



Бокарев Сергей Александрович родился в 1953 г. Окончил Новосибирский институт инженеров железнодорожного транспорта в 1976 г. Доктор технических наук. Занимается разработкой и внедрением автоматизированных информационно-аналитических систем в эксплуатацию искусственных сооружений на транспорте. Имеет более 80 публикаций по расчету, проектированию и ремонту мостов. Заслуженный работник транспорта РФ.



Рыбалов Юрий Владимирович родился в 1961 г. Окончил Новосибирский институт инженеров железнодорожного транспорта в 1984 г. Руководитель лаборатории «Мосты» СГУПС. Занимается разработкой и внедрением автоматизированных информационных систем содержания искусственных сооружений на транспорте.



Яшнов Андрей Николаевич родился в 1961 г. Окончил Новосибирский институт инженеров железнодорожного транспорта в 1984 г. Кандидат технических наук, доцент. Занимается исследованиями искусственных сооружений на железных и автомобильных дорогах. Имеет более 70 научных публикаций по проблемам эксплуатации искусственных сооружений.

УДК 001.891

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

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «МОСТЫ» — ЦЕНТР ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МОСТОСТРОЕНИИ

В статье излагается история развития научно-исследовательской лаборатории «Мосты», направления ее научных исследований и их основные результаты, перспективы дальнейшего развития.

В соответствии с постановлением Совета Министров СССР № 877 от 06.08.58 по приказу Министерства путей сообщения 1 июля 1959 г. была организована отраслевая научно-исследовательская лаборатория мостовых конструкций (ЛМК) НИИЖТа (ныне НИЛ «Мосты» Сибирского государственного университета путей сообщения). Лаборатория (рис. 1) была создана по инициативе доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Константина Константиновича Якобсона (1902–1978), заведующего кафедрой

«Мосты и тоннели». В течение шестнадцати лет К. К. Якобсон осуществлял научное руководство лабораторией, создав одну из крупнейших научных школ мостовиков в стране. Первым заведующим лабораторией был Георгий Михайлович Власов, который с 1975 г. стал ее научным руководителем. Заведующими лабораторией также работали Б. П. Марков (1963–1967), В. С. Анциперовский (1967–1970), Б. А. Рябышев (1970–1995), С. А. Бокарев (1996–1998). С 1998 г. ее возглавляет Ю. В. Рыбалов.



Рис. 1. Лаборатория мостовых конструкций

Организационная структура лаборатории была принята с учетом сосредоточения ее деятельности в отдельных группах: железобетонных мостов, металлических мостов, опор, обследований и испытаний мостов, приборов и тензометрии. С 1965 г. начала работать группа тоннелей, а в 90-х гг. для обеспечения разработки и внедрения новых информационных технологий при организации содержания искусственных сооружений была создана группа АСУ. Наиболее важные для деятельности лаборатории решения принимаются на Научно-техническом совете (НТС) лаборатории, в состав которого входят научный руководитель, заведующий лабораторией, руководители групп и ведущие специалисты. На НТС обсуждаются планы и результаты работ, представляемые заказчиком отчеты по научно-исследовательским темам, при необходимости назначаются дополнительные экспертизы работ. Таким образом, в ЛМК практически со дня образования были заложены основы системы менеджмента качества, что исключало рекламации со стороны заказчиков. Лаборатория осуществляла постоянную связь с производственными и проектными организациями.

Основными научными направлениями были:

- исследование состояния и перспективы эксплуатации искусственных сооружений на железных дорогах Сибири и Казахстана;
- изучение влияния суровых климатических условий на работу железобетонных предварительно-напряженных пролетных строений, сборных и сборно-монолитных опор мостов с разработкой предложений по усовершенствованию конструкций;

— обследования, испытания эксплуатируемых искусственных сооружений на железнодорожных, автодорожных и городских путях сообщения.



