

**ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

ДОРОШЕНКО Е. В.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ АРОЧНЫХ МОСТОВ**

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

**Днепропетровск
1965**

НТБ
ДНУЖТ

Публичная защита диссертации состоится на заседании Ученого совета по строительно-эксплуатационным специальностям **13** апреля 1965 г.

Просим Вас и сотрудников Вашего учреждения, интересующихся темой диссертации, принять участие в заседании Ученого совета или прислать свои отзывы о работе по адресу: Днепропетровск, Университетская 2, Институт инженеров железнодорожного транспорта.

Автореферат разослан « **13** » марта 1965 г.

НТБ
ДНУЖТ

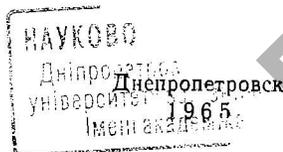
ДОРОШЕНКО Е. В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ АРОЧНЫХ МОСТОВ

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель —
доктор технических наук, профессор
Бондарь Н. Г.

2435a



НТБ
ДНУЖТ

Работа выполнена в Днепропетровском институте инженеров железнодорожного транспорта. Натурные испытания мостов проведены мостоиспытательной станцией ДИИТа под руководством и при непосредственном участии автора.

НТБ
ДНУЖТ

Введение

В соответствии с планом развития транспорта, на железнодорожных линиях возводят искусственные сооружения, среди которых имеются арочные железобетонные мосты. В настоящее время идет строительство совмещенного моста с арочными пролетными строениями на переходе через Волгу у Горького, возводят большой виадук в районе Урала и др.

Железобетонные арочные мосты, при некоторых благоприятных условиях, успешно конкурируют с мостами других конструкций.

На основе ряда исследований разработана стройная теория расчета бесшарнирных арок. Результаты расчетов достаточно близко совпадают с данными экспериментов. Значительно меньше разработаны способы расчета арочных пролетных строений с ездой поверху, в состав которых входят надарочные конструкции. Предлагаемые различными авторами точные способы расчета не находили практического применения. В проектных институтах, до последнего времени, расчет совместной работы арок с надарочным строением производили по упрощенному способу, предложенному А. М. Ждановым *). Однако правильность допущений, принятых в этом способе расчета, как и в других, предложенных в более позднее время, не подвергались должным экспериментальным проверкам на натурных объектах.

В процессе выполнения экспериментальных исследований на многопролетных железобетонных арочных мостах было установлено существенное влияние нагрузки, расположенной в соседних пролетах, на величины прогибов изучаемых арок. Монография Григорьева В. В. **), опубликованная в 1934 году, не исчерпывает всех сторон этого вопроса.

*) Жданов А. М. Расчет надарочного строения. Сборник Опытно-теоретические исследования железобетонных конструкций, Трансжелдориздат, 1940.

***) Григорьев В. В., Неразрезные арочные мосты и виадуки, М. Трансжелдориздат, 1934.

Недостаточно изучено динамическое воздействие временной нагрузки на железобетонные арочные мосты. До 1956 года величины динамических коэффициентов для арочных мостов принимались такими же как и для балочных. В результате теоретических исследований, проведенных главным образом Н. Г. Бондарем, и экспериментальных работ, выполненных мостоиспытательной станцией ДИИТа и ЦНИИСом, установлена зависимость динамического коэффициента от пологости арки.

Рекомендованные величины динамических коэффициентов для поездов с паровозами впервые были приняты в ТУПМ-56 и затем без изменений вошли в нормы СН200-62.

В связи с введением в обращение на сети железных дорог тепловозов, электровозов и большегрузных вагонов нормы динамических коэффициентов требовали корректировки.

Реферируемая работа посвящена: изучению совместной работы арок с надарочными строениями, исследованию влияния продольного перемещения опор на распределения усилий в арках и определению величин динамических коэффициентов для новых видов нагрузок (тепловозов, электровозов и большегрузных вагонов).

Экспериментальный метод исследования принят основным для изучения перечисленных вопросов.

Разработка и внедрение в практику электрических методов измерения неэлектрических величин создали новые возможности для различных исследований.

