

ОБ ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПОР МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Д-р техн. наук, профессор **В.П. Еремеев**
(АО «Спецремпроект»),
канд. техн. наук **И.К. Матвеев**
(ФГБУ «Росдортехнология»),
инженер **П.В. Еремеев**,
главный инженер проекта **Р.В. Кузнецов**
(АО «Спецремпроект»)
Контактная информация: srp-proekt@yandex.ru;
ikmatveev@yandex.ru;
pavil-66@inbox.ru;
archroman@yandex.ru

При отсутствии достоверных данных о конструкции фундаментов опор в технических заданиях на проектирование ремонта обычно предлагается выполнить статические испытания опор. Испытание грунтов по методике ГОСТ 5686-94 приложением к фундаментам мостовых сооружений ступенчато возрастающей во времени нагрузки слишком продолжительно во времени и чаще всего не может быть реализовано. В статье рассмотрено 4 примера проведения испытаний мостовых сооружений с использованием различных методик.

Ключевые слова: статические испытания, динамические испытания, вибродиагностика, мостовые сооружения, опоры моста.

Оценка технического состояния опор мостов выполняется при обследованиях и испытаниях мостовых сооружений в процессе эксплуатации, разработки проектов их ремонта и реконструкции. Эта задача в общей постановке достаточно сложная из-за взаимодействия опор с грунтовым основанием. Поэтому с практической целью ограничим ее решение следующими условиями:

- В зоне расположения мостового сооружения отсутствуют опасные инженерно-геологические процессы, например, карст, оползень и т.д.
- Геометрия мостового сооружения, его статическая схема, в том числе осадки фундаментов опор стабилизированы за время строительства и период эксплуатации.
- Доступные для визуально-инструментального контроля дефекты опор могут быть обнаружены и описаны методами

существующих нормативных документов, а их влияние на несущую способность и долговечность опор оценено расчетным путем при выполнении обследований.

При отсутствии достоверных данных о конструкции фундаментов опор в технических заданиях на проектирование ремонта обычно предлагается выполнить статические испытания опор. Методика испытаний опор в полном объеме нормативной документацией не регламентирована. Имеются следующие нормативные документы: СП 79.13330.2012 [1] и ГОСТ 5686-2020 [2].

Испытание грунтов по методике ГОСТ 5686-2020 путем приложения к фундаментам мостовых сооружений ступенчато возрастающей во времени нагрузки слишком продолжительно и чаще всего не может быть реализовано по следующим причинам: во-первых, из-за необходимости остановки движения автомобильного транспорта; во-вторых, в случае больших мостов из-за невозможности загрузить опору сколь-либо значимой временной нагрузкой относительно суммарной (постоянной и временной) нагрузки на уровне подошвы фундамента. При выполнении подготовительных расчетов, например, для испытания опоры большого балочного моста при нагружении ее нагрузкой на уровне подошвы фундамента, доля временной нагрузки не превысила бы 6 % от постоянной нагрузки, что делает нецелесообразным проведение испытаний. Регистрация деформаций в контрольных точках опоры также малопродуктивна, поскольку упругая составляющая деформации конструкции включает упругую составляющую деформаций грунтового основания и, возможно, некоторую пластическую составляющую, а величина деформаций настолько мала, что находится вне предела диапазона измерений большинства измерительных приборов. Статическая схема опор в большинстве случаев – консоль, напряженно-деформированное состояние в которой определяется достаточно просто. При этом возникают следующие вопросы: нужны ли испытания опор мостов при оценке их технического состояния? В каком объеме и с использованием каких приборов и методов их выполнять?

Примеры практической деятельности

Пример 1. Большой автодорожный мост, построенный в 1982 г. по нормам СН 200-62 [3] в г. Ядрин Чувашской Республики, пересекает реку Сура по схеме $3 \times 63 + 3 \times 63 + (63 + 84 + 63)$ (рис. 1).



