

2. Овчинников, И. И. Повреждения зон сопряжения дорожных одежд и деформационных швов на мостовых сооружениях: возможные причины и способы их устранения / И. И. Овчинников, И. Г. Овчинников, Ш. Н. Валиев // Науковедение. – 2013. – № 6. – С. 148.

3. Золотухин, Ю. Д. Испытание строительных конструкций : учеб. пособие / Ю. Д. Золотухин. – Минск : Высшая школа, 1983. – 208 с.

4. Долидзе Д. Е. Испытание конструкций и сооружений : учеб. пособие / Д. Е. Долидзе. – Москва : Высшая школа, 1975. – 252 с.

5. Ходяков В.А. «Анализ динамических воздействий подвижной нагрузки на балки пролётного строения» // Автомобильные дороги. 2020 №2 (26). С. 29–36.

6. Ходяков В.А., Кулан А.В., Савина Е.Н., Бойко И.Л., Гречухин В.А. «Диагностика участков мостового полотна и подходов в зонах устройства деформационных швов на автодорожных мостах» // Наука и техника, г. Минск: БНТУ, 2021г – Том 20, № 1, С. 10 – 15.

УДК 624.042

## О МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Л.В. Гулицкая, О.С. Шиманская

Белорусский национальный технический университет,  
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Республика Беларусь, [nil\\_mis@bntu.by](mailto:nil_mis@bntu.by)

В статье рассмотрены примеры периодического мониторинга состояния мостовых сооружений г. Минска, которые проведены сотрудниками НИЛ МИС БНТУ. Мониторинг состояния несущих конструкций мостовых сооружений проводился по результатам обследования мостового сооружения для контроля состояния конструкций с целью обеспечения безопасной эксплуатации сооружения в целом. Основные работы, которые были проведены в рамках мониторинга городских мостов и путепроводов г. Минска, - это геодезические измерения для контроля возможного развития прогибов балок пролетных строений и наблюдение за степенью активности выявленных трещин по бетону элементов пролетных строений и опор. Приведены результаты мониторинга и разработанные рекомендации по полученным результатам проведенных работ в рамках мониторинга несущих конструкций мостовых сооружений.

**Ключевые слова:** мониторинг состояния, несущие конструкции, мостовые сооружения, прогибы балок, трещины.

Для обеспечения безопасной эксплуатации мостовых сооружений в настоящее время все чаще применяется мониторинг состояния несущих конструкций мостов и путепроводов в рамках их содержания [1, 2]. При этом мониторинг состояния рассматривается как анализ изменения во времени определенных количественных критериев состояния конструкции. Мониторинг состояния несущих конструкций может быть непрерывным и периодическим. Периодически могут проводиться, например, геодезические измерения для контроля прогибов пролетных строений и просадок опор, наблюдение за степенью активности трещин по бетону конструкций и т.д. Непрерывный мониторинг основан на применении комплексной системы мониторинга с установкой специальных датчиков и с использованием измерительной аппаратуры для получения информации о состоянии конструкции в режиме реального времени [3]. Необходимость проведения мониторинга мостовых конструкций и его режим определяется по результатам обследования мостового сооружения специализированной организацией.

Научно-исследовательская лаборатория мостов и инженерных сооружений (НИЛ МИС) Белорусского национального технического университета активно участвует в мониторинге состояния мостовых сооружений г. Минска, выполняя работы по периодическому мониторингу состояния несущих конструкций городских мостов и путепроводов.

Основные работы, проводимые в рамках мониторинга состояния пролетных строений и опор мостовых сооружений г. Минска, следующие:

- съемка высотного положения низа балок пролетных строений по фиксированным контрольным точкам в опорных сечениях и в середине пролетов с определением прогибов балок в середине пролетов,

- наблюдение за степенью активности трещин по бетону балок и ригелей опор по установленным маякам на контрольные трещины.

