

УДК 625.745.12:624.21.059.22

С.А. БОКАРЕВ, Ю.В. РЫБАЛОВ, А.Н. ЯШНОВ

ПРИЧИНЫ ОБРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ АВТОДОРОЖНОГО МОСТА ЧЕРЕЗ р. ТАРТАС У с. СЕВЕРНОЕ В СЕВЕРНОМ РАЙОНЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье изложены события, связанные с обрушением автодорожного моста через р. Тартас в Северном районе НСО, и результаты экспертизы причин обрушения, выполненной специалистами лаборатории «Мосты» СГУПС.

Железобетонный трехпролетный мост через р. Тартас на км 4 + 745 автодороги Северное — Биаза — гр. Кыштовского района построен и сдан в эксплуатацию в 1979 г. Схема моста в полных длинах пролетов 3×21 м (рис. 1, 2). Мост находится на балансе ОГУ ТУАД Новосибирской области. Эксплуатацию моста осуществлял Северное ДРСУ ОАО «Новосибирскавтодор».

19 сентября 2005 г. около 20 ч местного времени при следовании через мост в сторону села Северное порожнего автосамосвала КамАЗ-55111 произошло обрушение конструкций всех пролетных строений и промежуточных опор моста (рис. 3). Водитель КамАЗа серьезно не пострадал. По факту обрушения возбуждено уголовное дело и назначена строительно-техническая судебная экспертиза, производство которой было поручено специалистам лаборатории «Мосты» Сибирского государственного университета путей сообщения (СГУПС).

В распоряжение экспертов переданы материалы уголовного дела, имеющие отношение к его технической стороне. В том числе:

- копия сохранившейся проектной документации;
- копия запроса в ТУАД НСО и ответа на запрос о возможности провоза по мосту тяжеловесного груза.

Заявление на получение разрешения для перевозки тяжеловесного груза поступило в адрес ОГУ ТУАД НСО 25.05.2005. Тяжеловесный груз представлял собой автопоезд полной массой 129,4 т в составе тягача МАЗ-543 с прицепом «ЧМЗАП-5530», перевозящим блок-бокс дизельной электростанции массой 62 т. Ответным письмом ОГУ ТУАД НСО от 24.06.2005 № ОС-ПУ-01 в разрешении было отказано на основании того, что данный тяжеловесный груз был отнесен к категории сверхнормативной нагрузки. Тем не менее следствием установлено, что за 10–12 дней до обрушения блок-бокс дизельной электростанции все-таки провезли через мост.

Помимо этого в распоряжении экспертов имелась информация о состоянии моста на 23.05.2005 г., полученная из базы данных АИС ИССО ТУАД НСО, включая фотографии общего вида сооружения и основных дефектов, а также видеосъемка моста, выполненная специалистами СГУПС в октябре 1998 г.

Общие сведения о сооружении

Мост был запроектирован институтом Сибгипротранс (г. Новосибирск) в 1974 г. Проектные нагрузки Н-30 и НК-80. В архиве Сибгипротранса сохранилась только графическая часть проекта (чертежи), пояснительная записка отсутствует.

