

**КОЛЕБАНИЯ МОСТА ЧЕРЕЗ РЕКУ НАРЫН
НА 318 км АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ БИШКЕК–ОШ
ПРИ ВЗРЫВЕ НА ГЭС КАМБАРАТА 2**

***М.Ч. Ансеметов, У.Т. Шекербек, А.Е. Айдаралиев,
М.М. Копобаев, Н. Курманбек уулу, А.Ж. Андашев***

Приведены результаты экспериментального определения динамических параметров балочного железобетонного моста при взрыве в ГЭС Камбарата 2 для создания естественной плотины.

Ключевые слова: взрыв; точки наблюдения; смещения; ускорения; грунт; максимальная амплитуда колебания; периоды колебания; коэффициенты динамичности; коэффициенты затухания.

В настоящее время в Кыргызстане строится ГЭС Камбарата 2. Строительство этой гидроэлектростанции нужно не только Кыргызстану, но и соседним республикам Центральной Азии. Для создания плотины произведены два взрыва 22 декабря 2009 г. в 11 ч 55 мин местного времени. Интервал между взрывами составлял две секунды. Мощность первого взрыва 950 т, второго – 2170 т.

Первый взрыв поднял горный массив, а второй направил его в сторону реки для перекрывания русла. Этот взрыв был уникальным

и использовался научными работниками в качестве натурного эксперимента. Были изучены и определены динамические параметры колебаний балочного моста через реку Нарын. Мост расположен на расстоянии 3,5 км к западу от места взрыва. На рис. 1 показан схематичный план местности, где произведен взрыв.

Было произведено визуальное обследование моста; установлена переносная инженерно-сейсмометрическая станция КГУСТА; получены записи смещения, ускорения колебания грунта, опоры и пролетного строения моста; определе-

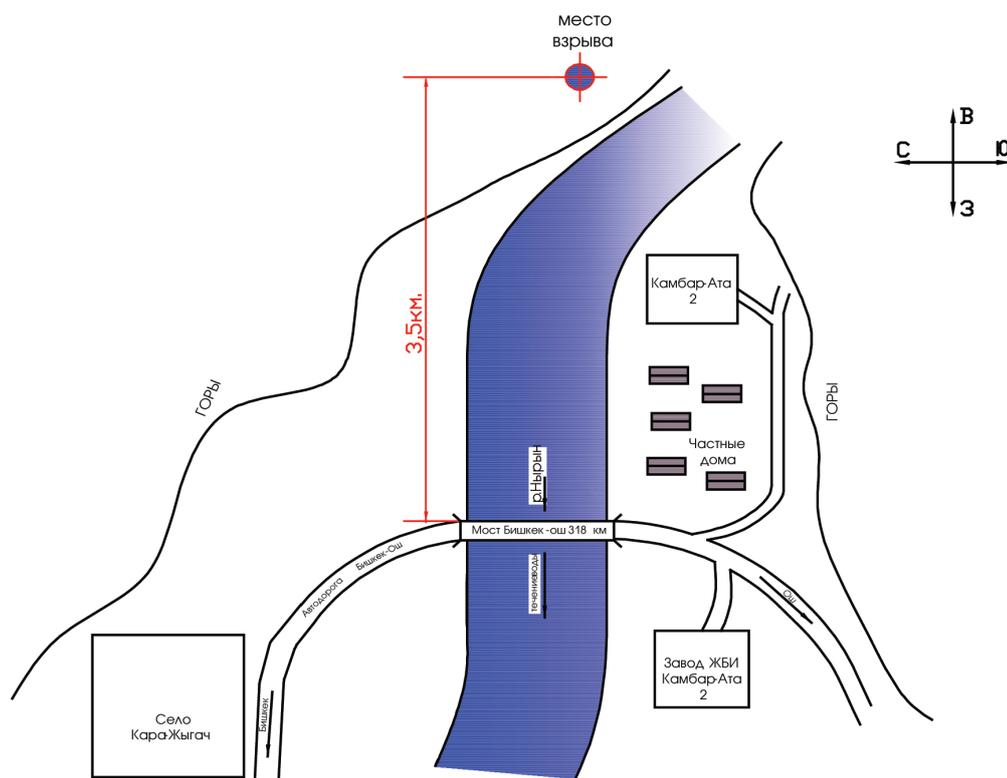


Рис. 1. Ситуационная схема расположения моста

ны динамические характеристики моста и сделаны выводы.

Железобетонный балочный мост расположен на 318 км автомобильной дороги Бишкек – Ош и является одним из связующих мостов регионов север–юг.

Мост шестипролетный общей длиной 206,8 м состоит из береговых пролетов по 16,76 м и четырех промежуточных пролетов по 43,2 м. Береговые пролеты – балки таврового сечения из обычного железобетона, промежуточные пролеты – балки таврового сечения из составных блоков, натянутые из предварительно-напряженной арматуры ВП (рис. 2).

