

Типы и устройство деформационных швов на мостах: мониторинг их состояния, почему это важно

Систематический мониторинг состояния деформационных швов мостов является критически важным этапом их обслуживания. В рамках регулярных проверок и анализа показаний, поступающих со специально измерительно-контрольной аппаратуры, способствует своевременному выявлению трещин, коррозии, механических повреждений и следов износа, обеспечивает долгую и безаварийную эксплуатацию конструкций.

Типы деформационных швов

Деформационные швы в мостостроении — это специальные устройства, предназначенные для обеспечения нормативной надежности и прочности дорожных покрытий, инженерных и инфраструктурных объектов. Они компенсируют неизбежные деформации мостов, возникающих вследствие температурных колебаний, вибраций, статических и динамических нагрузок, иных негативных факторов внешней среды.

В зависимости от назначения и особенностей конструкции различают следующие типы деформационных швов автомобильных, пешеходных и железнодорожных мостов:

1. С элементами подвижности. Основным элементом таких швов - подвижные элементы, выполненные из стали, алюминия, резины, полимеров, композитных материалов. Выбор конкретного материала зависит от условий эксплуатации и проектных нагрузок, которые будут воздействовать на мост. Для защиты внутренней части конструкций от попадания влаги и агрессивных веществ их дополнительно оснащают изоляционными мембранами и уплотнителями.

Задачи швов с элементами подвижности:

- Компенсация температурных деформаций. На протяжении календарного года мосты подвергаются воздействию температурных перепадов, что приводит к сжатию и расширению материалов, их повреждению и преждевременному разрушению.
- Оптимальное распределение нагрузок. За счет подвижных элементов швов мосты мгновенно адаптируются к динамическим нагрузкам, возникающим при движении транспорта, сильном ветре, сейсмической активности.
- Герметизация и защита от влаги. Продуманная конструкция швов исключает проникновение влаги внутрь мостовой конструкции, продлевает срок ее службы и снижает затраты на обслуживание.

Швы с элементами подвижности могут быть предназначены для компенсации небольших (до 100 мм) и значительных (более 200 мм) смещений. Выполнены в виде

маятниковых или скользящих устройств, позволяющих мостовым пролетам наклоняться по вертикали или сдвигаться вдоль продольной оси.

2. Жесткие швы. Представляют собой фиксированные соединения, обеспечивающие прочное соединение разных элементов мостовой конструкции, без возможности их смещения или изменения формы. Могут быть выполнены с использованием сварки, болтовых или клеевых креплений.

Задачи жестких швов в мостах:

- Создание монолитных конструкций, способных выдерживать серьезные внешние нагрузки.
- Передача усилий от одного элемента моста к другому, равномерное распределение нагрузок, достижение заданной устойчивости конструкции и ее частей.
- Снижение риска преждевременного разрушения. Отсутствие относительных движений между элементами состав снижает вероятность появления трещин и других повреждений, вызванных деформациями.

Жесткие швы широко применяются при строительстве мостов балочного, арочного, висячего типа.

3. Комбинированные швы. Сочетают сильные стороны и элементы жестких и подвижных швов. Обеспечивают мостовым конструкциям гибкость при одновременном сохранении ее прочности и стабильности. Для их устройства применяются элементы из разных материалов (металл, пластик, композиты), выполняющие собственные функции. Например, верхняя часть комбинированного шва может быть подвижной, а нижняя - жесткой.

Задачи и особенности:

- Быстрая адаптация к непростым условиям эксплуатации. Даже в условиях значительных температурных колебаний, переменных нагрузок, сложного климата комбинированные швы эффективно уменьшают риски повреждений мостов.
- Оптимальное распределение нагрузок между разными частями конструкции, обеспечение ее устойчивости и эксплуатационной надежности.
- Увеличение срока службы инфраструктурных объектов, сокращение расходов на их ремонт и обслуживание.

Комбинированные швы используют при возведении мостовых переходов через реки и каналы, эстакад и путепроводов, высокоскоростных железнодорожных мостов.

Устройство деформационных швов

Устройство деформационных швов — это сложная инженерная задача, требующая учета множества технических моментов, правильного выбора материалов. Основные элементы мостовых швов:

- Основание - должно быть ровным, чистым, сухим для обеспечения лучшей адгезии материалов.
- Заполнитель - он должен быть достаточно упругим, чтобы компенсировать деформации и одновременно прочным, чтобы выдерживать нагрузки.
- Уплотнители - устанавливаются по краям шва для предотвращения попадания внутрь конструкции грязи, пыли, влаги, строительного мусора.
- Покрытие шва - улучшает его внешний вид и обеспечивает дополнительную защиту от внешних воздействий. Покрытие может быть выполнено из асфальта, бетона и т.д.