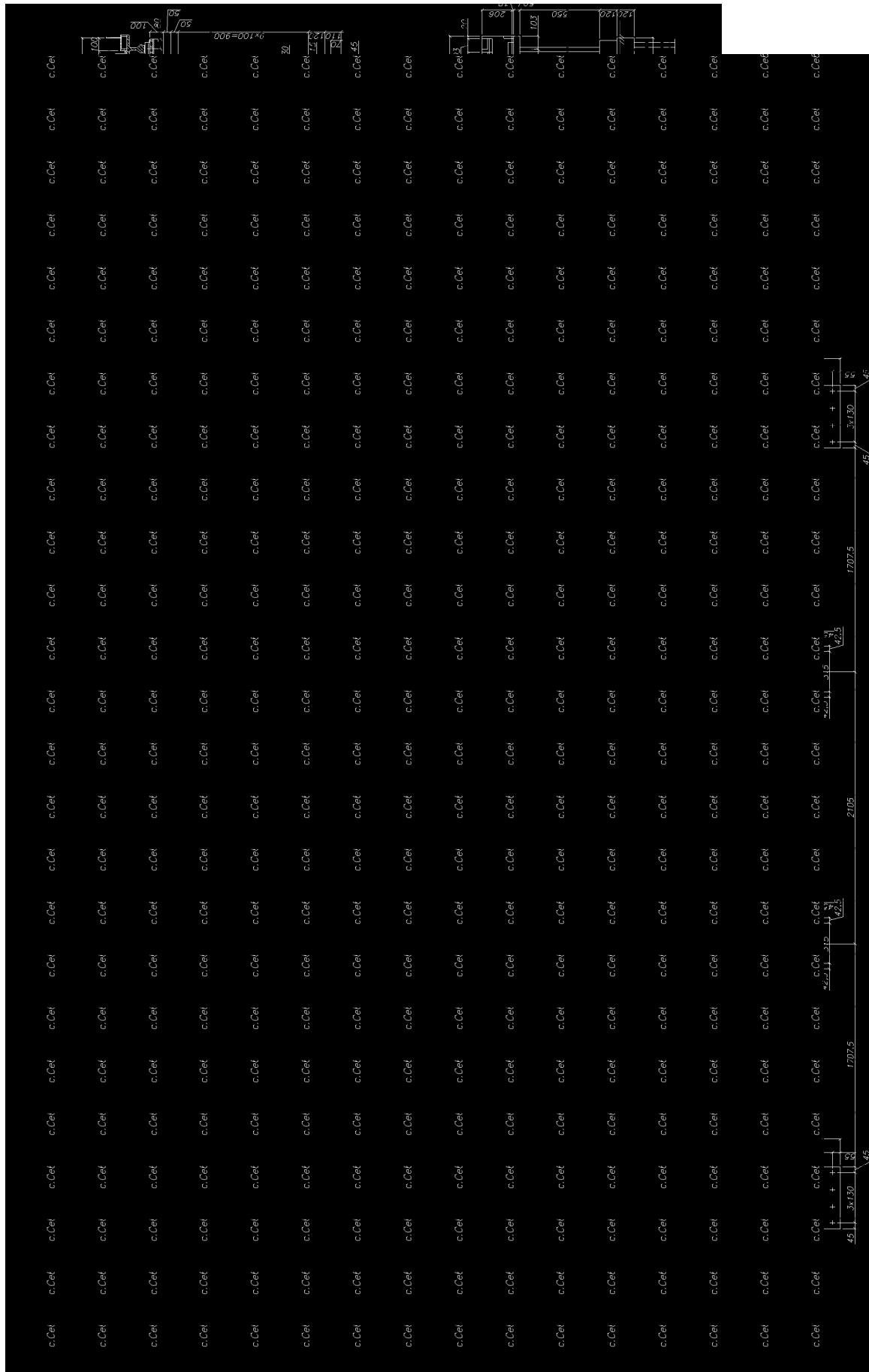


Рис. 1. Конструкция моста



Рис. 2. Общий вид моста до разрушения



Рис. 3. Вид моста после обрушения

Строительство моста осуществил мостоотряд МО-38 (г. Новосибирск). Никакой исполнительной документации на строительство не сохранилось. Тем не менее сравнение доступных для осмотра конструкций с проектными решениями позволяет полагать, что изменений в конструктивную часть проекта на стадии строительства не вносилось. В 1998 г. при проведении планово-предупредительного ремонта габарит ездового полотна был заужен до 7,3 м установкой металлического барьерного ограждения безопасности.

Пролетные строения моста — балочные, разрезные, изготовлены из преднапряженного железобетона по типовому проекту инв. № 384/36 проектировки Союздорпроекта 1971 г. и имеют по 5 балок в поперечном сечении. Опираие балок пролетных строений на ригели опор произведено через тангенциальные неподвижные и валковые подвижные опорные части.

