



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

¹КГУСТА им. Н.Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика

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

KSUCTA n.a. N. Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic
(muhtar.ap@mail.ru kurmanbekuulu@mail.ru)

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МОСТА НА ЛИНИИ УЧКУРГАН-ТАШКОМУР

TECHNICAL EXPERTISE OF THE RAILWAY BRIDGE ON THE UCHKURGAN-TASHKOMUR LINE

Бул макалада «Кыргыз темир жолу» менен «Мостоотряд» мамлекеттик ишканасы түзгөн келишимдин негизинде Кыргыз мамлекеттик курулуш, транспорт жана архитектура университетинин адистери тарабынан аткарылган Учкурган – Ташкомур 17+494 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 Учкурган – Ташкомур км 17+494, 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 Uchkurgan - Tashkomur section, km 17 + 494, carried out by specialists from the Kyrgyz State University of Transport and Architecture Construction (KGUSTA) on the basis of an agreement with the Mostootryad State Enterprise NK Kyrgyz Temir Zholu.

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

Обследование и испытание железнодорожного моста на перегоне Учкурган – Ташкомур км 17+494 произведены специалистами Кыргызского государственного университета строительства транспорта и архитектуры (КГУСТА) на основании договора № 93 от 01.10.16 г. с «Мостоотряд» ГП «НК «Кыргыз темир жолу».

Мост расположен над глубоким логом. Отверстие среднего пролета моста служит для пропуска воды в поливочный период с апрель – сентябрь, остальное время служит для пропуска автотранспорта. Мост обеспечивает работу железнодорожного транспорта. Верхнее строение железнодорожного пути на мосту – однопутный, балластный на деревянных.

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, имеющейся в наличии на момент проведения обследования. Уточнение расчетно-конструктивной схемы мостовых конструкций, основных размеров конструктивных элементов;
- 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 СНиПЗ.06.07-86 /1/ и СНиПы /2, 3/.

Мост трехпролетный, железобетонные пролетные строения арочные, длина моста 30,20 м.

Береговые пролеты длиной 9,30 м железобетонный свод корытообразного сечения. Промежуточные пролетные строения длиной 11,540 м - железобетонный свод тоже корытообразного сечения.

Габарит моста – 4,0 м с двумя служебными проходами по 0,3 м.

Фундаменты опор монолитные на естественном основании. Тело опор монолитное железобетонное.

Конструктивное описание моста. Пролетное строение моста – железобетонные своды. Схема железнодорожного моста 9,30+2·11,540+9,30. Опоры железобетонные монолитные.

Фундаменты опор монолитные железобетонные на естественном основании, промежуточных опор – тоже монолитные. Тело опор монолитное, железобетонное, армированное периодической арматурой Ст3.

Район, где располагается сооружение, относят к сейсмически опасному району и сейсмостойкость района составляет 9 баллов. По сейсмическим свойствам грунт II технической категории /5/. Данное сооружение введен в эксплуатацию в 1930 г. Высота металлических перильных ограждений составляет 1,04 м. Путь моста однопутный на балласте, ширина пути 4,0 метров, служебных проходов 0,3 м.

Пролетные строения. Пролетные строения моста состоят из сводов корытообразного сечения. На сводах пролетного строения наблюдаются выщелачивание и коррозия бетона, в связи с этим имеются с оголением 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. Молотком Кашкарова определялся класс бетона по прочности железобетонных арок береговых и промежуточных пролетных строений, которые равны В20.

Микроскоп применялся для измерения ширины раскрытия трещины, которая составляет 0,15-0,4мм.

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 трубы в плохом состоянии, заполнены грязью.

Опоры. Опоры интенсивно подвержены коррозии. Молотком Кашкарова определялся класс бетона опор, который равен В 20. Состояние береговых опор и сводов неудовлетворительное.

На подошвах конуса насыпи в зоне сопряжения с береговыми опорами на поверхность земли выходят грунтовые воды, грунт переувлажнен, и в результате замечаются сползание верха конуса насыпи из-за осадки габионного укрепления. К тому же, отверстие моста в летнее время служит для пропуска поливной воды, что тоже способствуют осадочным деформациям конуса насыпи.

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.