Габариты моста – 9 м с двумя тротуарными полосами по 1 м.

Фундаменты береговых опор монолитные на естественном основании, промежуточные опоры – на опускных колодцах. Тело опор сборное, железобетонное, армированное предварительно-напряженной арматурой – пучками высокопрочной проволоки ВП.

Насыпь к подходу моста с обеих сторон – песчано-галечниковый грунт с глинистыми включениями высотой 17–19 м.

Опорные части береговых пролетов тангенциального типа, у промежуточных опор – валковые и тангенциальные. Под каждой балкой по две опорные части (подвижные и неподвижные) расположены симметрично к поперечной оси главной балки. Сейсмичность района, где находится мост, 9 баллов, категория грунта II по сейсмическим свойствам [1]. Мост эксплуатируется с 1975 года.

Для получения записей смещения, ускорения колебаний моста и грунта использована переносная инженерно-сейсмометрическая станция КГУСТА. По записям определены динамические характеристики моста, которые в дальнейшем были использованы для расчета его на сейсмостойкость.

В таблице представлены результаты обработки записей колебаний моста при взрыве. По амплитудам колебаний вертикальное перемещение середины пролетного строения составляет 10,1 см, а горизонтальные перемещения фундамента опоры и верхней части опоры 6 составляют 0,37 и 0,22 см соответственно. Колебания в верхней части насыпи мостового перехода