Рис. 2. Силовой стенд с моделью металлического пролетного строения

В дальнейшем область деятельности лаборатории была расширена. В ее планы включались и осуществлялись работы по внедрению современной вычислительной техники при проектировании и эксплуатации мостов, экспериментально-теоретические исследования по уточнению расчетов мостовых конструкций. Экспериментальный цех, оснащенный необходимым оборудованием и имеющий уникальный испытательный стенд мощностью 12 000 кН (рис. 2), позволял проводить испытания конструкций в натуральную величину. Крупные экспериментальные работы проводились и на строящихся объектах при внедрении новых конструкций мостов или новых технологий их сооружения. Результаты выполненных исследований внедрялись в производство в виде осуществленных проектов, различных рекомендаций и заключений, включались в нормативные документы.

В короткое время ЛМК стала базой подготовки научных кадров. На основе работ лаборатории защищены четыре диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук (Г.М. Власов, В.П. Устинов, В.М. Круглов, С.А. Бокарев), диссертация на соискание доктора транспорта (В.С. Усольцев) и более тридцати кандидатских диссертаций. Характерная черта деятельности ЛМК — связь с учебным процессом, стремление привлекать к научным работам студентов и аспирантов, внедрять в учебный процесс результаты исследований. Многие разработки научных сотрудников проходили апробацию в дипломных проектах студентов. Многие научные работы студентов были удостоены наград и дипломов как вузовских, так и всесоюзных конкурсов и стали в дальнейшем основами для кандидатских диссертаций. Благодаря тесному сотрудничеству с кафедрой «Мосты» СГУПСа создан центр подготовки научных и педагогических кадров для вузов, проектных, мостостроительных и исследовательских организаций, создана сибирская школа мостовиков.

Одной из первых тем, выполняемых по приказу Министерства путей сообщения, было исследование напряженно-деформированного состояния пролетных строений в виде дисковых арок с разработкой рекомендаций по их расчету. Работа выполнялась комплексно, с участием сотрудников кафедры строительной механики: исследования методом теории упругости были выполнены инженером Ю.И. Соловьевым, методом фотоупругости — инженером М.Х. Ахметзяновым, экспериментально-теоретическими методами — инженером

Г.М. Власовым (впоследствии все стали докторами наук, профессорами, заслуженными деятелями науки и техники РСФСР).

Обширные теоретические и экспериментальные исследования в области расчета мостов были связаны с изучением усадки, ползучести, виброползучести бетона и железобетона, а также влияния этих свойств на долговечность мостовых конструкций в различных климатических условиях (Г.Б. Гольдин, А.А. Ананенко, В.В. Нижевасов, Ф.С. Шишко, И.З. Актуганов, В.Ш. Нахшон, В.В. Москалев, Р.К. Боязитов). Разработанные в лаборатории способы и приборы для лечения дефектов в бетоне и железобетоне в дальнейшем были реализованы на многочисленных искусственных и других сооружениях Сибири.

Для 50-х гг. характерно широкое применение предварительно-напряженных железобетонных пролетных строений в железнодорожных мостах, но первый опыт оказался не совсем удачным. Начиная с 1962 г. ЛМК проводила регулярные наблюдения за состоянием предварительно-напряженных железобетонных пролетных строений, изготовленных по стендовой технологии и эксплуатируемых на Западно-Сибирской, Восточно-Сибирской и Забайкальской железных дорогах (Ю.М. Широков). Наблюдения показали, что для пролетных строений характерно наличие дефектов, главным образом в виде трещин различного вида, возникающих не только под действием временных нагрузок, но и в результате климатических воздействий, а также обусловленных технологическими факторами. Сказалось и несовершенство расчетов по действовавшим в то время нормативным документам. В лаборатории на основании экспериментально-теоретических исследований были разработаны рекомендации для расчетов трещиностойкости наклонных сечений главных балок пролетных строений из предварительно-напряженного железобетона (Г.М. Власов, М.Б. Лившиц). Для изучения влияния климатических условий на состояние предварительно-напряженных пролетных строений железнодорожных мостов и для разработки рекомендаций по их применению в районах с суровым климатом была разработана утвержденная МПС программа комплексных исследований, предусматривающая установку опытных пролетных строений и изучение их состояния на мостах в районах с различными климатическими условиями: в зоне сурового климата на мостах через р. Шик-Соим линии Ивдель—Обь, через ручей Солнечный на подъездных путях к Саяно-Шушенской ГЭС, через р. Тында на линии БАМ—Тында, на 225-м км линии Тында—Беркатит; в зоне умеренного климата по мосту через р. Случь в Белоруссии; в зоне жаркого климата по линии Тахиаташ—Нукус. Опытные пролетные строения длиной 23,6 м и 27,6 м были запроектированы Ленгипротрансмостом в 1971 г., их расчет выполнен с учетом рекомендаций НИИЖТа.