Учитывая значительное влияние техники проведения экспериментов на надежность получаемых результатов, в реферируемой работе уделено значительное внимание экспериментальному оборудованию.

I. Приборы для экспериментальных исследований

При испытаниях мостов обычно измеряют: перемещения (прогибы), деформации (напряжения) и, в некоторых случаях, углы поворотов и величины вибраций. Измерения (записи) указанных величин электрическими методами производят с применением датчиков сопротивления, индуктивных и вибрационных датчиков. Наибольшее распространение получили проволочные датчики сопротивления.

Электрические приборы и установки, предназначенные для измерений указанных величин, вызванных статическим действием нагрузок, относительно простые. Установки, предна-

значенные для регистрации (записи) процессов при динамических воздействиях нагрузок, более сложные. В их состав входят магнито-электрические осциллографы. В зависимости от регистрируемых частот находят применение осциллографы типов МПО-2, Н-700 (ПОБ-14), Н-004, ОТ 24-51 и др.

В реферируемой работе описаны осциллографы перечисленных типов, указаны технические характеристики и отмечены их особенности; приведены изменения внесенные в конструкцию осциллографов типов Н-700 и ОТ 24-51, с целью создания больших удобств в работе при испытаниях мостов.

В результате сравнения разных типов осциллографов установлено, что наиболее подходящим для полевых работ на мостах, является осциллограф типа ОТ 24-51, укомплектованный вибраторами типов IV и V

Для возможности исследования таких жестких конструкций, какими являются железобетонные арочные мосты, автором предложен способ измерений (записей) малых величин прогибов, основанный на линейной зависимости между удлинениями натянутой стальной проволоки и усилиями в ней.

Разработана конструкция прогибомера, который получил название прогибомера с динамометром.

Прогибомерами этой конструкции пользуются в лабораториях испытаний мостов ЦНИИС и НИИ мостов, а так же мостоиспытательные станции МПС.

Измерение деформаций наиболее удобно проводить пользуясь проволочными датчиками сопротивления. Как известно, проволочные датчики сопротивлений включают в схемы измерительных мостов. При измерениях малых величин деформаций весьма желательно все четыре плеча измерительных мостов составлять из активных датчиков, наклеенных на исследуемые конструкции. Измерительные мосты питают от источников постоянного тока или переменного тока звуковой частоты.

Наиболее простыми являются мосты постоянного тока. Для регистрации измеряемых величин, в диагонали таких мостов включают чувствительные измерительные приборы. В простейших случаях, при измерениях, вызванных статическими действиями нагрузок, могут найти применение зеркальные гальванометры. Наиболее подходящим для полевых работ является гальванометр типа ГЗП-47.

Процессы, вызванные динамическими действиями нагрузок, обычно записывают при помощи вибраторов осциллографов.

Используя тензометрическую установку, состоящую из осциллографа ОТ 24-51 (укомплектованного вибраторами ти-

пов IV и V) и блока балансировки ББ 24-51, можно записывать малые величины деформаций без усилителей.

Из-за наличия некоторых недостатков, присущих блоку балансировки ББ 24-51, в мостоиспытательной станции ДИИТа (при участии автора) разработана и изготовлена новая конструкция блока балансировки, более удобная при работе в полевых условиях.

Для измерения горизонтальных колебаний автором реферируемой работы, совместно с инженером В. В. Патлань, разработана конструкция горизонтального маятника с индуктивным датчиком для регистрации колебаний. Датчик питается от генератора звуковой частоты (на транзисторах), который расположен в корпусе маятника. Период собственных колебаний маятника может быть установлен в пределах от 2 до 10 секунд.

2. Объекты, цели и методика испытаний

Эксперименты проведены на восьми бесшарнирных арочных железобетонных мостах под железную дорогу, имеющих пролеты от 52 до 228 м. Основные данные исследованных пролетных строений приведены в табл. 1.

Таблица 1.

