

## **Методы и типы приборов при бесконтактном обследовании мостов**

*Потребя Вероника Георгиевна, магистрант*

*кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

*(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук, доцент)*

Разработка требований к приборам и оборудованию для системы управления мостами (СУМ) – задача, требующая комплексного подхода. Можно достичь этого, комбинируя два основных метода анализа: изучение опыта и технологий обследования мостовых сооружений, накопленного в бывшем СССР и постсоветских государствах, а также используя зарубежный опыт в области диагностики и обследования мостов [1, с.9]. Оба подхода неразрывно связаны между собой и дополняют друг друга.

Подход, основанный на отечественном опыте, позволяет изучить эволюцию методов обследования мостов. Анализ архивных данных, результатов исследований и практического опыта позволит выявить наиболее эффективные методики, а также выявить слабые места и пробелы в существующих технологиях. Особое внимание следует уделить специфике обследования различных типов мостов – железнодорожных, автомобильных, городских – учитывая особенности их конструкций, нагрузки и условий эксплуатации.

Второй подход, ориентированный на зарубежный опыт, позволяет ознакомиться с передовыми технологиями и инновационными решениями в области диагностики мостов.

Сравнительный анализ отечественного и зарубежного опыта позволит определить оптимальные подходы к формированию требований к оборудованию. Однако анализ существующих практик выявляет ряд серьезных проблем, требующих незамедлительного решения. К числу наиболее значимых относятся:

1. Отсутствие или неполная документация на обследуемые мостовые сооружения. Это значительно усложняет процесс обследования и может привести к неточным оценкам технического состояния моста. Отсутствие полной и достоверной информации о конструктивных особенностях моста, материалах, истории эксплуатации и проведенных ранее ремонтных работах делает оценку его состояния наиболее затруднительной и потенциально опасной.

2. Недостаточный учет особенностей проектирования ремонтов, усилений, реконструкций эксплуатирующихся мостов в действующих нормах проектирования. Существующие норма часто не учитывают специфику работы с устаревшими мостами, имеющими изменения в конструкции в результате ранее проведенных ремонтов и реконструкций. Это приводит к неточностям в расчетах прочности и долговечности мостов. Особое внимание следует уделить переходу от расчетов по допустимым напряжениям к расчетам по предельным состояниям, а также разработке методик перерасчета для определения предельной загруженности сечений и элементов мостовых конструкций. Это позволит более точно оценивать техническое состояние мостов и планировать эффективные мероприятия по их ремонту и реконструкции.

В мире мостостроения, где множество факторов остаются неизвестными и постоянно влияют на состояние сооружений, обследования играют ключевую роль в контроле и мониторинге их технического состояния. Система контроля за состоянием мостов включает в себя несколько способов осмотров и обследований, каждый из которых имеет свою специфику, цели и периодичность, четко регламентированные нормативными актами.

Первым способом являются текущий визуальный осмотр. Ежедневное или еженедельное наблюдение за состоянием моста, которое, как правило, выполняет мастер дорожного подразделения, представляет собой текущий осмотр. Этот вид контроля направлен на выявление незначительных повреждений, трещин, просадок грунта и других дефектов, требующих немедленного устранения. Периодичность таких осмотров строго регламентирована и зависит от множества факторов, включая интенсивность движения, климатические условия, а также тип и конструктивные особенности моста.

Более глубокий анализ технического состояния моста проводится в рамках периодических осмотров. Они проводятся с большей тщательностью и включают более детальное обследование конструктивных элементов, а также изучение документации по эксплуатации моста. В данном случае осмотр осуществляют специалисты более высокого уровня квалификации – главный инженер или его заместитель, совместно с мастером дорожного подразделения.

Самая обширная и глубокая информация о состоянии моста получается в ходе специальных обследований. Они проводятся специализированными организациями или подразделениями, обладающими необходимой квалификацией и специальным оборудованием. Эти обследования преследуют различные цели и могут быть классифицированы по нескольким критериям [2, с.4-6].