Проведенные исследования показали, что пролетные строения из предварительно-напряженного железобетона могут быть рекомендованы для широкого применения в районах с суровым климатом при условии, что качество их изготовления будет не ниже, чем у опытных пролетных строений.

Наряду с разработкой новых пролетных строений из предварительно-напряженного железобетона в стране проводились работы по совершенствованию технологии их изготовления, в которых принимали участие и специалисты ЛМК (В.П. Устинов, Л.Е. Литвинцев).

Наиболее распространенным типом искусственных сооружений являются железобетонные мосты. Лабораторией за время ее существования обследованы тысячи железобетонных пролетных строений (Ю.М. Широков, Б.А. Рябышев, С.А. Бокарев, А.Н. Яшнов и др.), которые были запроектированы по различным нормам, рассчитаны на разные нагрузки, созданы в разные годы. Накоплен большой фактический материал по конструкциям и фактическому техническому состоянию таких сооружений. Анализ технического состояния и расчет грузоподъемности позволил сделать вывод о недостаточной обоснованности некоторых допущений существовавших норм при расчете плиты балластного корыта. В лаборатории были проведены испытания крупномасштабных моделей плит балластного корыта при различных состояниях мостового полотна. Результаты этих испытаний, а также теоретические расчетные исследования с помощью метода конечных элементов, позволили разработать рекомендации по уточнению расчетов грузоподъемности плиты балластного корыта, вошедшие в современные нормативные документы (Г.М. Власов, Ю.М. Широков, С.А. Бокарев, А.Н. Яшнов).

Активное участие сотрудники лаборатории принимали и в исследованиях, связанных с разработкой новых конструкций пролетных строений из сборного предварительно-напряженного железобетона. За основу была принята комбинированная система пролетных строений с решетчатыми фермами с ездой понизу, имеющими простую треугольную решетку и жесткие на изгиб нижние пояса (К.К. Якобсон, А.М. Кушнерев, В.С. Анциперовский). В 1963 г. было осуществлено сооружение такого пролетного строения длиной 55 м на мосту через р. Черту у г. Белово Кемеровской области. В 1976 г. Мостоотрядом № 38 Мостостроя № 2 было осуществлено второе опытное строительство пролетного строения длиной 63 м на мосту через р. Койниху в Новосибирской области (В.П. Устинов, В.И. Лазарев, В.М. Круглов, Ю.П. Сподарев, Б.А. Рябышев, А.И. Бахтин, М.Я. Шкловский, Р.А. Юмакаев, П.Н. Козлович). Это пролетное строение имело самый большой в мире пролет для решетчатых конструкций, выполненных из железобетона под железнодорожную нагрузку.

В процессе совершенствования пролетных строений с решетчатыми фермами на кафедре и в лаборатории было уделено большое внимание созданию новых, более точных методов расчета железобетонных конструкций. С 1972 г. развернулись теоретические и экспериментальные исследования с разработкой новых методов расчета на ЭВМ железобетонных строительных конструкций и мостов с учетом: пространственной работы сооружения, анизотропии, экзотермии, усадки и ползучести бетона; проявления нелинейных упругопластических деформаций бетона и арматуры в процессе статических, повторно-переменных динамических и импульсных загрузок; трещинообразования и перераспределения внутренних усилий на всех стадиях работы железобетонных элементов вплоть до разрушения конструкций. Была разработана модификация метода конечных элементов, позволяющая учитывать многие специфические свойства железобетона. В один из самых известных универсальных вычислительных комплексов «Лира» было включено несколько блоков по разработкам НИИЖТа (В.П. Устинов, В.М. Круглов, В.И. Кудашов, А.Г. Смолянин, Д.Н. Цветков, А.И. Гапеев).