№№ п/п	Расчетный пролет м.	Стрела подъема м	Расположение езды	Сечение арки или свода в замке		
				форма	F м ²	J м ⁴
1	2	3	4	5	6	7
I	52	13,0	поверху	прямоугольная	2,16	0,26
II	53	13,8	—»—	двутапровая	2,04	0,30
III	55	13,5	—»—	—»—	1,45	0,35
IV	106	34,5	посередине	—»—	4,80	1,85
V*)	140	28,0	поверху	коробчатая	11,00	26,80
VI	150	40,0	посередине	—»—	5,76	11,12
VII*)	228	34,0	поверху	—»—	15,90	84,40

В реферируемой работе приведено описание конструкций изученных пролетных строений и представлены чертежи некоторых опор неразрезных мостов.

*) Своды под два пути.

При испытаниях мостов в качестве подвижной нагрузки использованы специальные поезда, отдельные локомотивы и проходящие поезда. Испытательные поезда состояли из груженых шестиосных или четырехосных вагонов с двумя локомотивами (тепловозами или электровозами), расположенными в голове и хвосте поезда. Указанная схема испытательного поезда обеспечивала «челночную» езду по мостам с максимальными скоростями и возможность наибольших загрузок сечений, имеющих участки линий влияния двух знаков.

Испытательные поезда пропускались по мостам со скоростями от 5 до 80 ± 100 км/ч. На всех мостах записано воздействие 862 поездов. В каждом опыте на ленте осциллографа регистрировалось не менее 15 разных диаграмм. Таким образом было записано около 13000 различных динамических процессов.

Во время испытаний измеряли: прогибы в ряде точек пролетных строений, деформации (напряжения) в различных сечениях арок и балок надарочных строений, продольные перемещения и углы поворота некоторых опор, горизонтальные (поперечные) колебания, главным образом, замковых сечений арок.

Прогибы арок и продольные перемещения опор измеряли прогибомерами с динамометрами, которые были установлены на пролетных строениях и соединены стальными проволоками с неподвижными точками. При измерениях продольных перемещений опор в качестве неподвижных точек использовались инвентарные мачты. Тарировка прогибомеров производилась на месте, после их установки. Прогибы пролетных строений записаны с 5 ± 20 кратными увеличениями, а перемещения опор с 25 ± 56 кратными. Большие амплитуды в записях изучаемых процессов снижали погрешности, получаемые при обработке осциллограмм.

Деформации измерялись при помощи проволочных датчиков, которые были наклеены на обнаженную арматуру или на предварительно обработанные бетонные поверхности. В последнем случае применялись датчики с базами 75 ± 100 мм.

Деформации регистрировались при помощи тензометрической установки ОТ 24-51 без усилителей. Запись производилась в масштабах $\epsilon = (2 \pm 5) \cdot 10^{-6}$ в одном мм на бумаге.

Поперечные колебания пролетных строений записывались на ленты тех же осциллографов, которые регистрировали перемещения и деформации. В некоторых случаях с помощью

горизонтальных маятников удавалось измерять углы поворота (закручивания).

3. Совместная работа арок с надарочным строением

Железобетонные пролетные строения с ездой поверху представляют собой сложные пространственные конструкции, расчет которых обычно ведут, расчлняя их на более простые плоские системы. Одной из таких плоских систем является арка с надарочным строением.

Расчет свободных арок с заделанными пятами на воздействие вертикальных статических нагрузок не вызывает затруднений. Совместный же расчет арок со сквозным надарочным строением представляет известные трудности, т. к. при точных способах расчета вычисления достаточно громоздки. Поэтому в практике проектных институтов находит применение упрощенный способ совместного расчета, предложенный А. М. Ждановым. Сущность его заключается в том, что надарочную конструкцию сначала рассчитывают как неразрезную балку или раму на жестких опорах, а после вводят в расчет дополнительные моменты, вызванные упругим прогибом арок. Величины прогибов отдельных точек арочного пролетного строения условно принимают равными половине прогиба этих точек свободной арки.

Значительные исследования по этому вопросу проведены Л. П. Поляковым *). Им предложены таблицы, пользуясь которыми можно определять ординаты линий влияний для различных сечений арок и элементов надарочного строения. Расчеты выполнены по методу сил с рядом допущений. Основными из допущений являются следующие: предположено, что железобетон работает как идеально упругое тело, постоянная нагрузка распределена по пролету с разными интенсивностями в замке и пятах; сечения арок приняты постоянными в пределах одной панели, но их средние величины связаны зависимостью Риттера; в местах примыкания стоек к аркам и балкам предположено наличие шарниров; влияние надарочного строения на величины лишних неизвестных в замковых сечениях арок признано пренебрежимо малым; также мало и влияние обжатия в элементах надарочной конструкции.