Рассмотрим проведение и полученные результаты мониторинга состояния пролетных строений моста через р. Лошица по ул. Маяковского в г. Минске. По результатам обследования в 2019 году с учетом существующего состояния мостового сооружения было рекомендовано производить периодический мониторинг состояния крайних балок Б-1 и Б-20 пролетных строений, включающий определение прогибов балок в середине пролетов и наблюдение за степенью активности трещин в приопорных зонах балок. Данные трещины появились в процессе строительства сооружения и были зафиксированы во время обследования с испытанием при сдаче в эксплуатацию моста в 2009 году. В ходе мониторинга состояния пролетных строений моста через р. Лошица по ул. Маяковского в течение 2019-2021 гг. были выполнены следующие работы:

1. Фиксирование контрольных точек балок Б-1 и Б-20 в опорных сечениях и в середине пролетов.

2. Съемка высотного положения низа балок Б-1 и Б-20 с определением прогибов балок в середине пролетов (2 раза в год).

3. Установка гипсовых маяков на контрольные трещины в приопорной зоне балок Б-1, Б-2, Б-19, Б-20 пролетных строений №1, 2, 3.

4. Наблюдение за степенью активности трещин в приопорных зонах балок (по маякам).

Анализ полученных результатов съемки высотного положения низа балок Б-1 и Б-20 с определением прогибов балок в середине пролетов показал, что за период с 08.10.2019 до 10.12.2021 не произошло нарастания прогибов крайних балок пролетных строений, а имеющиеся отличия в результатах могут быть связаны с допустимыми отклонениями при выполнении инструментальных измерений.

Для наблюдения за трещинами по бетону балок пролетных строений 15.06.2020 были установлены гипсовые маяки на контрольные трещины в приопорной зоне балок Б-1, Б-2, Б-19, Б-20 пролетных строений №1, 2, 3. Всего было установлено 24 маяка (рис. 1, 2). В результате наблюдения за степенью активности трещин в приопорных зонах балок по маякам (контрольные осмотры проводились 2 раза в год – в летний и зимний периоды) факты раскрытия трещин в маяках не выявлены, что свидетельствует о стабилизации наблюдаемых трещин по бетону балок пролетных строений (в период мониторинга 2019-2021 гг.).

С учетом полученных в ходе мониторинга результатов эксплуатирующей организации даны рекомендации далее проводить регулярный мониторинг состояния крайних балок (под тротуарами) пролетных строений №1÷№3, включающий съемку высотного положения низа балок Б-1 и Б-20 (по закрепленным точкам) с определением прогибов балок в середине пролетов и наблюдение за степенью активности трещин по бетону в приопорных зонах балок по установленным маякам. Определение прогибов и наблюдение за трещинами рекомендуется проводить не реже 2 раз в год с записью результатов в книгу искусственного сооружения. В случае возрастания прогибов и обнаружения факта раскрытия трещин в маяках рекомендуется обратиться в

специализированную организацию для выработки режима дальнейшей эксплуатации сооружения.



Рис. 1. Маяки, установленные на трещины в приопорной зоне балки Б-20 пролета №1.