*Рис. 1. Общий вид моста через р. Сура в г. Ядрин
Чувашской Республики:
1 – опора № 2*

Пролетные строения сталежелезобетонные из трех неразрезных плетей выполнены по типовому проекту Ленгипротрансмоста вып. 608/4. Крайние опоры – козлового типа из свай-оболочек диаметром 1,6 м, промежуточные опоры – комбинированного типа с массивной нижней частью в зоне переменного уровня воды и столбчатой верхней частью в виде П-образной надстройки из двух столбов диаметром 1,6 м, объединенных ригелем. Основание промежуточных опор – свайное из свай оболочек диаметром 1,6 м. Высота опор над уровнем ростверков – до 22,0 м. При проведении предпроектного обследования в 1996 г., при спуске со смотровых ходов пролетного строения, на ригеле опоры 2 ощущались значительные колебания ригеля опоры в направлении вдоль оси моста, что не наблюдалось на остальных опорах. Тщательное изучение проектной и исполнительной документации показало, что столбчатая надстройка из двух железобетонных оболочек диаметром 1600 мм смонтирована и омоноличена в колодцах глубиной 1700 мм в теле массивной части опоры при температуре воздуха – 24°С. Осуществлялся электропрогрев с использованием сварочных электродов, глубина прогрева составила около 40 см. В результате узел сопряжения столбчатой надстройки с массивной частью опоры был выполнен из размороженного бетона, покрытого сверху тонким слоем бетона класса В12. Подробно

работы по обследованию моста описаны в монографии [4]. Амплитуда раскачивания верха ригеля столбчатой надстройки опоры № 2 с неподвижной опорной частью при проезде единичного груженого автосамосвала КамАЗ составила 10-15 мм, путем измерения с помощью индикатора часового типа. Этого оказалось достаточно для превышения предельно возможной линейной подвижности секторной опорной части на опоре 2 при низкой температуре. Состояние моста было оценено как аварийное вследствие угрозы обрушения из-за схода пролетного строения с опорной части.

Пример 2. Мост через реку Мензеля в Республике Татарстан расположен на федеральной автомобильной дороге М-7 «Волга», балочно-разрезной, имеет схему 33,0+33,0+42,6+33,0+33,0 м, построен в 1980 г. по нормам СН 200-62 [3] (рис. 2).



Рис. 2. Общий вид моста через р. Мензеля на км 1103+652 автомобильной дороги М-7 «Волга»:
1 – усиленные узлы объединения стоек с массивной частью после завершения ремонтных работ

В 1995 г. по договору с заказчиком, Государственной дорожной службой Республики Татарстан, выполнено обследование и испытание моста. Непосредственным поводом к проведению обследований послужило обращение работников эксплуатирующей организации, заметивших раскачивание в направлении вдоль оси моста опор № 3 и № 4. В связи с повышением уровня воды в р. Мензеля, находящейся в подпоре Нижнекамского водохранилища, значительная часть тела опор и узлы сопряжения массивной части опор с ростверком свайного основания

оказались недоступными для визуально-инструментального осмотра и измерения параметров возможных дефектов.

Для оценки состояния заделки столбчатой надстройки в массивную часть опоры № 4 были проведены динамические испытания. Записаны с помощью механического вибрографа продольные относительно оси моста виброграммы амплитуд (перемещений) ригеля опоры № 4 под воздействием горизонтальной возмущающей силы от силы трения в подвижных катковых опорных частях, возникающих при увеличении длины растянутых волокон главных балок сталежелезобетонного пролетного строения при нагружении его подвижной нагрузкой.

В качестве испытательной нагрузки использован груженный автосамосвал КамАЗ 65115, двигавшийся со скоростью транспортного потока 60 км/ч, что соответствует скорости движения автомобиля в потоке на данном участке дороги.

Измеренное значение максимального перемещения составило 17 мм. Возмущающая сила $P = f(t)$ определена по измеренному значению прогиба свободного конца консоли (столбчатой части опоры) при заземленном нижнем конце. Значение возмущающей силы для достижения измеренного перемещения ригеля столбчатой надстройки опоры № 4 равно 560 кН. Это намного больше максимально возможных значений возмущающей колебания силы трения (20 кН) в опорных частях. Очевидно наличие повреждений в узле сопряжения столбчатой надстройки и массивной части, т.е. образование условного шарнира с ограничением угла поворота.