*) Поляков Л. П., Расчет арочных мостов, Госстройиздат УССР, Киев, 1962.

Допущения предложенные Л. П. Поляковым значительно упрощают совместный расчет, т. к. позволяют принять консоль (полуарки с надарочным строением) за основную статически неопределимую систему, для расчета которой достаточно вести весьма ограниченное число шарниров в узлах надарочного строения.

Анализ, проведенный Л. П. Поляковым на основании теоретических работ ряда авторов, показал возможность подобных допущений без особого ущерба для точности расчетов. Однако, соответствие таких расчетов с действительной работой арочных мостов не было проверено.

Для исследования совместной работы арок с надарочным строением выбраны два пролетных строения с ездой поверху, имеющие примерно равные пролеты (55 м и 52 м), но значительно отличающиеся по конструкции. Оба эти пролетные строения подвергались перерасчету по методу сил, с допущениями приведенными выше (расчеты сведены в таблицы и помещены в двух приложениях к реферируемой работе).

На указанных пролетных строениях при испытании были записаны деформации нижних волокон балок надарочного строения по середине длины панелей, вызванные воздействиями одиночных тепловозов ТЭЗ и электровозов ВЛ 23.

Расчетные линии влияния моментов по середине пролета балок надарочного строения $l_p = 55$ м загружены тепловозом ТЭЗ.

Теоретическая осциллограмма, полученная в результате загрузки линии влияния момента по середине панели, весьма близко совпала с опытной осциллограммой, записанной для этого же сечения балки. Также близкими оказались теоретические и экспериментальные осциллограммы, полученные для балок второго пролетного строения $l_p = 52$ м. Кроме этого, для элементов пролетного строения $l_p = 52$ м правильность расчетных линий влияний проверена по результатам испытаний объемной модели, изготовленной из оргстекла (в масштабе 1 : 50 н. в.) с полным геометрическим подобием. Экспериментальные ординаты линий влияния, пересчитанные для натуре по коэффициентам перехода, оказались достаточно близкими к расчетным.

На основании полученных результатов сделаны выводы о достаточно близком совпадении усилий, определенных по методу сил, с действительными усилиями, наблюдаемыми в арочном пролетном строении, и с другой стороны, о значительных

расхождении этих усилий, с теми, на которые были рассчитаны элементы надарочного строения при проектировании (см. табл. 2).

Таблица 2.

Расположение сечений в долях пролетов надарочного строения	Изгибающие моменты в балках надарочного строения (т м)			
	по приближенному расчету (проектные)		по уточненному расчету (методом сил)	
	макс.	мин.	макс.	мин.
1	2	3	4	5

Пролетное строение $l_p = 55,0$ м				
0,50	53,3	— 4,0	58,4	—13,5
0,75	42,9	—20,1	—	—31,6
1	0,1	—53,5	28,2	—76,0
2,25	42,9	—20,1	48,7	—18,1
2,50	53,3	— 4,0	66,7	—15,5

Пролетные строения $l_p = 52$ м				
0,5	25,0	— 7,0	25,9	— 9,1
1	1,8	—47,1	7,9	—48,0
1,5	12,9	— 8,5	14,8	—16,1
2	0,9	—29,4	— 2,2	—23,5
2,5	12,9	— 8,5	24,1	—14,3
3	0,9	—29,4	3,5	—18,7
3,5	12,9	— 8,5	37,5	—17,7
4	1,8	—47,1	18,3	—35,9
4,5	25,0	— 7,0	38,1	—10,4

Из рассмотрения таблицы 2 следует, что при проходе по мосту расчетной нагрузки Н8, изгибающие моменты в балках надарочного строения будут значительно превосходить проектные.

4. Влияние нарезности на работу арочных мостов

Этот вопрос недостаточно изучен. Кроме работы Григорьева В. В., опубликованной в 1934 году, небольшие опыты на модели выполнены Герцогом А. А.*).