При устройстве деформационных швов в мостостроении должны учитываться следующие технические аспекты:

1. Грамотный расчет предполагаемых деформаций моста, вызванных температурными колебаниями, нагрузками и другими факторами.
2. Выбор материалов - они должны соответствовать проектным требованиям относительно гибкости, прочности, упругости, устойчивости к влаге, рабочим температурам.
3. Подготовка основания - его следует предварительно очистить от загрязнений, выровнять, просушить.

После установки шва выполняется технологический контроль его качества, включающий визуальный осмотр, проверку герметичности, измерение размеров конструкции.

Мониторинг состояния деформационных швов

Для оценки текущего состояния деформационных швов в мостах и других инженерных сооружениях используются такие методы, как:

- Визуальный осмотр поверхности шва на наличие трещин, сколов, пятен ржавчины, следов коррозии, признаков механического повреждения, износа. Позволяет оперативно оценить общее состояние шва, своевременно выявлять явные дефекты.
- Ультразвуковая диагностика применяется для обнаружения скрытых дефектов: расслоений, пустот, трещин внутри материала шва.
- Специальные датчики измерения давления, влажности, температуры, деформаций. Их устанавливают непосредственно в шве или рядом с ним для непрерывного мониторинга ключевых параметров и характеристик конструкции. Сведения с датчиков передаются на центральный сервер, где проводится их оценка и принимается решение о необходимости ремонта или обслуживания объекта контроля.

Современные технологии широко применяются для создания и реализации эффективных решений [автоматизированного мониторинга состояния деформационных швов](#):

1. Системы дистанционного мониторинга - обеспечивают систематический и непрерывный сбор данных с установленного на мостах контрольно-измерительного оборудования.
2. Интеллектуальные системы управления - автоматизируют сбор и обработку данных, выполняют анализ поступающей на сервер информации, разрабатывают практические рекомендации по техническому обслуживанию инженерных конструкций. Могут интегрироваться с системами предупреждения об аварийных ситуациях для оперативного реагирования обслуживающих организаций на критические изменения состояния шва.
3. Оборудование для тестирования и диагностики: различные приборы и инструменты, которые применяются для периодических проверок швов.

Для поддержания исправного состояния деформационных швов рекомендуется проведение систематических проверок (ежемесячных, ежеквартальных, ежегодных) элементов, внедрение автоматизированных систем непрерывного мониторинга мостов, соблюдение нормативных сроков обслуживания конструкций: очистка от грязи, пыли мусора, замена изношенных уплотнителей и заполнителей, ремонта или замены поврежденных участков.

[Важность мониторинга состояния деформационных швов](#)

[Мониторинг состояния мостов](#) и деформационных швов играет ключевую роль в обеспечении безопасности, экономической эффективности и долгой эксплуатации мостов и других инженерных сооружений. Его задачи включают:

1. Обеспечение безопасности и долговечности любых типов мостовых сооружений. Контрольно-измерительная аппаратура и специальное диагностическое оборудование позволяют выявлять внутренние и внешние повреждения швов, коррозию материалов, чрезмерно изношенные и разрушенные участки конструкций.
2. Уменьшение расходов на обслуживание и крупные ремонтные работы. Регулярный мониторинг и оперативное выявление проблем позволяют безотлагательно проводить мелкий ремонт и профилактику, что обходится гораздо дешевле, чем, например, масштабная реконструкция моста.
3. Продление срока службы важных инфраструктурных и инженерных объектов. Мониторинг и поддержание швов в хорошем состоянии существенно продлевает срок службы мостов, что в свою очередь положительно сказывается на поддержании бесперебойности транспортного сообщения в российских регионах.

Регулярный контроль и своевременные меры по устранению недостатков позволяют избежать серьезных аварий на мостовых сооружениях, сократить затраты на их ремонт, поддерживать критически важные инфраструктурные объекты в надлежащем состоянии.

Заключение

Мониторинг состояния деформационных швов является важной составляющей обеспечения безопасности и долговечности мостов и других инженерных сооружений. Регулярные проверки и правильное техническое обслуживание помогут продлить срок службы швов, предотвратить чрезвычайные ситуации, способные негативно отразиться на экологии, качестве жизни людей. Современные технологии предоставляют эффективные средства для анализа состояния швов и своевременного реагирования на выявленные проблемы не только в ручном режиме, но также в автоматизированном и автоматическом режимах.

К сожалению, на данный момент в РФ не предусматривается автоматизированный мониторинг состояния деформационных швов, поэтому необходимо поднять тему внедрения автоматизированного контроля деформационных швов и включения его в общую систему мониторинга мостовых сооружений.

Компания НТЦ «Комплексные системы мониторинга» оказывает услуги полного цикла от разработки проектов систем автоматизированного мониторинга для объектов различного масштаба и назначения до их внедрения, в том числе — услуги по содержанию и эксплуатации систем с выдачей регулярных отчетов с рекомендациями по содержанию объектов, в том числе научным сопровождением.