С 1985 г. в группе под руководством д-ра техн. наук, проф. В.М. Круглова широко стали использовать построения основных физических соотношений бетона на базе универсальной теории пластического течения, которая позволяет учитывать особенности работы железобетона при малоцикловых, повторно-переменных и сложных нагружениях (А.В. Зенин, А.Н. Донец, Л.Ю. Соловьев, С.А. Тихомиров и др.). Указанные теоретические исследования включены в разработанный на кафедре «Мосты» вычислительный комплекс «Сириус», позволяющий вести расчеты с учетом физической, геометрической и конструктивной нелинейности.

Серьезное внимание в разные периоды было уделено и оптимизации мостовых конструкций. Результаты этой работы были использованы при проектировании пешеходных мостов, построенных через р. Иню в Новосибирской области, при разработке типовых узлов для подобных конструкций (Б.В. Пыринов, С.А. Бахтин).

В области металлических мостов главным направлением деятельности ЛМК были широкомасштабные обследования и испытания эксплуатируемых железнодорожных пролетных строений с оценкой их грузоподъемности и разработкой рекомендаций по дальнейшей эксплуатации. Одним из важнейших вопросов была разработка методов оценки усталостной долговечности старых пролетных строений на базе теоретических и экспериментальных исследований в области усталости материалов, режимов нагруженности и статистики отказов элементов мостов (К.Б. Бобылев, Б.А. Шишкин).

Многолетние экспериментальные и теоретические исследования группы сотрудников ЛМК позволили систематизировать режимы нагруженности существующих мостов, установить типы процессов изменения напряжений в элементах пролетных строений. Базой для решения этих вопросов были многочисленные обследования и испытания клепаных пролетных строений мостов на Забайкальской, Восточно-Сибирской, Западно-Сибирской железных дорогах, а также железных дорог Казахстана (Б.М. Вериге, Р.М. Гробовской и др.). Была разработана методика учета влияния динамики путем введения в расчет динамической добавки к амплитудам каждого цикла статических напряжений, а не к максимальному напряжению от поезда в целом, как это делалось прежде. Впервые сделан прогноз изменения динамической добавки, позволяющий получать расчетные режимы нагруженности для перспективного подвижного состава.

В дальнейшем были выполнены и внедрены научно-технические разработки по исследованию эксплуатационных запасов металлических мостов Западно-Сибирской, Красноярской, Восточно-Сибирской, Забайкальской, Куйбышевской железных дорог. Были обследованы и испытаны крупнейшие внеклассные мосты через реки: Обь, Иртыш, Енисей, Чулым, Оку, Селенгу, Зею, Белую. Методика оценки усталостного ресурса элементов главных ферм была включена в нормативные документы.

Восьмидесятые годы стали периодом подготовки к введению в эксплуатацию на сети железных дорог нового подвижного состава с повышенной грузоподъемностью. В соответствии с указаниями МПС лабораторией проведены работы по выборочному испытанию ряда металлических мостов, а также по перерасчету грузоподъемности большого числа пролетных строений старых проектировок (Ю.Н. Мурованный, Ю.В. Рыбалов, А.Э. Тэйзе и др.). На основании резуль-

татов работы лаборатории на железных дорогах и в МПС разрабатывались организационно-технические мероприятия по реконструкции, замене и ремонту металлических мостов. В эти же годы были заложены основы по разработке критериев оценки технического состояния металлических мостов.

Свой вклад внесла лаборатория и в создание новых конструкций сборно-монолитных опор. С 1963 г. постоянной тематикой в планах работы ЛМК стала разработка наиболее перспективных типов сборно-монолитных опор в плане их технологичности, долговечности, универсальности (Ф.П. Палкин, Ю.А. Чудновский, В.Х. Снисар, В.С. Усольцев, В.М. Круглов, А.Б. Инченко и др.). Были проведены экспериментальные исследования влияния типов заполнения ядра сборно-монолитных опор и изменений температуры на термонапряженное состояние оболочки, а затем исследования напряженного состояния сжатой зоны таких опор. Были выполнены экспериментальные работы по изучению деформаций, вызываемых усадкой и ползучестью бетона в сборно-монолитных опорах. На основе широкого всестороннего аналитического обзора существующих конструкций опор были разработаны методики расчета и основные предпосылки конструирования сборно-монолитных опор с армоэлементами с проверкой теоретических результатов на лабораторных образцах. Внедрение результатов этих исследований проведено на строительстве опытных сборно-монолитных опор с преднапряженными армоэлементами на автодорожных мостах через р. Томь в Новокузнецке и р. Хамней в Бурятии.