*) Герцог А. А., О совместной работе арок и надарочной части мостов. М., Автотрансиздат, 1962.

При экспериментальных исследованиях работы неразрезных арочных мостов под воздействием временной нагрузки изучались следующие вопросы: влияние нагрузки, расположенной в соседнем пролете, на напряжения в элементах конструкции; величины этих дополнительных напряжений и размеры перемещений промежуточных опор на уровне пят арок.

С целью выяснения этих вопросов на мостах с пролетными строениями $l_p = 55,0$ м и $l_p = 53,0$ м, кроме прогибов ряда точек, записаны перемещения вершук опор и напряжения в пятых или замковых сечениях арок.

Измерения произведенные на первом из этих мостов показали, что опоры имеющие значительные размеры, глубоко заложенные и почти полностью сидящие в грунте (пяты арок размещены на высоте $\sim 3,0$ м над уровнем грунта), под действием тепловоза ТЭ 3 смещаются на заметную величину (около 0,6 мм). Продольное перемещение одной промежуточной опоры на этом мосту приводит к появлению дополнительных напряжений в пятах арок, составляющих $6 \pm 10\%$ от максимальных напряжений, вызванных воздействием временной нагрузки.

Под воздействием распора, опорного изгибающего момента и внецентренно приложенной опорной реакции, пятовое сечение арки смещается вдоль пролета и поворачивается на некоторый угол. Можно полагать, что суммарное продольное перемещение верхушки опоры Δ состоит из чистого поступательного Δ_x , величина которого пропорциональна действию распора и горизонтальной составляющей вращения пятового сечения Δ_φ , величина которой в основном пропорциональна моменту в пяте (если не учитывать незначительного влияния вертикальной составляющей опорной реакции).

Пользуясь осциллограммой перемещения верхушки промежуточной опоры, записанной при проходе одиночного локомотива, можно построить линию влияния перемещения для указанной точки. Для этого устанавливаем величины перемещений опоры при загрузке нагрузкой первого полупролета Δ_1 , и второго полупролета Δ_2 . Для этих же положений нагрузки по линиям влияния находим величины распора X_1 и X_2 , а также опорного момента M_1 и M_2 .

Из системы уравнений

$$X_1 k_x + M_1 k_\varphi = \Delta_1$$

$$X_2 k_x + M_2 k_\varphi = \Delta_2$$

определяем коэффициенты пропорциональности k_x и k_φ . Ординаты линии влияния X , умноженные на k_x дадут ординаты поступательного перемещения Δ_x , а ординаты линии влияния M умноженные на k_φ , дадут Δ_φ . Сумма ординат Δ_x и Δ_φ составляет величины ординат линии влияния перемещения вертушки опоры.

Аналогичным путем построены линии влияния перемещений опор для пролетного строения, опирающегося на две промежуточные опоры.

Анализ напряженного состояния замковых сечений арок двухпутного моста, пролетные строения которого ($l_p = 53,0$ м) опираются на общие опоры показал, что при наиболее невыгодном нагружении расчетной временной нагрузкой двух путей, добавочные напряжения от смещения промежуточных опор составляют около 15% от максимальных расчетных, а суммарное увеличение пролета достигает 5,5 мм. При этом следует учитывать, что опоры исследованного моста заложены на большой глубине и лишь на 6,7 м возвышаются над уровнем грунта.

5. Динамические коэффициенты

Величины динамических коэффициентов для поездов с паровой тягой были установлены опытно-теоретическим путем. Для новых видов нагрузок, не имеющих вращающихся неуравновешенных масс, величины динамических коэффициентов в настоящее время могут быть установлены только экспериментальным путем.

В процессе экспериментальных исследований изучены формы изогнутых осей арок при движении нагрузок и формы колебаний. Установлено, что при нагружении свода двухпутного моста происходит закручивание его замкового сечения и в таком положении свод колеблется в вертикальной плоскости с одинаковыми амплитудами по обоим граням.

После ухода временной нагрузки, односторонне нагружавшей свод, замковое сечение свода выпрямляется, а вертикальные свободные колебания могут сопровождаться крутильными и горизонтальными с одной частотой.