Например, обследование моста при вводе его в эксплуатацию является неотъемлемой частью процесса строительства и позволяет оценить соответствие реального состояния моста проектным параметрам и требованиям безопасности. Опыт показывает, что научно-техническое сопровождение на всех стадиях – от проектирования до строительства – критически важно для надежности и долговечности моста. Плановые обследования позволяют прогнозировать необходимые ремонтно-восстановительные работы и планировать бюджет на их проведение. Кроме того, специальные обследования могут быть проведены для оценки возможности пропуска сверхнормативной нагрузки, в пределах ремонта или для сбора статистических данных, необходимых для совершенствования методов проектирования.

В некоторых случаях проводятся специальные обследования, связанные с нештатными ситуациями или возникновением непредвиденных обстоятельств, требующих тщательного исследования [3]. Наиболее затратными и сложно технически реализуемыми являются работы по ремонту и реконструкции мостов. Эффективность и экономическая целесообразность таких работ во многом зависит от результатов предварительных специальных (предпроектных или предремонтных) обследований, которые позволяют точно определить объем и характер необходимых работ, выбрать оптимальные технологии и материалы, а также рассчитать стоимость ремонта или реконструкции.

Обследование и мониторинг состояния мостовых сооружений традиционно основывается на контактных методах измерения геометрических параметров и деформаций. Специалисты используют различные приборы, непосредственно взаимодействующие с конструкцией моста, что позволяет получать достаточно точные данные. Однако, такой подход имеет свои ограничения. Во-первых, непосредственный контакт с мостом может быть опасен для обслуживающего персонала, особенно на высоте или в труднодоступных местах. Во-вторых, подготовка к измерениям и сам процесс измерения могут быть весьма трудоемкими и длительными, что существенно влияет на общую стоимость обследования. В-третьих, некоторые элементы моста могут быть недоступны для контактных измерений.

Поэтому, в стремлении оптимизировать процесс обследования и повысить безопасность, широко применяются бесконтактные методы. Одним из простейших и экономичных бесконтактных методов является использование лазерных рулеток.

Однако, для более точных измерений, требующих высокой точности определения координат, применяется геодезический подход с использованием высокоточных теодолитов. Метод неориентированных геодезических связей позволяет получить координаты точек моста, наблюдаемых с двух разных точек

установки теодолита. Этот метод эффективен для определения координат относительно небольшого количества точек. Но при обследовании крупных мостов с большим количеством элементов, количество необходимых измерений резко возрастает, что делает метод трудоемким и нерациональным с точки зрения затрат времени и ресурсов.

Фотограмметрия представляет собой более эффективный инструмент для обследования мостов с большим количеством точек. Фотограмметрический метод позволяет зафиксировать координаты огромного количества точек одновременно, что значительно ускоряет процесс обследования. Фотограмметрия, особенно при использовании стандартного оборудования, имеет ограничения в точности при определении деформаций, таких как осадки, прогибы и смещения элементов моста под воздействия нагрузки. К тому же, фотограмметрические приборы, необходимые для достижения высокой точности, не всегда доступны.

Для повышения точности определения деформаций был разработан дифракционно-фотограмметрический метод. Суть метода заключается в замене традиционных фотограмметрических приборов на лазерные системы. В результате обработки данных, полученных с помощью лазера, определяется не только величина, но и направление деформаций элементов мостовой конструкции.

Этот метод представляет собой значительный шаг вперед в области обследования мостов, обеспечивая высокую точность измерений при одновременном сокращении времени и затрат, а также повышая безопасность персонала, задействованного в проведении обследования. Более того, этот метод позволяет анализировать малейшие изменения в состоянии моста.

#### Литература:

1. Приборы для мониторинга, неразрушающего контроля и диагностики мостовых сооружений: учеб. пособие / Е. А. Мойсейчик, А.Е. Мойсейчик. – Минск, БНТУ, 2023. – 8 с.
2. Мосты автодорожные. Правила выполнения диагностики: ТКП 227-2018 (33200). – Минск: Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 2018.
3. Обследования и испытания мостов и труб: СП 3.03.XX/ОР. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2022.