В 70-е гг. сооружение сборно-монолитных опор приобрело массовый характер. В то же время в них продолжали возникать дефекты в виде трещин в контурных блоках. Сотрудниками ЛМК были обследованы опоры мостов на Северном Урале и в Заполярье, в Средней Азии и Закавказье, в Хакасии и Туве, на Западно-Сибирской, Красноярской, Восточно-Сибирской, Байкало-Амурской, Львовской и Донецкой железных дорогах. Полученные результаты позволили разработать и внедрить конструкции с компоновкой контурных блоков без перевязки вертикальных швов. Это повысило технологичность монтажных операций по сооружению опор, а также их общую трещиностойкость. Опытное строительство опор с непрерывными вертикальными швами было проведено на автодорожных мостах через р. Обь у с. Мельниково и в г. Барнауле, через р. Бачат в Кузбассе. Предложения ЛМК по компоновке контурных блоков без перевязки вертикальных швов были реализованы в разработанном Ленгипротрансом типовом проекте «Опоры унифицированных железнодорожных мостов для обычных и северных условий с применением изделий заводского изготовления», введенном в действие с 1 января 1991 г.

Из других исследований опор мостов необходимо отметить работы по совершенствованию расчетов высоких опор виадуков (В.С. Усольцев), по уточнению расчетов безростверковых опор (В.М. Козлов, Е.Г. Попова), по изучению влияния попеременного замораживания и оттаивания бетона опор на изменение его прочностных и деформативных характеристик и учету этих изменений в расчетах (Г.М. Власов, С.А. Бокарев).

На состояние искусственных сооружений, эксплуатируемых в районах Сибири, оказывает существенное влияние такая характерная особенность этих районов, связанная с климатом, как наледообразование. Содержание сооружений на наледных участках требует значительных дополнительных затрат.

Нередко наледи создают реальную угрозу движению железнодорожных поездов и других транспортных средств. Недостаточная изученность процессов наледообразования не позволяла осуществлять надежный количественный прогноз размеров наледей, оценивать степень их опасности. Несовершенство расчетных предпосылок приводило к ошибкам на стадии проектирования искусственных сооружений. Отсутствие типовых проектов противоналедных устройств усложняло выбор эффективных средств защиты сооружений от вредного воздействия наледей.

В период с 1961 г. по 1995 г. были обследованы сотни наледей на Забайкальской, Красноярской, Восточно-Сибирской, Байкало-Амурской железных дорогах, установлены причины их образования и развития, изучена степень опасности для состояния искусственных сооружений (Д.М. Меркулов, А.И. Кузьминых). Длительные наблюдения за деформациями сооружений на наледных участках позволили дать оценку пригодности различных типов водопропускных сооружений для конкретных условий. Были разработаны конструкции противоналедных устройств в зависимости от размеров наледей, их генетических кризисов, особенностей формирования, степени опасности для пути и сооружений. Такие устройства на ряде дорог были созданы силами студенческих строительных отрядов. Опыт эксплуатации показал их высокую эффективность.

На протяжении всего периода существования лаборатория проводила значительный объем исследований непосредственно на строящихся объектах. Было обследовано и испытано много новых и реконструированных мостов на железных и автомобильных дорогах Сибири, Казахстана и Забайкалья. С участием ЛМК строились мосты у Братской, Красноярской и Саяно-Шушенской ГЭС, на трассах нефтяных и газовых месторождений в Западной Сибири, на БАМе. В конце 50-х — начале 60-х гг. при возведении больших и внеклассных мостов на ряде объектов потребовалось проведение исследовательских работ и наблюдений в процессе изготовления и монтажа с целью обеспечения высокого качества работ и оценки напряженного состояния элементов пролетных строений. Наибольший интерес представляли: мост через р. Енисей в г. Красноярске, где впервые в практике мостостроения железобетонные сборные полуарки массой 1500 т устанавливались в пролет с помощью плавсредств; мост через р. Обь у г. Камня-на-Оби, где применялся навесной монтаж новых типовых металлических железнодорожных пролетных строений пролетами 126 м. Большие экспериментальные работы проведены при строительстве городских мостов через р. Иртыш в городах Семипалатинске и Усть-Каменогорске.