В результате обработки осциллограмм прогибов (в четвертях и замковых сечениях) пролетных строений, а для некоторых мостов и напряжений в пятых сечениях, определены величины динамических коэффициентов и частоты свободных вертикальных колебаний.

Из рассмотрения осциллограмм установлено, что при движении нагрузки (со скоростью до 100 км/ч) по небольшим пролетным строениям, определяющими являются колебания первой (кососимметричной) формы. Для этих пролетов нарастание динамического прогиба, при кососимметричном изгибе и резонансном режиме, ограничено незначительным отрезком, времени, необходимым для продвижения временной нагрузки от опоры, примерно до середины пролета.

На больших пролетных строениях резонансный режим получается при малых скоростях движения, что приводит к значительному уменьшению динамических коэффициентов (при кососимметричных формах колебаний).

Для симметричных форм колебаний, имеющих большие частоты, могут возникать резонансные режимы при более высоких, но реальных скоростях движения, что приводит к увеличению динамических коэффициентов.

Испытания пролетного строения $l_p = 228$ м показали, что при проходе по мосту поезда с груженными четырехосными вагонами, со скоростью 41,5 км/ч, возбуждались колебания с амплитудой 1,5 мм, при величине статического прогиба 6,0 мм. Нарастание колебаний происходило под воздействием периодических ударов в стыках.

Анализ экспериментальных данных по динамическому воздействию новых видов нагрузок (электровозов, тепловозов и большегрузовых вагонов) показал, что для пролетных строений от 50 до 100 метров это воздействие меньше, чем предусмотрено нормой динамического коэффициента (СН 200—62). Это уменьшение объясняется тем, что величины динамических коэффициентов по СН 200—62 получены для воздействия паровозов.

Для пролетных строений больших пролетов (свыше 140 м) экспериментальные значения примерно равны предусмотренным в Технических условиях, т. к. они были нормированы по колебаниям, вызванным периодическими ударами вагонной нагрузки.

Учитывая вышеизложенное, ДИИТом было рекомендовано динамические коэффициенты от железнодорожного подвижного состава при электровозной и тепловозной тяге, для арок и сводов внешне распорных арочных железобетонных пролетных строений со сквозной надарочной конструкцией, исчислять по формуле:

$$1 + \mu = 1 + \frac{A}{100 + \lambda} \left(1 + \frac{0,4l}{f} \right)$$

где: A — коэффициент, равный 10 при $l < 110$ м и равный 15 при $l > 140$ м.

λ — длина загрузки участка линии влияния;

l — расчетный пролет арки;

f — стрела подъема арки.

Эта формула динамического коэффициента вошла в СНиП-62. В таблице 3 приведены сравнения динамических коэффициентов.

Таблица 3.

l_p м	f/l	Динамические коэффициенты		
		по СН 200—62	по СНиП—62	по экспериментам
52	0,250	1,26	1,17	1,19
55	0,245	1,25	1,17	1,11
106	0,325	1,16	1,11	1,11
140	0,200	1,19	1,19	1,24
150	0,267	1,15	1,15	1,17

Приведенные данные показывают, что во всех случаях динамические коэффициенты, определенные по СНиП-62 ближе к данным экспериментов, чем подсчитанные по СН 200-62.

З а к л ю ч е н и е

Практические результаты проведенных экспериментальных работ следующие:

1. Накоплен опыт работы с электрической аппаратурой и предложены некоторые изменения конструкций серийной аппаратуры.

2. Разработан способ измерений малых величин прогибов и предложена конструкция прогибомера с динамометром, получившего широкое распространение.

3. Конструкция горизонтального сейсмического маятника приспособлена для записи горизонтальных колебаний мостов на ленте осциллографа.

4. Установлено, что приближенный способ расчета совместной работы арок с надарочным строением (по А. М. Жданову), применяемый до настоящего времени в проектных институтах, весьма грубо оценивает истинное распределение усилий в балках надарочного строения и поэтому не может быть рекомендован.

5. Экспериментально подтверждено очень близкое совпадение действительных усилий в конструкциях арочных мостов с ездой поверху и расчетных усилий, определенных по методу сил с допущениями принятыми Л. П. Поляковым. Этот способ расчета (с применением таблиц) может быть рекомендован при проектировании и перерасчетах железобетонных мостов.

