

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ В КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ СТРОЯЩЕГОСЯ МОСТА

Тур В.И.

**Введение.** Город Ульяновск – крупный административный, промышленный и культурный центр среднего Поволжья, расположен на берегах Куйбышевского водохранилища и занимает площадь 230,1 км<sup>2</sup>. По своему географическому положению г. Ульяновск является крупным автомобильно-дорожным узлом, связывающим посредством мостового перехода через р. Волга многие регионы среднего Поволжья с другими экономическими районами России (Центральной части, Урала, Сибири), а также Северного Казахстана.

Существующий (действующий) совмещенный мост через р. Волга в г. Ульяновске был построен в 1913-1916 годах под один железнодорожный путь по расчетным нормам 1907 года. Русловые опоры заложены на кессонных основаниях, надфундаментная часть сооружена из бутовой кладки, тело опор выше обреза фундаментов облицовано гранитом. После реконструкции моста в 1954-1956 гг. по нему было открыто также автомобильное движение. Мост имеет длину около 2,1 км.

По данным проведенных обследований действующего автомобильного моста (последнее в 1998 г.) его транспортно-эксплуатационное состояние оценивается как крайне неудовлетворительное: грузоподъемность сооружения не обеспечивает пропуск современных большегрузных автомобилей, а его пропускная способность полностью исчерпана.

**Объект исследования.** В 1986 году в Ульяновске было начато строительство нового моста через р. Волга протяженностью 5,7 км (с подходами 12,0 км), рассчитанного на двухуровневое движение транспорта: внизу две линии скоростного трамвая, сверху – 4 полосы автомобильной дороги. (Рис. 1.)



Рисунок 1 – Поперечный разрез пролетного строения

Расчетная интенсивность движения составляет 30 тысяч автомобилей в сутки. Стоимость мостового перехода составляет около 800 млн. долларов США. Это будет один из крупнейших мостов Европы. К настоящему времени общее выполнение физических объемов строительно-монтажных работ составляет около 80%. Так уже возведено 24 опоры из 26, закончен монтаж правобережной эстакады, смонтировано и установлено на русловые опоры 19 пролетов из 25 (Рис. 2.).

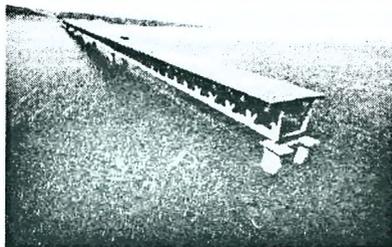


Рисунок 2 – Общий вид пролетного строения

Конструкцию мостового перехода можно разделить на 3 части:

1. Правобережная эстакадная часть, расположенная на устойчивом участке террасированного оползневого склона, в виде железобетонной эстакады (9 пролетов по 25 м).

2. Основная пролетная часть с металлическими пролетными строениями на акватории водохранилища.

3. Эстакадная часть в пределах левобережного подхода к мосту в виде железобетонной эстакады (7 пролетов по 35 м).

Строительство моста ведется в особых условиях, обусловленных следующими природными факторами:

- большая глубина воды в водохранилище Куйбышевской ГЭС (в створе моста до 35 м);

- ширина водохранилища в створе моста 7 км с резким уширением до 20 км с верховой стороны;

- частые штормовые ветры со скоростью, достигающей в порывах 37 м/с;

- значительная амплитуда колебаний уровня воды в водохранилище (до 7 м) в течение года;

- сильное волнение на водохранилище, достигающее 5 баллов при штормовом ветре (высота волн до 3 м);

- продолжительный (до 6 месяцев) ледостав с толщиной льда до 1,2 м в условиях постоянно меняющегося уровня воды, исключающий движение транспорта по льду и производство строительных работ со льда.

Основное строение состоит из 25 пролетов по 221 м. Максимальная высота опор до 60 м от уровня воды.

Пролетное строение образуется двумя вертикальными фермами, объединенными поперечными связями, верхней и нижней ортотропными плитами в пространственный блок. Верхняя ортотропная плита имеет консольные свесы.

В процессе возведения пролетных строений можно выделить три этапа.

На первом этапе пролет собирается на берегу на стапелях, после полной сборки он устанавливается на две плавучие опоры-понтонны и затем с помощью шести буксиров транспортируется к русловым опорам. После установки пролета над опорами понтонны притапливают и пролет ложится на опору.

