1989.
4. СНиП КР 20-02:2018. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. – Бишкек, 2018.
5. Апсеметов М. Ч. Испытание моста через реку Нарын на 318км автодороги Бишкек -Ош для перевозки сверхнормативного груза [Текст] / М. Ч. Апсеметов, Н. Курманбек уулу идр. // Вестник КГУСТА. - Бишкек, 2015. - №3(49). - С. 28-34.
6. Абдужабаров А.Х. Теоретические и экспериментальные исследования сейсмостойкости подземных переходов [Текст] / А.Х.Абдужабаров, А.Б.Курбанбаев, А.О.Якубов // Вестник КГУСТА. – Бишкек: 2019. -№2(64). –с.280-285.
7. Дергунов С.А. Аварии мостовых сооружений и их причины [Текст] / С.А.Дергунов, А.Б.Сатюков, А.Ю.Спирина, С.В.Сериков // Вестник КГУСТА . – Бишкек: 2019. №2(64), - с.289-295.
8. Тулеушова Р.Ж. Задачи и принципы активного демпфирования колебаний балочного пролета моста [Текст] / Р.Ж.Тулеушова // Вестник КГУСТА. – Бишкек:2019. - №4(66). – с. 639-646.
9. Апсеметов М.Ч. Анализ повреждений зданий и мостовых сооружений при сильных землетрясениях [Текст] / М.Ч. Апсеметов, Д.К.Мурзакматов, А.А.Приходько, А.А.Тогузтороев // Вестник КГУСТА. – Бишкек: 2019. - №3 (65). – с.479-484.
10. Апсеметов М.Ч. Резиновые опорные части балочных мостов в сейсмических районах [Текст] / М.Ч.Апсеметов, Н.А.Осмонканов, Т.К.Муктаров, Турдубай уулу С. // Вестник КГУСТА. –Бишкек: 2019. - №3(65). – 484-489.