В дальнейшем подобные исследования и наблюдения были проведены при сооружении многих мостов, в том числе при строительстве железнодорожного моста через р. Иртыш в Тобольске (1972 г.), городского моста через р. Обь в Новосибирске (1974–1978 гг.), железнодорожного и автодорожного мостов через р. Енисей в Красноярске (1982–1984 гг.), городского моста через р. Обь в Барнауле (1995–1996 гг.). При строительстве моста-метро в Новосибирске был осуществлен инструментальный контроль за состоянием неразрезного сварного коробчатого пролетного строения с ездой понизу как при конвейерно-тыловой сборке с продольной надвижкой, так и во время испытания перед сдачей в постоянную эксплуатацию. Оперативный анализ измерений и оценка проектных решений, выполненные ЛМК на отмеченных выше объектах, способствовали

успешному ведению строительно-монтажных работ и давали ценные материалы для проектировщиков.

Предсдаточные обследования и испытания были проведены лабораторией на самом длинном железнодорожном мосту в Сибири через р. Обь у Сургута (1975 г.), на железнодорожном мосту через р. Или в Казахстане (1972 г.), на городском мосту через р. Ангара в Иркутске (1978 г.), на городских мостах через р. Томь в Кемерове (1984, 2006 гг.), на железнодорожных мостах через р. Обь в Новосибирске и Барнауле (1988 г.), на железнодорожном и автомобильном мостах и мосту-метро через р. Иртыш в Омске (1993, 1995, 2005 гг.).

Полнота и качество получаемой при испытаниях информации в значительной степени зависит от совершенства приборов и аппаратуры, применяемой для этих целей. ЛМК этому вопросу всегда уделяла большое внимание (В.С. Ненилина, А.Г. Цай, И.В. Кошевой, И.И. Козятник). В начале 60-х гг. была создана группа, занявшаяся внедрением новых методов и приборов для получения и обработки результатов испытаний. Для динамических испытаний мостов были использованы электродинамические вибрографы больших перемещений, позволяющие измерить колебания с амплитудой до 150 мм, а также интегрирующие гальванометры и осциллографы Н-700. Впоследствии была разработана автоматизированная измерительная система на базе магнитографа, а затем система «Тензор» на основе цифрового электронного блока, фиксирующего в цифровом виде информацию с датчиков различного типа (тензодатчики, датчики перемещений, вибродатчики и пр.). Кроме того, что эта система дает возможность автоматизировать измерения, она позволяет значительно ускорить обработку данных.

В ЛМК всегда придавали большое значение автоматизации расчетов в области искусственных сооружений (В.М. Диденко, С.А. Бокарев, Г.В. Ильин, П.П. Малышев, А.М. Усольцев, Д.А. Никитин, Ю.В. Рыбалов, Ю.Н. Мурованный, Д.Н. Мартынов, А.А. Ращепкин и др.). Ряд программных разработок был внедрен на сети железных дорог. Однако применение на железнодорожном транспорте различных программных продуктов, успешно автоматизирующих решение отдельных задач в области путевого хозяйства, показал, что в целом их эффективность могла бы быть значительно выше. Разнообразие применяемых СУБД, дублирование нормативно-справочной информации и необходимость (ввиду разобщенности автоматизированных систем) описания в базах данных объектов из смежных предметных областей стали причинами недостаточной достоверности данных и практической невозможности их совместного анализа.