Устои моста стоечные козловой конструкции запроектированы применительно к типовому проекту инв. № 443/2 СДП. Промежуточные опоры массивной конструкции из сборных контурных блоков замкнутого сечения с заполнением внутренних полостей монолитным бетоном — по типовому проекту инв. № 443/1 СДП. Фундаменты всех опор свайные. Сваи призматические сечением 35×35 см и длиной по 14 м. Под каждым устоем забито по 32 сваи, а под каждой промежуточной опорой — по 24 сваи.

В 1990 г. специалистами ЗАО «ПИК-М» (г. Новосибирск) было проведено первое после постройки обследование моста. По результатам обследования, в частности, установлено, что в контурных блоках в нижней части промежуточных опор моста имелись вертикальные трещины раскрытием до 1 мм.

Следующее диагностическое обследование моста было выполнено в 1997 г. специалистами СГУПСа при проведении паспортизации. Ширина раскрытия трещин в нижних контурных блоках промежуточных опор на этот момент достигала уже 1 см (рис. 4). Начиная с 1998 г., мост регулярно осматривался два раза в год специалистами СГУПСа в рамках проведения периодических весенних и осенних осмотров с целью контроля технического состояния сооружения. Последний такой осмотр был проведен 23.05.2005. Информация о дефектах моста, полученная при проведении осмотров, заносилась в базу данных ТУАД НСО. По результатам этих осмотров состояние моста каждый раз оценивалось как неудовлетворительное, в первую очередь из-за наличия указанных трещин в контурных блоках промежуточных опор. Исключение составляет 1998 г., когда в ходе планово-предупредительного ремонта моста трещины в блоках были герметизированы (замазаны цементным раствором). Однако уже в 1999 г. существовавшие трещины возобновились, а в 2000 г., когда раствор из трещин полностью выкрошился, их раскрытие вновь достигло величины 1 см. После 1998 г. ремонтные работы на мосту не проводились. В рамках содержания выполнялись только нормативные работы по уходу за сооружением (очистка проезжей части, покраска перил и ограждений безопасности).



Рис. 4. Трещины в контурных блоках опоры № 2 на стадии эксплуатации

Результаты обследования обрушенных конструкций моста

При содействии расследованию уголовного дела сотрудниками СГУПСа было проведено обследование остатков обрушенных конструкций. При этом установлено следующее.

1. Все имеющиеся повреждения балок пролетных строений в виде трещин и изломов являются, вероятнее всего, следствием их падения и удара о нижележащие конструкции обрушившихся опор. То есть в момент обрушения пролетных строений сами балки пролетных строений не имели повреждений, способных вызвать их падение.

2. Все подвижные опорные части, представляющие собой железобетонные балки с металлическими опорными подушками, после обрушения моста остались целыми и повреждений не имели.

3. Ригели промежуточных опор в момент обрушения также не имели повреждений, способных вызвать их обрушение. Все повреждения конструкций ригелей произошли при падении в момент удара их о землю либо удара по ним упавших сверху балок пролетных строений.

4. В зоне обломков опоры № 2 имеются остатки бетона ядра заполнения внутренней полости опоры, высыпавшиеся предположительно из уровня нижних от земли блоков. Остатки представляют собой не куски и обломки бетона, а смесь щебня и песка (рис. 5).



Рис. 5. Обломки опоры № 2. Остатки бетона ядра заполнения в виде смеси песка и щебня

5. В опоре № 3 в уровне 3-го и 4-го контурных блоков (считая от обреза фундамента) бетон ядра заполнения внутренней полости выполнен с применением речного галечника (гравия) в качестве крупного заполнителя. Здесь же, в уровне между контурными блоками № 3 и № 4, бетон ядра заполнения полностью потерял структурную сплошность и в слое толщиной около 20–30 см превратился в сыпучую смесь, включающую остатки цементной составляющей, песка, галечника и щебня (рис. 6). Какой тип крупного заполнителя использован при бетонировании ядра заполнения опоры № 3 выше и ниже указанной зоны — определить не удалось из-за отсутствия доступа для осмотра.