После выполнения ремонтных работ с усилением узла объединения столбчатой надстройки с массивной частью опор № 3 и № 4 требуемая изгибная жесткость опор была восстановлена.

Не всегда диагностика технического состояния опор мостов имеет целью и результатом выявление скрытых дефектов. Результатом может стать качественная оценка влияния определенного вида дефектов на несущую способность конструкции.

Пример 3. Балочно-неразрезной мост через р. Свягу на автомобильной дороге М-7 «Волга» выполнен по схеме 84+84+126+84 м (рис. 3), был сдан в эксплуатацию в 1996 г. по СНиП 2.05.03-84* [5]. При выполнении приемо-сдаточных обследований и испытаний заказчик – ПРСО «Татавтодор» – предложил оценить техническое состояние опоры № 4 из-за наличия дефектов в виде широких трещин в стыках между контурными железобетонными блоками массивной части опоры. Причиной образования трещин являлись случайные (аварийные) ударные нагрузки при монтаже пролетного строения по ригелю и телу опоры.

Согласно программе испытаний, пролетное строение моста нагружали колоннами груженых автосамосвалов КамАЗ. Под воздействием нагрузки пролетное строение деформировалось. При растяжении (сжатии) нижних полок балки в опорных частях происходили линейные перемещения, инициирующие силы трения. Их величина была измерена в расчетном сечении с использованием деформометров, установленных на массивной части опоры № 4 на основе индикаторов часового типа МИГ-1 с ценой деления шкалы 1 мкм, с удлинителями на базе 450 мм для перекрытия швов оштукатуривания железобетонных контурных блоков. Кроме того, были измерены значения деформаций, вычислено значение растягивающих напряжений $\sigma = 0,82$ МПа. При работе опоры по консольной схеме горизонтальное усилие составляло 390 кН, что меньше расчетного значения при нормативном коэффициенте трения в опорных частях, равного 0,03. Коэффициент трения в опорных частях также был рассчитан из величины растягивающих напряжений в контрольной точке. Его значение оказалось близким к нормативному.

Таким образом, было доказано, что конструкция опоры работает в упругой стадии и соответствует нормативным требованиям.



*Рис. 3. Общий вид моста через р. Свяга на км 757+185
автомобильной дороги М-7 «Волга»:*

1 – опора № 4

Пример 4. Мост через р. Б. Кокшага на автомобильной дороге Р-176 «Вятка», построенный в 1985 г. по нормам СН 200-62 [3], имеет схему 12,0+4х42,6+12,0 (рис. 4). Крайние пролеты – плитные железобетонные, а средние – сталежелезобетонные. При проектировании капитального ремонта требовалось оценить технического состояние опор, выполнить статические испытания.



*Рис. 4. Общий вид моста через р. Б. Кокшага на км 35+405
Автомобильной дороги Р-176 «Вятка»*

Загружение опор статической нагрузкой в соответствии с [3] и измерение деформаций было ожидаемо малоинформативным, так как измеренные значения деформаций (осадок) опор находились на пределе погрешности измерений электронным тахеометром.

Динамические испытания проведены при загрузении опор нагрузкой от движущегося автосамосвала весом 35 тс со скоростью 40 км/ч. Акселерограммы в контрольных точках измерялись трехкомпонентными вибродатчиками ZET 7152-N, жестко закрепленными в контрольных точках на опорах (рис. 5). Был записан динамический ответ конструкций на вынуждающую силу, построены спектры колебаний конструкции с определением виброперемещений.