Все эти работы заложили основу для разработки Автоматизированной информационно-аналитической системы управления техническим состоянием искусственных сооружений (АСУ ИССО), внедренной в настоящее время на всей сети железных дорог России, а также в ряде стран ближнего зарубежья (С.А. Бокарев — руководитель работ, А.М. Усольцев, А.Н. Яшнов, Д.Н. Цветков, Ю.Н. Мурованный, Ю.В. Рыбалов, Е.В. Васильков, С.С. Прибытков). АСУ ИССО разработана на основе концепции единой системы управления путевым хозяйством (АСУ П). В АСУ ИССО входит ряд подсистем, позволяющих решать как различные инженерные задачи (определение грузоподъемности и сооружений и условий пропуска по ним нагрузок), так и задачи обработки информации с подготовкой стандартных и произвольных выходных форм. С

помощью АСУ ИССО можно оптимизировать процесс принятия решений по ремонтам и содержанию сооружений на основе их фактического состояния. В рамках АСУ П создана и успешно внедрена АСУ ЗП, позволяющая вести учет конструкций и дефектности сооружений земляного полотна как для стационарных компьютеров (С.А. Бокарев, В.А. Сидоров и О.П. Агатицкая), так и для мобильных карманных компьютеров Pocket PC (Р.Ю. Марков и др.).

Опыт разработки АСУ ИССО для железнодорожных сооружений позволил создать аналогичную систему и для автодорожных мостов (АИС ИССО). Назначение АИС ИССО — технический учет, информационное обеспечение процесса управления содержанием искусственных сооружений, определение условий пропуска временных нагрузок по мостовым сооружениям, оценка уровня эксплуатационной надежности и оптимизация финансовых затрат на содержание и ремонт искусственных сооружений на автомобильных дорогах. Создание АИС ИССО было начато в 1997 г. в связи с необходимостью формирования территориального банка данных по искусственным сооружениям, эксплуатирующимся на автодорогах общего пользования в Новосибирской области. К 2005 г. региональные версии системы установлены и находятся в промышленной и опытной эксплуатации в 14 территориальных управлениях автомобильных дорог в европейской части России и в Сибири. В 2004 г. начато заполнение федерального банка данных по мостовым сооружениям с использованием федеральной версии АИС ИССО. Последняя версия АИС ИССО относится к новому поколению автоматизированных систем, поддерживающих трехзвенную сетевую архитектуру доступа к информационным ресурсам современных баз данных (С.А. Бокарев, Ю.В. Рыбалов, В.И. Хабаров, Е.В. Картавых, Ю.Н. Мурованный, А.Н. Яшнов, П.С. Мочалкин).

Для получения объективной информации о состоянии и работоспособности сооружений в НИЛ «Мосты» разработан мобильный информационно-измерительный блок на основе карманных персональных компьютеров Pocket PC. Внедрение мобильных информационных технологий позволяет реализовывать в системе АСУ ИССО новые, ранее не доступные в полевых условиях функции — интеллектуальную поддержку процесса обследования, предоставления справочной информации, возможность постоянной связи с базовым компьютером непосредственно с объекта обследования (С.А. Бокарев, В.И. Хабаров, И.И. Снежков, Н.А. Симонов, А.Н. Яшнов, П.С. Мочалкин и др.).

Разработки специалистов НИЛ «Мосты» по созданию автоматизированных и измерительных систем, проведение испытаний уникальных сооружений и экспериментальные исследования позволили в настоящее время создать автоматизированную измерительную систему нового поколения — «Тензор МС», общий вид которой показан на рис. 3. Существенными преимуществами такой системы являются компактность (вес отдельных элементов системы не превышает 150...200 г),



Рис. 3. Автоматизированный измерительный комплекс «Тензор МС»

удобство использования (интуитивно понятный интерфейс), возможность непрерывной записи результатов измерений в течение нескольких часов.

Измерительный комплекс прошел апробацию при испытаниях внеклассных мостов в г. Омске (мост-метро), в г. Кемерово (новый городской мост), в г. Красноярске (железнодорожный и совмещенный мосты), в г. Новосибирске (строящийся автодорожный мост). Применение «Тензор МС» позволяет решать при испытаниях не доступные ранее задачи, такие как измерение напряженно-деформированного состояния отдельных элементов при проходе обращающейся нагрузки, фиксация динамических параметров сооружения под обращающейся нагрузкой и др. (А.Н. Яшнов, А.В. Слюсарь, И.И. Снежков). С помощью комплекса «Тензор МС» были получены уникальные результаты при диагностике эксплуатируемых сталежелезобетонных пролетных строений на Северном широтном ходу Дальневосточной железной дороги (Д.Н. Цветков, Л.Ю. Соловьев и др.).