Рис. 6. Опора № 3. Слой сыпучей смеси разрушенного бетона ядра заполнения

Предварительные выводы по результатам обследования обрушенных конструкций моста

Состояние бетона ядра заполнения промежуточных опор, взаимоположение обрушенных элементов моста, а также следы ударов этих элементов друг о друга, полученные в процессе падения, позволили предположить следующие причины и последовательность разрушения конструкций:

1. На стадии строительства при бетонировании внутренних полостей промежуточных опор, вероятно, не удалось обеспечить заданные в проекте характеристики бетона по прочности и морозостойкости.

2. В процессе эксплуатации моста бетон ядра заполнения опор постепенно утрачивал свою прочность и разрушался вплоть до потери структурной сплошности. Процесс разрушения бетона наиболее интенсивно происходил в уровне нижних от земли блоков. Это та зона опор, которая, находясь в уровне переменного горизонта воды, наиболее регулярно подвергалась подтоплению. Основной причиной такого рода деградации бетона является химическое взаимодействие гидрата окиси кальция с «мягкой» водой, имеющей пониженный показатель pH (< 6). Это приводит к разрушению и вымыванию (выщелачиванию) цементного камня. Известно, что «мягкая» вода образуется при таянии снега и льда. И именно за счет такой воды поднимается уровень в реке Тартас в паводковый период. Замачивание бетона ядра, имеющего повышенную водопроницаемость, происходило через швы между контурными блоками, разделка которых пришла в негодность, по-видимому, еще в первые годы эксплуатации, и через трещины в контурных блоках. Точную причину и время образования трещин в контурных блоках установить невозможно. Они могли возникнуть и при строительстве от монтажных воздействий, и при эксплуатации от воздействий температуры, и под влиянием других факторов.

3. Параллельно с выщелачиванием потеря прочности влагонасыщенного бетона ядра заполнения происходила и за счет морозного разрушения.

4. По достижении критического уровня прочности, когда бетон ядра начал терять сплошность, а образовавшаяся гравийно-песчаная смесь стала вымываться из внутренней полости через шов между контурными блоками и через трещины, верхняя часть опоры № 3 осела, выбрав зазор в горизонтальном шве между блоками № 3 и № 4. В результате передача всей нагрузки стала осуществляться непосредственно через эти контурные блоки, которые на восприятие проектных нагрузок отдельно от ядра заполнения не рассчитаны. Конфигурация блоков такова, что по контакту опирания площадь передачи нагрузки очень мала, а соответствующие напряжения в бетоне — высокие.

5. При проходе тяжелой нагрузки (например, автопоезда с блок-боксом электростанции) контурный блок № 4 опоры № 3 не выдержал и раскололся на отдельные части. Опора потеряла даже свою внешнюю целостность. А опирание верхней части опоры на нижнюю стало осуществляться только через слой сыпучей смеси разрушившегося бетона ядра заполнения.

6. Далее, под динамическим воздействием проходящих транспортных средств верхняя часть опоры в зоне опирания постепенно сползала в сторону по слою сыпучей смеси до того критического положения, при котором произошла потеря устойчивости, и опора моментально обрушилась, соскользнув в сторону опоры № 4. Находившийся в этот момент на мосту КамАЗ стал в этом процессе «последней каплей». Падение опоры № 3 повлекло падение пролетных строений № 2 и № 3. При этом пролетное строение № 2, опиравшееся на опору № 3 через неподвижные опорные части, было сдернуто с подвижного опирания на опоре № 2 с последующим ударом торцов балок в эту опору в уровне контурного блока № 6. От этого удара опора № 2 надломилась и обрушилась верхней частью в сторону опоры № 1 с последующим падением пролетного строения № 1.