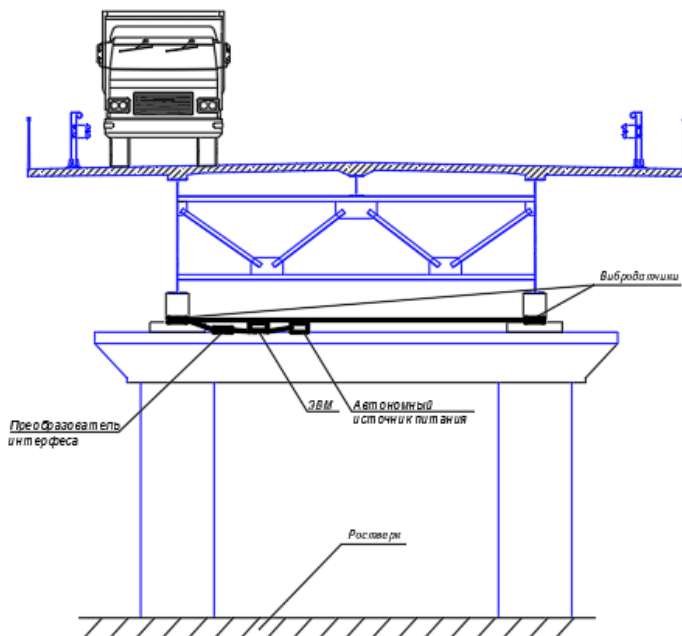


Рис. 5. Схема расположения вибродатчиков на насадке опоры № 3

На **рис. 6** представлена конечно-элементная модель испытуемого фрагмента моста, созданная с использованием программного обеспечения Midas Civil. Несущими элементами пролетного строения являются сталежелезобетонные балки двутаврового сечения со сборной железобетонной плитой проезжей части. Опоры стоечного типа расположены на высоком свайном ростверке. Свойства материалов, используемых при моделировании конечно-элементной модели, приведены в **табл. 1**. Двутавровые балки, шарнирно опертые по концам, полной длиной 42,6 м смоделированы в пространственную схему из стержневых и пластинчатых элементов с геометрическими и жесткостными характеристиками, соответствующими реальным сталежелезобетонным балкам. Тела насадки и стоек заданы в виде стержневых балочных элементов. Моделирование взаимодействия с грунтом выполнено в виде упругих одноузловых связей (линейно-деформированная среда), характеризующихся коэффициентом постели, возрастающим с глубиной.

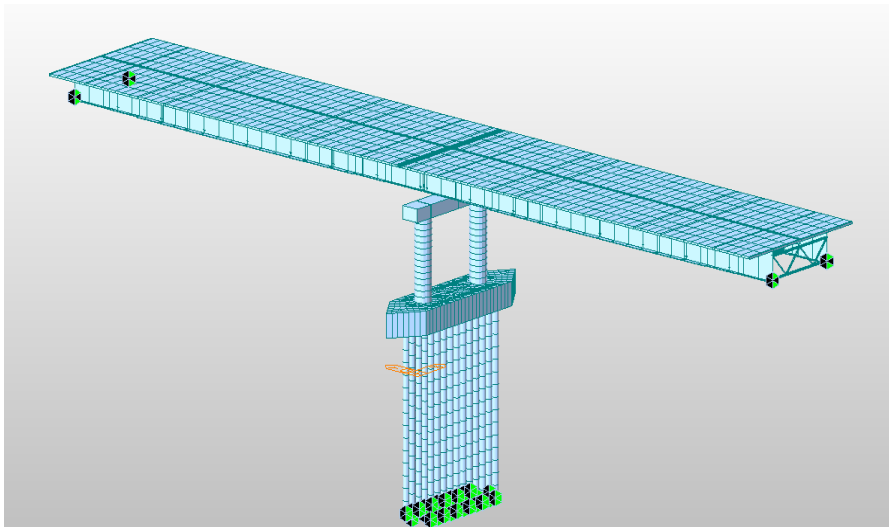


Рис. 6. Расчетная модель промежуточной опоры моста

Таблица 1

Физические свойства материалов конечно-элементной модели

<i>№ n/n</i>	<i>Материал</i>	<i>Плотность, кг/м³</i>	<i>Модуль упругости, ГПа</i>	<i>Коэффициент Пуассона</i>
1	Сталь 15ХСНД	7850	210	0,3
2	Бетон В35	2500	34,5	0,2

Из расчета загрузений модели был установлен створ расположения испытательной нагрузки и определены расчетные перемещения и напряжения сжатия от воздействия вынуждающей силы. Полученные значения напряжений принимались в качестве исходных данных при анализе состояния конструкции опоры. На **рис. 7** визуальны отображены расчетные величины контура перемещений КЭ-модели опоры.