В последнее время кроме программных разработок, совершенствования приборной базы для исследования работы конструкций большое внимание уделяется внедрению в управление состоянием искусственных сооружений современных информационных технологий, разработке и внедрению новых материалов и конструкций при ремонте искусственных сооружений. В частности, большие работы проведены по изучению возможности использования современных композитных материалов для усиления железобетонных конструкций (В.П. Устинов, А.Н. Яшнов, Д.Н. Смердов). Для выполнения ремонтных работ по приведению толщины балластного слоя в соответствии с нормативными требованиями разработан технологический комплекс, обеспечивающий существенное ускорение процесса подъема железобетонных пролетных строений малых и средних мостов (А.М. Усольцев, Ю.М. Широков). Комплекс (рис. 4) состоит из двух универсальных опор-рам оригинальной конструкции и комплекта гидравлического оборудования из четырех домкратов ДГ100Г1000, насосной станции НЭР1,6И100Т1 и комплекта рукавов высокого давления. Вес рамы с гидравлическими домкратами не превышает 2 тс, а грузоподъемность достигает 300 тс. Скорость подъема пролетного строения составляет около 2 см/мин. Технологический комплекс был опробован при подъеме четырех пролетных строений двух железнодорожных мостов на ст. Штапка Барнаульской дистанции пути Западно-Сибирской железной дороги. Все работы, включая демонтаж пути, уборку старого балласта, ремонт гидроизоляции с устройством защитного слоя из пенополистирола, установку новых подферменных блоков, наращивание шкафных стенок и укладку нового балласта, были выполнены в 6-часовое «окно».

Обследование сталежелезобетонных пролетных строений, построенных на БАМе по типовому проекту инв. № 739, выявило массовую дефектность поперечных швов омоноличивания между железобетонными плитами, влекущую резкое снижение грузоподъемности пролетных строений. В настоящее время в лаборатории по заданию ОАО «РЖД» проводится комплекс расчетно-экспериментальных и проектных работ по созданию эффективной конструкции усиления железобетонной плиты на основе применения современных материалов и технологий без прекращения движения поездов по сооружению (Ю.Н. Мурованный, А.М. Усольцев, Т.А. Басин и др.).

Таким образом, основными научными и практическими направлениями деятельности лаборатории в настоящее время стали:



Рис. 4. Технологический комплекс для подъёмки железобетонных пролетных строений железнодорожных мостов

- разработка и внедрение автоматизированных систем по содержанию искусственных сооружений на железных и автомобильных дорогах;
- разработка программ для расчета мостовых конструкций и методики выполнения чертежей с помощью машинной графики;
- исследования и испытания новых и эксплуатируемых мостов в Сибири;
- исследования надежности и долговечности эксплуатируемых искусственных сооружений, в том числе и с применением специально разрабатываемых автоматизированных измерительных систем.

Научно-исследовательская лаборатория «Мосты» является динамично развивающимся научным подразделением СГУПС, обеспечивающим стабильный рост объемов прикладных научных исследований, подготовку высококвалифицированных кадров как для СГУПС, так и для других университетов, готовящих инженеров-мостовиков (Пермский государственный технический университет, Уральский государственный университет путей сообщения, Иркутский государственный университет путей сообщения). На базе лаборатории создан Научно-инженерный дорожный центр СГУПС, включающий в себя кроме лаборатории мостов лаборатории диагностики автомобильных дорог, оценки качества дорожных одежд и земляного полотна, инженерной геологии. Это позволило расширить сферу деятельности и выполнять научно-исследовательские, проектные и опытные работы не только по искусственным сооружениям на железных дорогах, но и для территориальных и федеральных управлений автомобильных дорог, а также для других предприятий и ведомств Российской Федерации и стран ближнего зарубежья.