Для подтверждения предположения о достаточной несущей способности пролетных строений для восприятия нагрузки от автопоезда общей массой 129,4 т были выполнены соответствующие расчеты, которые показали 2-кратные запасы грузоподъемности пролетных строений для такой нагрузки.

По итогам проведенного обследования основной версией причины обрушения конструкций моста стало предположение о разрушении промежуточных опор из-за их недостаточной несущей способности в условиях потери прочности бетоном ядра заполнения. Вместе с тем не исключалась и версия обрушения опор из-за деформаций (продавливания) фундаментов опор в результате прохода тяжелой нагрузки.

Чтобы расчетным путем установить предельную нагрузку, которую могла бы выдержать опора по несущей способности фундамента, необходимо иметь полные сведения о грунтах основания, а также о действительном состоянии свайного поля. В распоряжении экспертов имелись только проектные данные. Для подтверждения проектных данных о грунтах потребовалось бы произвести бурение контрольных скважин в створе опор. Получить же сведения о действительном количестве, длине и положении свай практически невозможно. Поэтому предполагалось проверить фактическое состояние и взаимное положение верхней части фундаментов путем проведения комплекса измерений для выявления возможных кренов и осадок, которые могли бы свидетельствовать о деформациях фундаментов. Для этого необходимо было вскрыть грунт вокруг опор, по крайней мере, до уровня обреза фундамента. Собственных возможностей

осуществить это эксперты не имели. Предложение о содействии передавалось в ОГУ ТУАД НСО и строителям нового моста, но несмотря на это названные работы не были произведены. В этой связи версия о возможных деформациях фундаментов осталась без подтверждений.

Обоснование основной версии причины обрушения моста

Для обоснования основной версии был запланирован следующий дополнительный комплекс работ:

- получение фактических характеристик бетона элементов опор по прочности и морозостойкости на момент обрушения;
- перерасчеты промежуточных опор на проектные, обращающиеся и предполагаемую сверхнормативную временные нагрузки с учетом фактических постоянных нагрузок и фактической прочности бетона элементов опор на момент обрушения.

Для выявления действительных характеристик бетона промежуточных опор первоначально запланировано было провести отбор восьми проб (серий) — по четыре на каждую промежуточную опору. В каждой опоре предполагалось взять пробы из контурного блока и бетона ядра заполнения в двух зонах:

- в уровне переменного горизонта воды;
- в верхней (неувлажняемой) части опоры.

Отбор образцов бетона (цилиндрических кернов диаметром 75 мм) из обломков опор выполнен в феврале 2006 г.

Из-за того что работы по разборке моста завершены не были, доступ ко всем зонам, предварительно намеченным для отбора проб, отсутствовал. В результате было принято решение изъять образцы из контурного блока № 2 и бетона ядра заполнения в уровне контурного блока № 3 на опоре № 3 (рис. 7) — что соответствует двум сериям образцов в уровне переменного горизонта воды, и из контурного блока № 7 и бетона ядра заполнения этого же блока на опоре № 2 (рис. 8) — что соответствует двум сериям из верхней (редко увлажняемой) части опоры.



Рис. 7. Места отбора кернов из опоры № 3 (контурный блок № 2, бетон ядра заполнения в уровне блока № 3)



Рис. 8. Места отбора кернов из опоры № 2 (контурный блок № 7, бетон ядра заполнения в уровне блока № 7)

Попытки отобрать целостные керны из ядра заполнения в уровне контурного блока № 3 на опоре № 3 оказались неудачными из-за того, что бетон внутри буровой коронки из-за своей низкой прочности разламывался еще на стадии бурения.

Из полученных кернов были изготовлены три серии образцов, по 15 образцов в каждой серии (рис. 9):

- серия № 1, бетон из контурного блока № 2 опоры № 3;
- серия № 2, бетон из контурного блока № 7 опоры № 2;
- серия № 3, бетон из ядра заполнения контурного блока № 7 опоры № 2.