Требуется полностью заменить балластный слой и гидроизоляции на пролетном строении моста. Промежуточные опоры в удовлетворительном состоянии. Класс бетона по прочности В20.

Статическое испытание моста. Статическое испытание осуществлялось для измерения прогибов и масштаб раскрытия трещины в арках 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.

1. Загрузка локомотивом и 1 груженым вагоном.
2. Загрузка локомотивом и 2 гружеными вагонами.

Арочный мост работает, в основном, на сжатие, которому не определены изгибающие моменты. В испытании определены осадки опор и сводов при загрузках.

Мост расположен на перегоне Учкурган – Ташкомур км 17+494. Общий вид моста и загрузка подвижным составом показаны на рисунке 1.

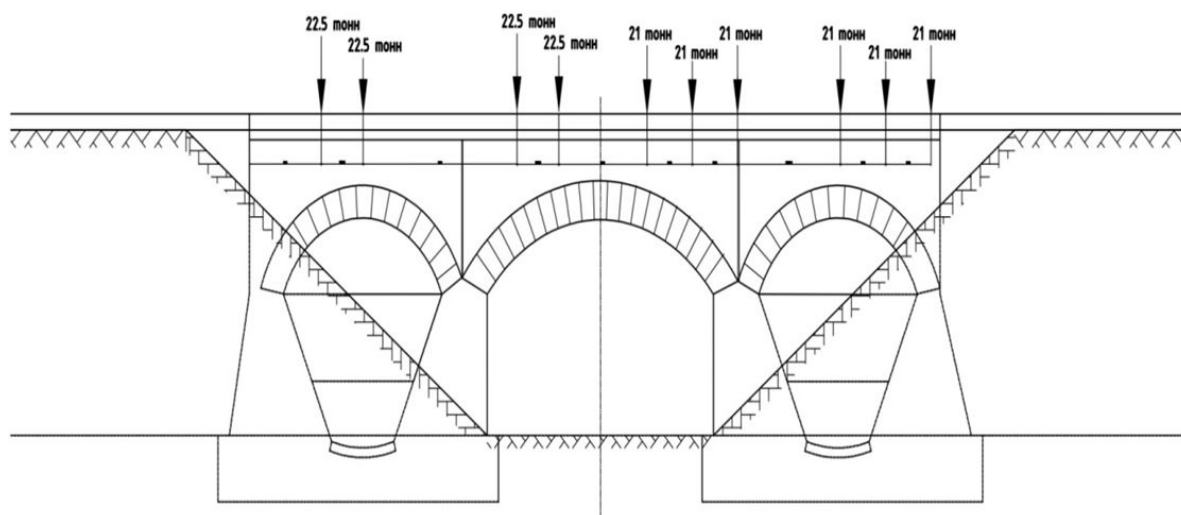


Рис.1. Общий вид моста. Загрузка подвижным составом

В процессе загрузки определены вертикальные перемещения пролетного строения и опор. На табл.1 представлены вертикальные перемещения от испытательных нагрузок, обработанные в результате измерения нивелиром.

Таблица 1 - Представлены вертикальные перемещения от испытательных нагрузок

№ загрузки	Прогибы в середине пролетов f (мм)			Вертикальные перемещения опор (мм)		
	1 пролет	2 пролет	3 пролет	опора 1	опора 2	опора 3
1.	0,2	1,0	2,1	0,1	0,9	1,0
2.	2,1	3,0	3,8	1,8	1,5	0,7

Из таблицы заметно, что самое большое вертикальное смещение опор при 1-ом загрузении составляет 0,10 - 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).

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.

При динамическом испытании использованы следующие приборы:

- сейсмоприемник СМ-3 (динамический датчик);
- сейсмоприемник ОСП;
- сейсмоприемник СГ-10, СМВ-30S;
- шунтовая коробка с усилителем;
- компьютер.