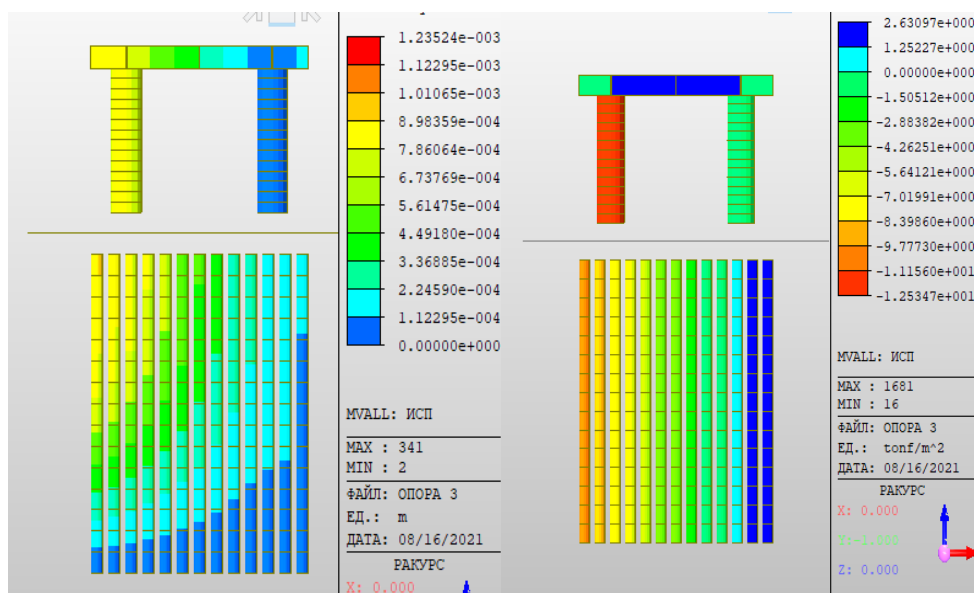


Рис. 7. Контуры перемещений и напряжений сжатия от испытательной нагрузки (35 тс)

Программа испытаний формировалась таким образом, чтобы раскрыть динамическое поведение конструкции опоры под воздействием вертикальной и горизонтальной возмущающих сил. На опоре № 3 расположены линейно-подвижные опорные части со стороны опоры № 2, а со стороны опоры № 4 – линейно-неподвижные. Испытаниям предшествовал предварительный осмотр мостового сооружения для определения фактической грузоподъемности моста и фиксации возможных дефектов, способных оказать влияние на результаты испытания.

Конструкция опоры выводилась из состояния покоя в результате приложения импульсного воздействия при движении транспортного средства известной массы в различных точках по длине пролетного строения. Роль «порожка» выполняли неровности на деформационном шве. При этом возбуждались колебания по форме, требующей минимальной энергии в направлении воздействия вынуждающей силы в вертикальном направлении от массы автомобиля и силы тяжести, вдоль оси моста за счет переменной во времени силы трения в опорных частях. Колебания поперек оси моста возбуждались взаимодействием упомянутых выше сил.

Записи колебаний опор позволили получить основные виброграммы реализованных динамических процессов, характеризующих поведение конструкции при реальных динамических нагрузках.

Наиболее характерные спектральные характеристики колебательных процессов по результатам испытаний отмечены в конструкции промежуточной опоры № 3 и приведены на **рис. 8** и **9** (направление осей: X – поперечное, Y – продольное, Z – вертикальное).