Рис. 9. Образцы бетона на испытания

Подготовка и испытания образцов для определения фактической прочности были проведены в соответствии с ГОСТ 28570–90. Поскольку не существует ГОСТа на получение фактической марки по морозостойкости для бетона по образцам, отобранным из конструкций, испытания образцов по морозостойкости были проведены применительно ГОСТ 10060.0–95 и ГОСТ 10060.2–95 ускоренным методом.

При этом были получены следующие результаты:

- прочность бетона контурного блока № 2 опоры № 3 соответствует марке М350 при остаточной марке по морозостойкости Мрз100;
- прочность бетона контурного блока № 7 опоры № 2 соответствует марке М500 при остаточной марке по морозостойкости не выше Мрз75;
- прочность бетона из ядра заполнения контурного блока № 7 опоры № 2 соответствует марке М100 при остаточной марке по морозостойкости не выше Мрз50.

Образец бетона ядра заполнения после испытания на прочность представлен на рис. 10.



Рис. 10. Образец бетона ядра заполнения после испытания на прочность

В проекте на мост марки по прочности и морозостойкости бетона для контурных блоков предусмотрен соответственно М300 и Мрз300, а марки бетона ядра заполнения — М150 и Мрз200.

В типовом проекте 3.503-2 инв. № 443/1, в привязке к которому запроектированы промежуточные опоры, в требованиях к материалам говорится, что «бетон конструкции опор должен иметь марку по морозостойкости Мрз300... для элементов опор, находящихся в пределах колебания ГВВ». Дополнительные разъяснения о том, относится ли это требование только к контурным блокам или и к бетону заполнения, отсутствуют. Однако скорее всего здесь подразумевались именно контурные блоки, поскольку применяемые в тот период нормы СН365–67 «Указания по проектированию железобетонных и бетонных конст-

рукций железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб», а также действующий СНиП 2.03.05–84* на проектирование мостов и труб напрямую указывают, что для данных климатических условий для бетона заполнения внутренних полостей опор марка по морозостойкости должна быть Мрз200.

Таким образом, испытания показали, что бетон контурных блоков имеет характеристики не ниже проектных. При этом прочность бетона из верхней зоны больше прочности бетона из нижней зоны опор, что может, наряду с другими причинами, являться следствием более быстрой деградации бетона в условиях частого увлажнения.

Характеристики бетона ядра заполнения в верхней редко увлажняемой зоне оказались ниже проектных. Если полагать, что эти характеристики незначительно изменились за все время предыдущей эксплуатации, то, следовательно, бетон ядра заполнения был уже при строительстве несоответствующего качества.

При отборе кернов было отмечено, что как в нижней, так и в верхней зоне опор между контурными блоками и бетоном ядра заполнения имела прослойка льда. То есть тело опор не являлось сплошным массивом. А бетон ядра заполнения в верхней зоне, в отличие от бетона контурных блоков, оказался влагонасыщенным на всю глубину массива. Это свидетельствует о том, что бетон заполнения внутренних полостей имел повышенную водопроницаемость и удерживал воду как губка.

Помимо проб, взятых из бетона ядра заполнения в уровне контурного блока № 3 на опоре № 3, был также изъят образец сыпучей смеси из слоя разрушившегося бетона в уровне между блоками № 3 и № 4 опоры № 3. Рассев этой смеси показал, что крупный заполнитель имеет содержание зерен окатанной формы (речной гравий) до 20 % (рис. 11).



Рис. 11. Образцы гравия (речного галечника) из бетона ядра заполнения опоры № 3

Следует отметить, что действующий на период строительства ГОСТ 10268–70 (Заполнители для тяжелого бетона) не запрещал использовать гравий в качестве заполнителя при условии, если удастся получить необходимые для бетона характеристики. Однако действующий взамен его в настоящее время ГОСТ 26633–91 (Бетоны тяжелые и мелкозернистые) в п. 2.6 не допускает применение гравия для бетонов конструкций мостов, эксплуатируемых в районах со средней температурой наиболее холодной пятидневки ниже минус 40 °С, а также для транспортных сооружений с маркой по морозостойкости Мрз200 и выше. Очевидно, что предыдущий практический опыт показал — получить на гравии марку бетона по морозостойкости Мрз200 нереально.