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

СМ-3

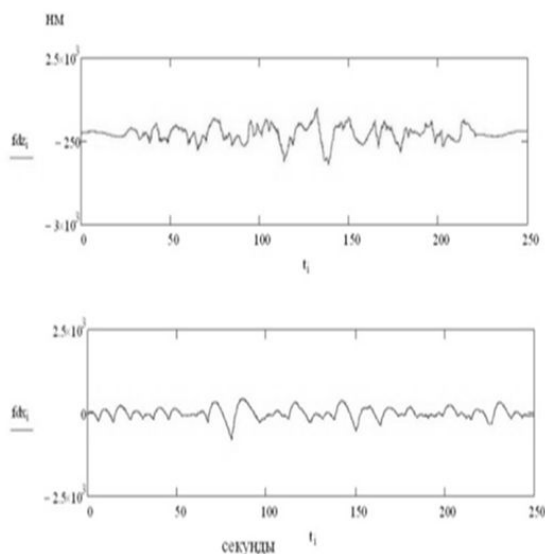


Рис. Записи приборами СМ-3: x_1 – точка наблюдения; y_1 – точка наблюдения.

ОСП

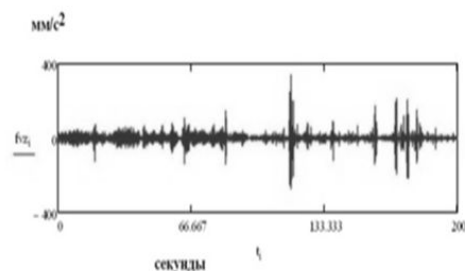


Рис. Записи приборами ОСП

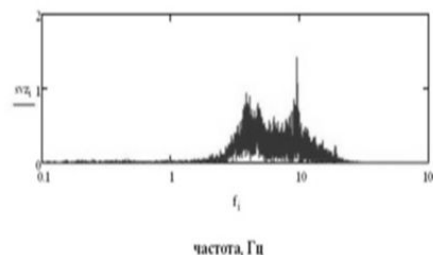
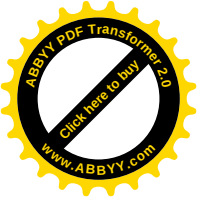


Рис.2. Записи сейсмоприемников при динамических испытаниях



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.

До начала регистрации колебаний арочного пролетного строения осуществлялся тест на идентичность каналов.

Сейсмоприемники соединяются усилителем E14-440 AD/DA converter через ШК-2 кабелем и запись производится на компьютере.

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 арочного моста.

f_{0_1} – частота свободного колебания пролетного строения длиной 9,30 м; f_{0_2} – частота свободного колебания пролетного строения длиной 11,540 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 20,32 Гц в зависимости от скорости движения подвижного состава. Собственная частота для пролета 9,30 $f_{0_1} = 4,2$ Гц, а для пролета 11,540 $f_{0_2} = 10,8$ Гц.

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

$$1 + \mu = 1 + \frac{10}{20 + l}, \text{ где } l - \text{длина пролета.}$$

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

$1 + \mu_1 = 1,14$ меньше, чем по норме.

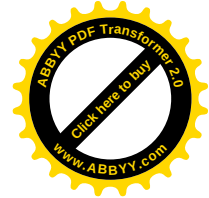
Для пролета 11,0; $1 + \mu_2 = 1 + \frac{10}{20 + 11,540} = 1,31$; а по испытаниям $1 + \mu_2 = 1,27$ меньше

чем по норме.

Отсюда следует, что согласно нормам мост хорошо работает на динамические нагрузки.

Выводы и заключение.

1. В крайних пролетах есть вертикальные и наклонные трещины.
2. На промежуточных опорах, имеются частичные разрушения бетона в результате попадания воды в опоры через пролетное строение. Из-за морозных циклов эти разрушения увеличиваются.
3. Водоотвод на пролетных строениях и в опорах не обеспечивается из-за нарушения гидроизоляции пролетных строений и неорганизованности водоотвода поверхностных вод.
4. Система водоотводных труб моста в неудовлетворительном состоянии и не выполняют свою функцию.
5. Наблюдается признаки сползания верха конуса насыпи из-за осадок габионного укрепления



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. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1978.
5. СНиП КР 20-02:2018. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. – Бишкек, 2018.
6. Апсеметов М. Ч. Испытание моста через реку Нарын на 318км автодороги Бишкек - Ош для перевозки сверхнормативного груза [Текст] / М. Ч. Апсеметов, Н. Курманбек уулуи др. // Вестник КГУСТА. - Бишкек, 2015. - №3(49). - С. 28-34.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.