6. Обнаружено значительное расхождение между изгибающими моментами, на действие которых были рассчитаны балки надарочного строения и моментами, которые должны возникнуть при пропуске расчетной нагрузки. Занижение проектных моментов существенно снизило грузоподъемность пролетных строений $l_p = 55$ и $l_p = 52$ метра.

7. Выяснена возможность возникновения значительных положительных моментов в балках надарочного строения над стойками. Следовательно, в сборных балках надарочного строения необходимо стыковать над стойками не только верхнюю, но и нижнюю арматуру.

8. Доказано, что в неразрезных арочных мостах наблюдаемые продольные перемещения опор могут вызвать заметное перераспределение напряжений в арках.

9. Разработан способ построения линий влияния продольных перемещений опор по величинам перемещений, измеренным при определенных положениях временной нагрузки.

10. Установлено, что особое внимание следует уделять расчету и конструированию промежуточных опор неразрезных арочных двухпутных железнодорожных мостов, имеющих отдельные железобетонные пролетные строения под каждым из путей и общие опоры. Как показали проведенные исследования, дополнительные напряжения в арках таких мостов, вызванные продольными перемещениями опор, могут достигать значительных величин.

11. Предложены нормы динамических коэффициентов для новых видов нагрузок (электровозов, тепловозов и большегрузных вагонов), при расчете бесшарнирных арочных железобетонных пролетных строений, которые вошли в СНиП-62.

Диссертация изложена на 258 страницах (160 страниц основного текста и 98 страниц приложений) и содержит 121 фигуру и 30 таблиц.

Библиография — 128 названий.

Основное содержание диссертации опубликовано в статьях:

1. Бондарь Н. Г., Дорошенко Е. В., Опыт изучения динамических характеристик арок железобетонных мостов, Железнодорожное строительство, №-9, 1952.

2. Бондарь Н. Г. Дорошенко Е. В., Экспериментальные исследования некоторых вопросов работы арочных пролетных строений массивных мостов., Труды ДИИТ, вып. 23, Трансжелдориздат, 1953.

3. Дорошенко Е. В., Измерение напряжений при длительно действующих нагрузках. Заводская лаборатория № 1, 1952.

4. Дорошенко Е. В., Измерения перемещений, Сборник Доклады межвузовской конференции по испытаниям сооружений, изд. ЛИСИ, 1958.

5. Воронков Н. И., Дорошенко Е. В., Тимошенко В. В., Динамические испытания арочного железобетонного моста., Железнодорожное строительство, № 8, 1954.

6. Бондарь Н. Г. Дорошенко Е. В., Ройтбурд З. Г. Эйхе Г. Н., Результаты испытания железобетонного моста, Бетон и железобетон, № 10, 1963.

7. Дорошенко Е. В., Влияние неразрезности на работу арочных мостов, Труды ДИИТ, вып. 38, Днепропетровск 1962.

8. Дорошенко Е. В., Тарасенко В. И., Яковлев Г. Н., Экспериментальные исследования динамического воздействия подвижной нагрузки на арочные железнодорожные мосты, Труды ДИИТ, вып. 38, Днепропетровск, 1962.

Методика измерений и результаты исследований доложены на совещаниях и конференциях:

1. На межвузовской конференции по испытанию сооружений Ленинград, 1958 г.

2. На совещании экспертов ОСЖД по совместной разработке темы «Изучение динамического воздействия новых видов нагрузок» в 1961, 1962 и 1963 годах, в г. Москве.

3. На Всесоюзном совещании по некоторым вопросам динамики машин и сооружений, в 1964 г. в г. Днепропетровске.

4. На объединенном семинаре кафедр строительной механики и мостов ДИИТа в 1964 г.

5. На совещании в Днепрогипротрансе 1965 г.

БТ 07166. Областная книжная типография
Днепропетровского областного управления по печати,
г. Днепропетровск, ул. Серова, 7.

Заказ 596-м. Тираж 200. Объем 1 п. л. Подписано к печати 5. III. 65 г.