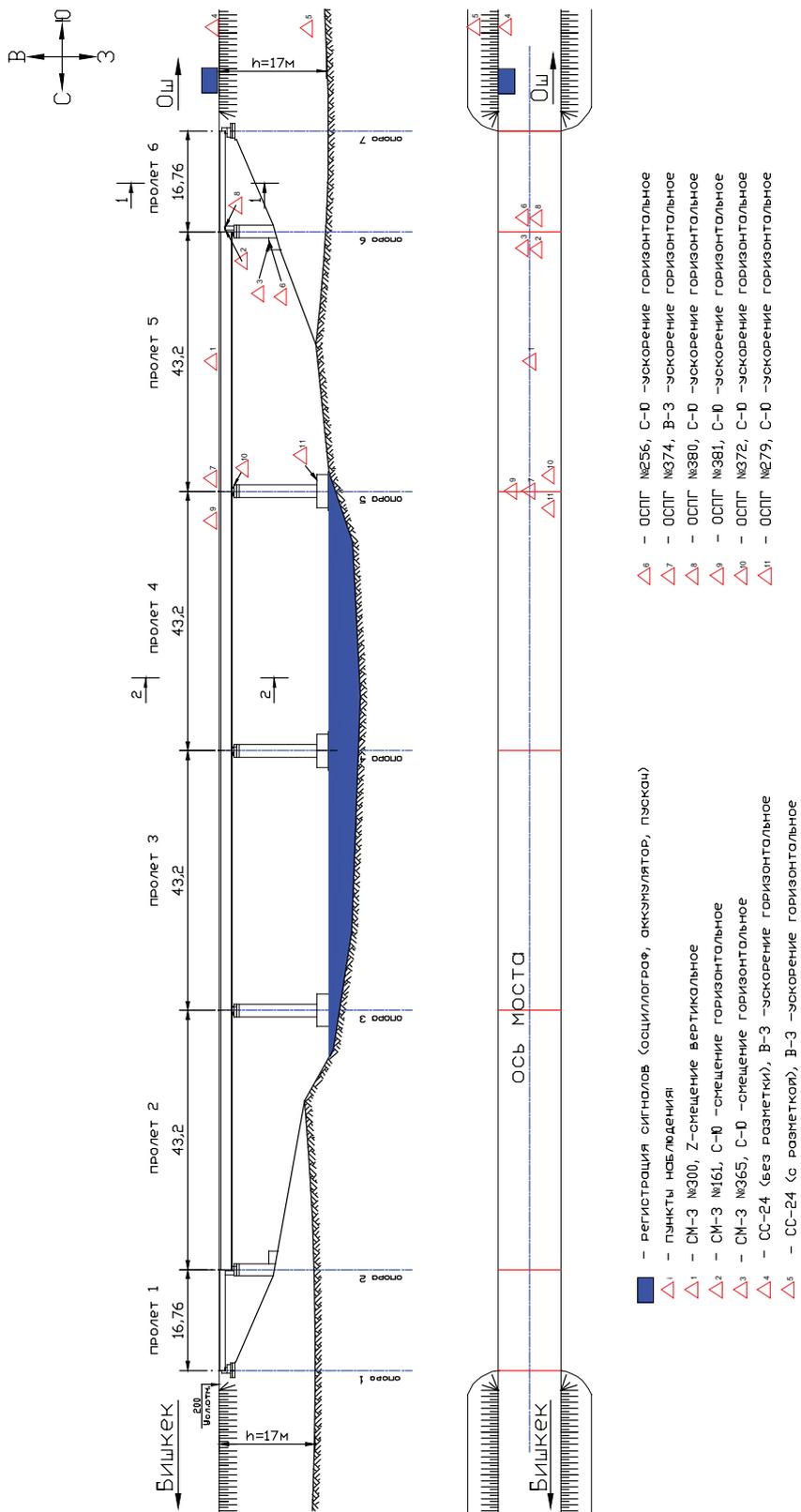


Рис. 2. Общий вид моста и точки расположения сейсмоприемников

Результаты обработки записей колебания моста

Точки наблюдения	Название точек наблюдения	Наименование записей	Максимальная амплитуда A , см, $\text{см}/\text{с}^2$	Период свободных колебаний T_0 , с	Период вынужденных колебаний при максимальной амплитуде T , с	Коэффициент затухания α , $\frac{1}{\text{с}}$	Коэффициент динамичности β
1	Пролетное строение 5 середина пролета	Z смещение	10,1 см	0,33 для пролетного строения 5	0,75	0,67 для пролет- ного строения 5	1,12 для насыпи мостово- го перехода
2	Верхняя часть опоры 6	С-Ю смещение	0,22 см		0,23		
3	Фундамент опоры 6	С-Ю смещение	0,37 см		0,23		
4	Верхняя часть насыпи мостового перехода	В-3 ускорение	$8,000 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$	0,61 для опоры 6	0,25	0,30 для опоры 6	2,43 для опоры 6
5	Нижняя часть насыпи мостового перехода	В-3 ускорение	$7,230 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$		0,21		
6	Фундамент опоры 6	С-Ю ускорение	$3,889 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$	0,25 для насыпи мостового перехода	0,25	1,15 для насыпи мостово- го перехода	0,61 для пролет- ного строения 5
7	Пролетное строение 5 над опорой 5	В-3 ускорение	$7,778 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$		0,18		
8	Верхняя часть опоры 6	С-Ю ускорение	$9,445 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$	0,83 для опоры 5	0,18	0,72 для опоры 6	2,41 для опоры 5
9	Пролетное строение 5 над опорой 5	С-Ю ускорение	$6,21 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$		0,27		
10	Верхняя часть опоры 5	С-Ю ускорение	$10,12 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$		0,21		
11	Фундамент опоры 5	С-Ю ускорение	$4,21 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$		0,22		

усиливаются в 1,12 раз. Ускорение в фундаменте опоры 6 равно $3,889 \text{ см/с}^2$, а в верхней части опоры 6–9,445 см/с^2 , следовательно, в верхней части ускорение увеличивается в 2,43 раза, а в пролетном строении 5 снижается в 1,64 раза. Снижение амплитуды ускорения в пролетном строении в продольном направлении объясняется сейсмоизоляцией пролетного строения валковыми опорными частями [2–4].

Взрывная волна пришла с восточной стороны моста ($7,230 \text{ см/с}^2$).

Поэтому амплитуда ускорения В–З больше, чем амплитуды ускорения С–Ю ($3,889 \text{ см/с}^2$). Интенсивность взрывной волны по шкале MSK-64 возле моста по максимальным ускорениям составляет 3,5–4 балла.

Собственные периоды T_0 насыпи мостового перехода составляют 0,25 с, пролетного строения 5 в вертикальном направлении – 0,33 с, а опор 5, 6 в продольном направлении – 0,83 и 0,61 с соответственно.

Коэффициенты затухания α пролетного строения 5 составляют $0,67\text{с}^{-1}$, а опор 5, 6 в продольном направлении – 0,69 и $0,72 \text{ с}^{-1}$ соответственно.

Мост перенес взрыв без дополнительных повреждений, т.е. трещины и повреждения до взрыва в конструкциях моста остались без изменения. Осадки фундаментов, опор и насыпей к подходу моста не произошло.

Полученные результаты динамических параметров можно использовать при расчете мостов на сейсмостойкость.

Литература

1. *Джанузаков К.Д., Чедия О.К., Абдрахматов К.Е., Турдукулов А.Т.* Карта сейсмического районирования Кыргызской Республики. Бишкек: Илим, 1996. 25 с.
2. *Карцивадзе Г.Н.* Сейсмостойкость дорожных искусственных сооружений. М.: Транспорт, 1974. 263 с.
3. *Ансеметов М.Ч.* Экспериментальное исследование работы пролетного строения балочного автодорожного моста. Информационный листок НИЦ КР № 4 (7245). Серия 73.31.13. Бишкек, 1997.
4. *Жунусов Т.Ж., Ансеметов М.Ч.* Сейсмоизолирующие узлы в конструкциях мостов // Вестник КГУСТА. 2002. № 1. С. 49–54.