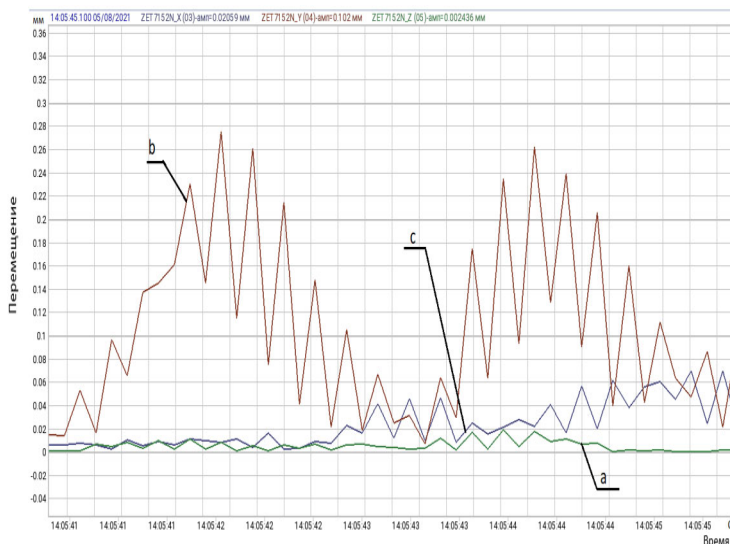


Рис. 8. Виброперемещения в вертикальном (а) направлении, горизонтальном (b) вдоль оси моста и горизонтальном (c) поперек оси моста

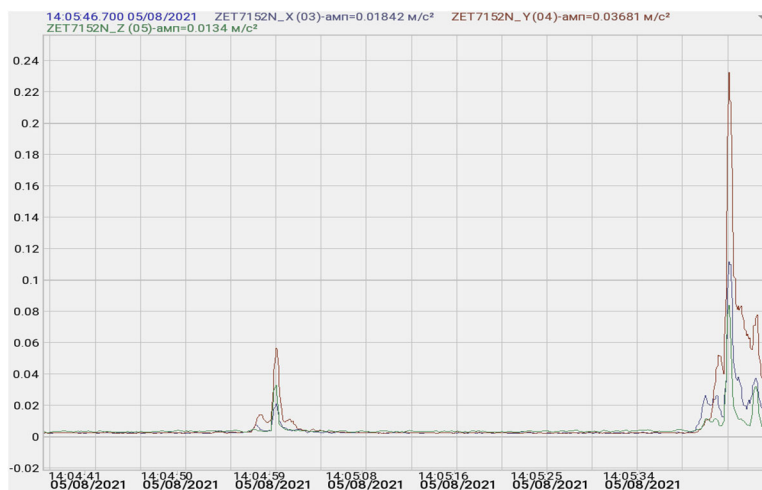


Рис. 9. Виброускорения колебаний опоры № 3 по трем осям

По виброграммам, приведенным на **рис. 8**, можно заключить, что в испытуемой конструкции опоры продольные перемещения вдоль оси моста существенно превышают перемещения в вертикальном и горизонтальном направлениях поперек оси моста.

Одним из критериев работы конструкции при динамических воздействиях служит динамический коэффициент $1 + \mu$, который показывает, во сколько раз динамические перемещения, усилия или напряжения превышают аналогичные параметры при статическом действии нагрузки. Чем больше величина динамического коэффициента, тем меньше надежность конструкции при воздействии подвижных транспортных нагрузок. Динамические коэффициенты определены по виброграммам перемещений как отношение максимального перемещения к среднему:

в вертикальном направлении:

$$1 + \mu = \frac{\delta_{max}}{\delta_{cp}} = \frac{0.01996}{0.012} = 1.663;$$

в горизонтальном направлении вдоль моста:

$$1 + \mu = \frac{\delta_{max}}{\delta_{cp}} = \frac{0.2762}{0.195} = 1.416;$$

в горизонтальном направлении поперек моста:

$$1 + \mu = \frac{\delta_{max}}{\delta_{cp}} = \frac{0.07}{0.047} = 1.489.$$

Полагая, что система является упругой, линейной, а перемещения в ней малы и выполняется обобщенный закон Гука, связывающий между собой механические напряжения и деформации, процессы колебаний можно отнести к марковским [6], т.е. возможные нелинейности принимаются незначительными, а поведение системы определяется ее состоянием в какой-либо момент времени независимо от истории эксплуатации сооружения. Это означает, что для целей диагностики технического, т.е. напряженно-деформированного состояния конструкций опор, важны только величины перемещений и напряжений, а не процессы их индуцирующие.