Второй этап получил название «в навес». Необходимость во втором этапе возникла после того, как высота русловых опор превысила высоту стоек плавучих опор-понтоннов. Монтаж «в навес» применили при возведении девятого по счету пролета. При этом в пролете 9-8 предварительно была возведена проме-

жуточная опора в половине пролета, т.е. на расстоянии 111 м от опоры № 9. Суть этой технологии монтажа заключается в том, что с опоры № 9 начинается монтаж панелей главных ферм и ортотропных плит по нижнему и верхнему поясам. Монтаж ведется с помощью крана «Хитачи» грузоподъемностью 100 т, перемещающегося по верхним поясам. При этом верхние пояса существующих главных ферм пролета 9-10 и возводимых ферм пролета 9-8 объединяются так называемым соединительным элементом, а нижние пояса соответствующих ферм соединяются с помощью анкера (Рис. 3.).



Рисунок 3 – Монтаж пролета 8-9 «в навес»

При достижении фермами возводимого пролета промежуточной опоры и опирания на нее, которая находится на расстоянии 111 м от опоры № 9, производится снятие соединительных элементов, объединяющих верхние и нижние пояса существующих и возводимых ферм. Снятию соединительных элементов предшествует разгрузка соединительных элементов путем поддомкрачивания конца фермы 8-9 опертго на временную опору. После снятия соединительных элементов монтаж оставшейся половины пролета должен продолжиться до выхода пролета на опору № 8.

Последние семь пролетов монтируются с плавучих опор-понтонв и с помощью так называемых гидромодулей. Суть монтажной операции состоит в том, что после того как буксиры подвели к русловым опорам готовый пролет (массой 2500 т) далее он поднимается четырьмя гидродомкратами на проектную высоту и устанавливается на опоры. Высота подъема от уровня воды составляет для различных опор от 30 до 60 м, что связано с большим перепадом высот между правым и левым берегами.

Сооружаемый мостовой переход, как сложное инженерное сооружение, должен надежно безаварийно функционировать, начиная с периода строительства и далее при эксплуатации в течение длительного периода времени и широком спектре воздействий природного и техногенного происхождения.

Зарубежный и Российский опыт строительства столь сложных сооружений говорит о необходимости приборного контроля (мониторинга) в реальном времени технического состояния строительных конструкций пролетного строения, опор, оползневых участков берега, гидро- и метеопроцессов на акватории водохранилища и в атмосфере. Для обеспечения этих условий должна быть разработана концепция системы мониторинга мостового перехода на период строительства и эксплуатации, а в дальнейшем создана служба мониторинга состояния конструкций моста и прилегающих территорий.

**Разрабатываемая концепция системы мониторинга предусматривает проведение работ в 2 этапа:**

1 этап – создание автоматизированной системы контроля технического состояния конструкций мостового перехода в период строительства.

2 этап – создание автоматизированной системы контроля технического состояния сооружений и конструкций мостового перехода в период эксплуатации с максимальным использованием методологии, методики и технических средств предыдущего этапа.

Работы 1 этапа предусматривают решение следующих задач:

- комплексного инструментального контроля основных характеристик наиболее ответственных элементов конструкции моста в процессе монтажа;
- информационного обеспечения процесса монтажа, принятия решений о соответствии действительных нагрузок и параметров работы конструкций проектным;
- получения экспериментальной информации о геометрических характеристиках конструкций и о напряженно-деформированном состоянии от собственного веса и монтажных нагрузок.

Для реализации задач данного этапа при монтаже пролета 8-9 «в навес» была разработана автоматизированная система контроля напряжений (АСКН) в соединительных элементах возводимого пролета. Соединительные элементы анкерили возводимый пролет к существующему пролету. АСКН состоит из тензодатчиков, трех датчиков температуры, системы измерительной тензометрической СИИТ-03, анеморумбографа М63Р и персонального компьютера. Структурная схема АСКН приведена на рис. 4.

В процессе монтажа пролета 8-9 АСКН отработала в штатном режиме, монтаж прошел в соответствии с разработанной технологической картой.

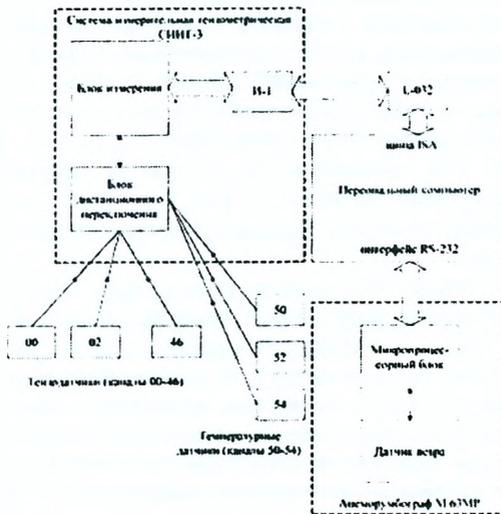


Рисунок 4 – Схема автоматической системы контроля напряжений