Проверка несущей способности промежуточных опор и их напряженно-деформированного состояния под воздействием различных нагрузок выполнена в соответствии с действующим в настоящее время СНиП 2.03.05–84*. Расчет проведен для поперечного сечения опоры № 3, расположенного на уровне 3-го — и 4-го (от обреза фундамента) блоков облицовки. Проверяемое сечение расположено в месте, где предположительно произошел излом опоры.

Постоянные нагрузки приняты по данным проекта моста. При расчете учтено увеличение толщины дорожных одежд по сравнению с проектным значением с 12 см до 28 см за счет укладки дополнительных слоев асфальтобетона.

Расчетами проверено напряженно-деформированное состояние, возникающее в конструкции промежуточной опоры под воздействием различных временных нагрузок. Были рассмотрены расчетные временные нагрузки НК-80 и Н-30 (а также нагрузка от толпы на тротуарах), установленные в период проектирования и строительства моста, пропущенная по мосту нагрузка общей массой 129,4 т и обращающиеся нагрузки в виде бензовозов на базе КамАЗ-65115 общей массой 38,7 т. Получены следующие значения максимальных вертикальных усилий от временных нагрузок, прикладываемых в уровне верха опоры:

Нагрузка	Усилие, тс
Нормативная колесная нагрузка НК-80	76,6
Нормативная нагрузка от колонн автомобилей Н-30	74,9
Нормативная нагрузка Н-30 + толпа на тротуарах	107,5
Обращающиеся бензовозы на базе КамАЗ-65115 (при возможности их проезда в 2 ряда по мосту)	67,0
Нагрузка от автопоезда общей массой 129,4 т	80,0
Общая нагрузка от автопоезда общей массой 129,4 т с учетом дополнительной постоянной нагрузки от превышения толщины дорожных одежд	141,8

Как видно, сама по себе нагрузка от автопоезда общей массой 129,4 т не превышает нормативной. Однако совместный учет этой нагрузки с дополнительной постоянной нагрузкой от лишних слоев дорожных одежд превышает учитываемые при проектировании вертикальные усилия. То есть формальное отнесение автопоезда к категории сверхнормативной нагрузки (отказ ТУАД НСО на запрос о возможности провоза по мосту тяжеловесного груза) в этом случае оправдано.

Следует обратить внимание на то, что расчетные вертикальные усилия в рассматриваемом сечении опоры от действия только постоянных нагрузок (собственного веса) составляют 558 тс. То есть вертикальная нагрузка на опору от автопоезда (80 тс) составляет менее 15 % от этого усилия.

При проверке несущей способности опоры рассмотрены следующие возможные сочетания нагрузок:

а) сверхнормативная нагрузка находится в самом невыгодном положении на пролетном строении № 2 — при этом возникает максимальный эксцентриситет приложения нагрузки;

б) сверхнормативная нагрузка находится в самом невыгодном положении на пролетных строениях № 2 и № 3 — при этом возникает максимальная величина вертикального усилия;

в) одновременно с вертикальным усилием учитывается сила тяги (торможения) — в этом случае возникает максимальный изгибающий момент в рассматриваемом сечении.

Расчетами установлено, что разрушение опоры под автопоездом полной массой 129,4 т не произошло бы даже в том случае, если бы прочность (расчетное сопротивление) бетона ядра заполнения снизилась по сравнению с проектной в 3 раза.