Фактические напряжения определены по формуле:

$$\sigma_{\phi} = E \frac{\delta}{l} = 34500 \frac{0.01996}{8360} = 0,082 \text{ МПа} ;$$

$$K = \frac{\sigma_{\phi}}{\sigma_p} = \frac{0.082}{0.125} = 0,65 .$$

Согласно ОДМ 218.4.025–2016, для стоечных опор автодорожных мостов динамический коэффициент должен составлять: $1+\mu = 1 + (45-42/135) = 1,02$. Таким образом, данный метод испытаний определил превышение величин динамических характеристик элементов опор по сравнению с нормативными требованиями, что гипотетически может оказывать негативное влияние на долговечность конструкции и привести к сокращению жизненного цикла сооружения.

Согласно приложению В СП 79.13330.2012 [1], положительной работе мостовых конструкций соответствуют значения конструктивного коэффициента K , который для основных несущих конструкций должен находиться в пределах 0,7 – 1,0.

Перемещения вдоль моста при испытании составили 0,276 мм.

Горизонтальная сила, возникающая в уровне опорной части при испытании определяется следующим образом:

$$F = \mu(G + P) = 0.01 * 319.5 = 3,545 \text{ т} = 34,78 \text{ кН}$$

(по методу внецентренного сжатия поперечного распределения нагрузки),

где

G – нормативный вес пролетного строения с одной балки;

P – вес испытательной нагрузки.

$$M = F * l = 34,78 * 8,3 = 288,67 \text{ кН * м.}$$

$$W = \frac{\pi * R^3}{4} = \frac{3,14 * 0,8^3}{4} = 0,401 \text{ м}^3.$$

$$I = \frac{\pi * R^4}{4} = \frac{3,14 * 0,8^4}{4} = 0,321 \text{ м}^4.$$

$$\sigma_T = \frac{M}{W} = \frac{288,67}{0,401} = 719,88 \text{ кПа.}$$

$$M_{\phi} = \frac{\delta 3EI}{l^2} = \frac{0,276 * 3 * 34500 * 0,321}{8,36^2} = 131,2 \text{ кН * м.}$$

$$\sigma_{\phi} = \frac{M_{\phi}}{W} = \frac{131,2}{0,401} = 327,2 \text{ кПа.}$$

$$K = \frac{\sigma_{\phi}}{\sigma_T} = \frac{327,2}{719,88} = 0,45.$$

Сопоставление полученных экспериментальных и теоретических данных при воздействии динамической нагрузки на опору позволило определить имеющиеся отклонения в динамическом поведении конструкций опор. Средняя величина конструктивного коэффициента составила 0,4 – 0,6.

Необходимо отметить, что значение нормативного коэффициента трения для катковых и секторных опорных частей принимался равным 0,05 в нормах [3] и в диапазоне от 0,04 до 0,01 в нормах [2], поэтому величина конструктивного коэффициента будет зависеть от таких факторов, как чистота и смазка поверхностей качения, температура окружающего воздуха, момент покоя или качения опорной части в момент приложения возбуждающей силы. В целом техническое состояние опоры оценено как соответствующее действующим нормам [2]. Коэффициент трения в опорных частях каткового типа также не выходит за установленные нормами пределы.

ВЫВОДЫ

1. Диагностика технического состояния опор возможна с применением динамических испытаний в сочетании с расчетами на статическую нагрузку, что позволит сравнивать измеренные и расчетные значения напряжений и перемещений в контрольных точках опоры.
2. Бесконтактное с землей измерение перемещений существенно упрощает и ускоряет процедуру испытаний.
3. Измерения, проводимые в трехосной системе координат XYZ, позволяют выявить особенности работы конструкции для их последующего использования в проектах ремонта.
4. Совместное использование тензометрии и устройств, записывающих параметры колебаний системы, позволяют диагностировать техническое состояние опорных частей и определять фактические коэффициенты трения в них. Это особенно актуально для опорных частей стаканного типа и с шаровым сегментом.
5. Значения перемещений (напряжений) в контрольных точках, полученные по направлению осей X, Y, Z, в каждый момент времени

складываются по правилу сложения векторов. В примере 4 измеренные перемещения по максиме значений имеют разное время.