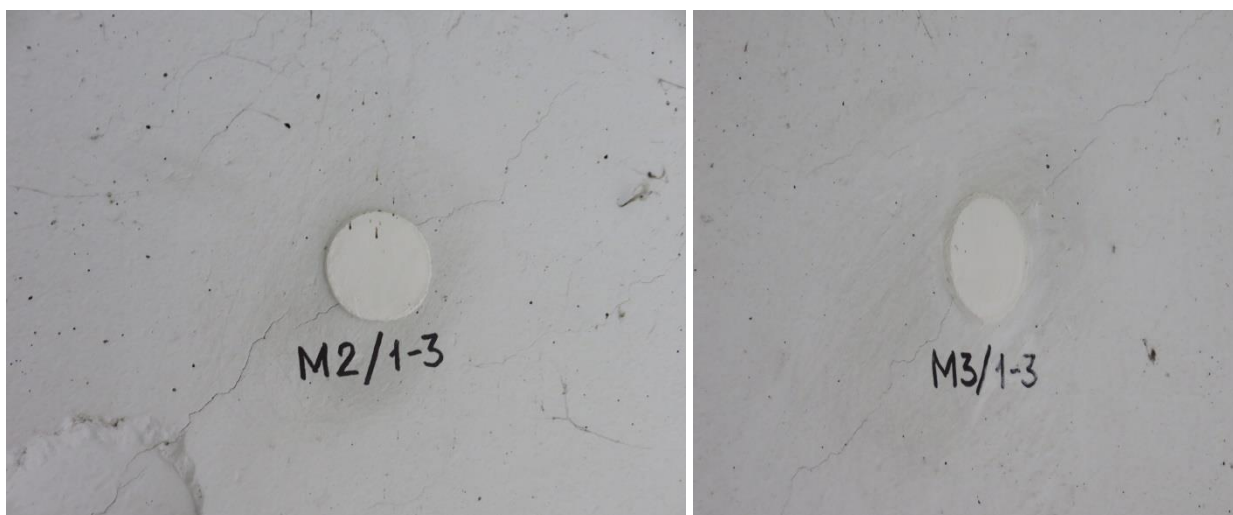


Рис. 2. Маяки, установленные на трещины в приопорной зоне балки Б-1 пролета №3.

Мониторинг состояния опор мостового сооружения рассмотрим на примере проводимого мониторинга состояния ригелей опор путепровода через ул. Шафарнянская по пр. Независимости. По результатам обследования в 2019 году с учетом существующего состояния мостового сооружения было рекомендовано производить периодический мониторинг состояния элементов опор путепровода, выполняя наблюдение за степенью активности выявленных трещин по бетону ригелей промежуточных опор №2÷№4. В ходе проводимого мониторинга в течение 2020-2021 гг. были выполнены следующие работы:

1. Установка гипсовых маяков на контрольные трещины по бетону ригелей промежуточных опор №2, №3, №4.

2. Наблюдение за степенью активности контролируемых трещин по бетону ригелей промежуточных опор №2÷№4 (обнаружение факта раскрытия трещин в маяках).

Для наблюдения за трещинами по бетону ригелей промежуточных опор №2, №3, №4 - 18.06.2020 были установлены гипсовые маяки на контрольные трещины по бетону ригелей промежуточных опор №2, №3, №4. Всего было установлено 12 маяков (рис. 3, 4).

В результате наблюдения за степенью активности трещин по бетону ригелей промежуточных опор №2, №3, №4 по установленным маякам (контрольные осмотры проводились 2 раза в год – в летний и зимний периоды) факты раскрытия трещин в маяках не выявлены, что свидетельствует о стабилизации наблюдаемых трещин по бетону ригелей опор за период мониторинга (2020-2021 гг.).



Рис. 3. Маяки, установленные на трещины по бетону ригеля опоры №4.



Рис. 4. Маяк, установленный на трещину по бетону ригеля опоры №3.

С учетом полученных в ходе мониторинга результатов эксплуатирующей организации даны рекомендации далее проводить регулярный мониторинг состояния элементов опор путепровода, выполняя наблюдение за степенью активности трещин по бетону ригелей промежуточных опор. В случае обнаружения факта раскрытия трещин в маяках рекомендуется обратиться в специализированную организацию для выработки режима дальнейшей эксплуатации сооружения.

Работы по мониторингу состояния несущих конструкций мостовых сооружений могут проводиться силами эксплуатирующей организации в рамках содержания сооружения или специализированной организацией по договору с эксплуатирующей организацией. Мониторинг состояния мостовых сооружений, учитывая сроки эксплуатации

действующих мостов и путепроводов в РБ, все чаще становится неотъемлемой частью содержания сооружений наряду с текущими и периодическими осмотрами, диагностикой и плановым обследованием мостов и путепроводов на автомобильных дорогах нашей страны.

#### Литература

1. Васильев А.И. Мониторинг технического состояния мостовых сооружений: учебное пособие / А.И. Васильев . – Москва: МАДИ, 2021. – 120 с.
2. Рябцев В.Н. Выявление повреждений мостов по параметрам их отклика на динамические воздействия / В.Н. Рябцев // Автомобильные дороги и мосты. – 2020 - №1(25). – С. 24-31.
3. Соломахо В. Мониторинг строительных конструкций как фактор обеспечения безопасной эксплуатации зданий и сооружений / В. Соломахо, А. Волчок, Д. Соломахо // Архитектура и строительство. – 2010. - №4. – С. 110-112.