При условии полной потери прочности бетоном ядра заполнения и передачи вертикальных усилий только через контурные блоки, расчетные напряжения в бетоне блоков во время прохода автопоезда при идеальном опирании по всей площади контакта составляют 110 кгс/см², что практически совпадает с расчетным пределом прочности на сжатие — 109 кгс/см² (для бетона марки М350 с учетом понижающего коэффициента по п. 3.30 СНиП 2.03.05–84*). Однако идеального опирания таких блоков в любом случае не будет, и напряжения по контакту превысят расчетное сопротивление, что приведет к раскалыванию блоков.

Учет усилий, вызываемых автопоездом в случае его торможения или разгона на мосту, показал, что равнодействующая нагрузок (расчет по положению равнодействующей нагрузок) выходит за пределы ядра расчетного ослабленного сечения. Это свидетельствует о том, что могут произойти сколы бетона по краю сжатой зоны, что приведет к еще большему уменьшению площади поперечного сечения опоры и соответственно снижению ее несущей способности. И в этом случае, даже если не произойдет обрушения непосредственно под сверхнормативной нагрузкой, блоки опоры могут постепенно разрушиться под обращающимися нагрузками (бензовозы), которые также вызывают существенные напряжения в бетоне опор.

Выводы и предложения по результатам экспертизы:

1. Основными причинами обрушения моста явились низкое качество строительных работ и низкий уровень содержания моста в период эксплуатации, а именно:

- При бетонировании внутренней полости (ядра заполнения) промежуточных опор не был обеспечен требуемый проектом уровень характеристик бетона по прочности и морозостойкости, что ускорило процесс разрушения бетона ядра заполнения внутренних полостей промежуточных опор. Послужило этому, в том числе, и несовершенство действующих в тот период норм.

- В течение длительного периода перед обрушением мост эксплуатировался при наличии в промежуточных опорах трещин значительного раскрытия (до 1 см) в контурных блоках и не расшитых горизонтальных швов между контурными

блоками в уровне переменного горизонта воды. Действующие нормативные документы не запрещают эксплуатацию сооружений с такого рода повреждениями, если они напрямую не уменьшают несущую способность конструкций ниже допустимой. Однако даже при обеспеченной несущей способности такие повреждения считаются серьезным дефектом, снижающим долговечность конструкций, и должны быть устранены. Трещины и нерасшитые швы между контурными блоками открывают свободный доступ воды к бетону ядра заполнения и ускоренное развитие процессов разрушения бетона. Поскольку бетон заполнения внутренней полости для осмотра недоступен, определить его состояние при стандартных обследованиях и осмотрах практически невозможно. Поэтому для предупреждения развития возможных внутренних повреждений срок устранения таких дефектов, как правило, должен назначаться в течение ближайшего после обнаружения периода сезонных ремонтных работ.

2. Типовые проекты промежуточных массивно-столбчатых опор (инв. № 443/1, инв. № 238 и др.), предусматривающие конструкцию из контурных блоков с монолитным ядром заполнения, не учитывают последствия возможного строительного брака и недостатков эксплуатации.

3. В Новосибирской области 11 % от количества мостов на дорогах общего пользования имеют опоры, аналогичные конструкциям обрушившегося моста. Можно полагать, что в целом по стране этот показатель примерно такой же. Поэтому вероятность повторения подобных аварийных ситуаций весьма высока.

4. Для предотвращения подобных аварийных ситуаций следует провести необходимые исследования, выработать и реализовать соответствующие мероприятия по ремонту или усилению конструкций:

- выявить мостовые сооружения, имеющие аналогичные конструкции;
- провести анализ и выявить опасные для потери несущей способности в условиях разрушения бетона ядра заполнения сочетания конструктивных форм (длины пролетов, высота опор, габариты);
- разработать эффективный способ (способы) определения состояния бетонной кладки заполнения внутренней полости опор;
- провести обследование потенциально опасных сооружений и выявить объекты, нуждающиеся в ремонте;
- разработать эффективный способ (способы) восстановления (усиления) дефектных опор с применением современных технологий и материалов.