6. Влияние силы трения в опорных частях существенно зависит от массы пролетного строения и в определенных случаях, возможно, потребует учета в особых сочетаниях с горизонтальными силами от торможения (ускорения) транспортных средств не только в качестве реактивного усилия (п. 6.28 [5]), т.е. направленного в противоположную сторону от величины горизонтальной силы, а совпадающего с ними по направлению действия.
7. Современные возможности измерительного оборудования позволяют проводить диагностику технического состояния опор не только для обнаружения открытых или неочевидных по своему влиянию на несущую способность опор дефектов, но и оценить качественно работу опоры под нагрузками в трехмерном пространстве, что важно для принятия проектных решений при проектировании ремонта или реконструкции мостового сооружения.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 79.13330.2012. Мосты и трубы. Правила обследования и испытаний. Актуализированная редакция СНиП 3.06.07-86. – М.: Минрегион России, 2012. – 33 с.
2. ГОСТ 5686-2020. Грунты. Методы полевых испытаний сваями. Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ, 2020. – 49 с.
3. СН 200-62. Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб. – М.: Трансжелдориздат, 1962. – 324 с.
4. Еремеев В.П. Предельные и аварийные состояния мостов: монография. – Казань: КГАСА, 2004. – 204 с.
5. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* (с изменениями № 1, № 2, № 3). – М.: Минрегион России, 2011. – 347 с.
6. Болотин В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – 2-е издание переработанное и дополненное. – М.: Стройиздат, 1981. – 351 с.

L I T E R A T U R A

1. SP 79.13330.2012. *Mosty i truby. Pravila obsledovaniya i ispytanij. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 3.06.07-86.* – M.: Minregion Rossii, 2012. – 33 s.
2. GOST 5686-2020. *Grunty. Metody polevyh ispytanij svayami. Mezhdgosudarstvennyj standart.* – M.: Standartinform, 2020. – 49 s.
3. SN 200-62. *Tekhnicheskie usloviya proektirovaniya zheleznodo-rozhnyh, avtodorozhnyh i gorodskih mostov i trub.* – M.: Transzheldorizdat, 1962. – 324 s.
4. Eremeev V.P. *Predel'nye i avarijnye sostoyaniya mostov: monografiya.* – Kazan': KGASA, 2004. – 204 s.
5. SP 35.13330.2011 *Mosty i truby. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 2.05.03-84* (s izmeneniyami № 1, № 2, № 3).* – M.: Minregion Rossii, 2011. – 347 s.
6. Bolotin V.V. *Metody teorii veroyatnostej i teorii nadezhnosti v raschetah sooruzhenij.* – 2-e izdanie pererabotannoe i dopolnennoe. – M.: Strojizdat, 1981. – 351 s.

ABOUT THE ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF BRIDGE STRUCTURES PIERS

Doctor of Engineering, Professor V.P. Eremeev
(JSC «Specremproekt»),
Ph. D. (Tech.) I.K. Matveev
(FSBI «Rosdortekhnologiya»),
Engineer P.V. Eremeev,
Chief Project Engineer R.V. Kuznetsov
(JSC «Specremproekt»)
Contact information: srp-proekt@yandex.ru;
ikmatveev@yandex.ru;
pavil-66@inbox.ru;
archroman@yandex.ru

In the absence of reliable data on piers foundations construction in technical specifications for repair design, it is usually proposed to perform static tests of piers. The soils testing according to the GOST 5686-94 methodology by applying a load stepwise increasing in time to the foundations

of bridge structures is too long in time and most frequently cannot be implemented. The article considers 4 examples of testing bridge structures using various methods.

Key words: *static tests, dynamic tests, vibration diagnostics, bridge structures, bridge piers.*

Рецензент: канд. техн. наук М.И. Шейнцвит (ФАУ «РОСДОРНИИ»).

Статья поступила в редакцию: 22.10.2021 г.