

Расчеты распределения изгибающих моментов по ширине сечений показали очень слабую зависимость от способа приложения нагрузки. Это вполне согласуется с результатами испытаний, при которых в расположении трещин отсутствует заметная разница между плитами-близнецами, испытанными с приложений нагрузки – по всей ширине края и по его углам.

Таким образом, местное сгущение армирования относительно узких краевых зон плит является эффективным средством сокращения раскрытия трещин, поэтому для повышения трещиностойкости железобетонных плит БМП необходимо ввести дополнительные поперечные стержни в верхнюю сетку плиты.

УДК 624.21.095.4(047)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТРЕЩИН В МОДЕЛЯХ ПЛИТЫ БМП

Л. И. ДРУГОВ, В. В. ТАЛЕЦКИЙ, П. Ю. ЭТИН

Белорусский государственный университет транспорта

Для установления причины трещинообразования плит безбалластного мостового полотна (БМП) было проведено экспериментально-теоретическое исследование развития трещин в моделях плит при воздействии нагрузки от натяжения шпилек.

Плиты для испытаний являлись упрощенными моделями реальной железобетонной плиты безбалластного мостового полотна ПЧ–200 в масштабе 1:2,5, а в направлении поперек пути – в масштабе 1:4,5. Уменьшение размера плиты в поперечном направлении допущено для снижения веса плит, так как этот размер в меньшей степени влияет на развитие верхних продольных (параллельных оси пути) трещин, появляющихся между опорами плит. Модели плит изготавливались из бетона класса C^{30}_{37} на гранитном щебне с проволочной арматурой класса S500.

Схема испытаний в точности отвечала расчетной схеме работы плиты, опертой через узкие деревянные прокладки на недеформируемые линейные опоры. Толщина прокладок при эксперименте принималась удвоенной по сравнению с натурными, поскольку к каждой из плит следует относить половину их толщины. Плиты испытывались по две одновременно с загрузением усилиями от натяжения шпилек (болтов) – в точном соответствии с реальными плитами.

Первая пара плит-близнецов ПМ–1а и ПМ–1б испытывалась при натяжении всех 6 шпилек на усилие до 3 тс, вторая пара плит ПМ–2а и ПМ–2б – при натяжении 4 угловых шпилек до 4,5 тс. Таким образом, суммарное натяжение шпилек в обоих случаях доходило до 18 тс.

Натяжение шпилек проводилось по возможности равномерно – с последовательным доведением отсчетов по индикатору динамометрического ключа до определенных отсчетов и осмотром трещин на каждой ступени.

Для плит ПМ–1а и ПМ–1б, загруженных натяжением 6 шпилек, характерно практически равномерное по длине раскрытие продольных трещин, проходящих по всей плите. При этом нет заметной разницы между трещинами, ближайшими к прокладкам (шпилькам) и расположенными в средней части плиты. Не усматривается никаких следов неравномерностей загрузки, связанного с сосредоточенным характером нагрузки от шпилек. Такая картина соответствует плоской расчетной схеме с равномерным опиранием плит, загрузением плит распределенной нагрузкой и изгибом в одном направлении.

Для плит ПМ–2а и ПМ–2б, особенно для первой из них, уже усматриваются признаки пространственной работы, обусловленной резко неравномерным (сосредоточенным) характером нагрузки от 4 угловых шпилек, приводящей к частичному изгибу плит в двух направлениях. Однако и здесь, несомненно, преобладает изгиб в одном направлении – поперечном по отношению к оси пути, что вполне логично ввиду принятого характера опирания плит. Как и для первой пары плит, здесь для всей зоны чистого изгиба между опорами-прокладками характерно весьма равномерное раскрытие трещин, без всякой зависимости от близости или удаленности от шпилек – точек загрузки.

Таким образом, можно констатировать отсутствие ощутимых последствий для развития верхних трещин от натяжения шпилек, т. е. сосредоточенного характера нагрузки.

Расчеты проведенного эксперимента выполнены с использованием пространственной упругой модели по методу конечных элементов (МКЭ). Нагрузка от натяжения 6 шпилек представлялась двояко: в естественном виде – как сосредоточенная в узлах фактического расположения шпилек и в преобразованном виде с распределением на доли и сохранением суммарной величины и положения равнодействующей нагрузки от каждой шпильки. В случае натяжения 4 шпилек схема отличалась только отсутствием нагрузки от двух шпилек, ближайших к центру плиты. Деревянные прокладки в расчете представлены винклеровским упругим основанием.

В результате испытаний получено, что при натяжении 4 и 6 шпилек характер образования трещин, их раскрытие отличаются незначительно. Хотя нагрузка от 6 шпилек более распределенная, чем от 4. Проведенным теоретическим исследованием установлено, что результаты расчетов при распределенной нагрузке получаются ближе к реальной работе плиты. Таким образом, в расчетной схеме сосредоточенную нагрузку от натяжения шпилек лучше прикладывать как равномерно распределенную.

УДК 621.821

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Н. Г. ЕРМАКОВ, О. В. ХОЛОДИЛОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Для оценки работоспособности узлов трения широко применяется метод акустической эмиссии (АЭ). При этом в качестве информационного параметра обычно выбирается интенсивность АЭ. Однако при диагностике узлов трения, содержащих специальные покрытия, или при наличии смазочного материала вследствие многофакторности и сложности процессов, протекающих в зоне контакта, этот параметр оказывается недостаточно эффективным.

В этой связи предлагается использовать статистический подход, учитывающий среди прочих и физические аспекты явлений, протекающих в зоне контакта, позволяющий повысить точность оценки состояния покрытия и граничного смазочного слоя (ГСС). Это значительно увеличивает эффективность работы трибосопряжения и предотвращает возможность серьезной аварии.

Предлагаемый подход основан на измерении некоторых специальных статистических параметров (статистик) инициируемого трением акустического излучения. Для корректного применения этих статистик необходимо выполнение требования $\Delta f \cdot t > 1$, где Δf – частотный диапазон регистрируемого акустического излучения; t – время регистрации информационного параметра АЭ.

Проведенный совместный анализ данных акустометрии и фиксированных состояний фрикционного контакта (шероховатость, распределение частиц износа по размерам и т.д.) показал чувствительность этих статистик практически ко всем явлениям, сопровождающим процесс трения. Полученные зависимости изменения этих статистик от внешних факторов позволили сформулировать критерий для оценки работоспособности покрытий и СМ в узлах трения.

УДК 539.3

ПОСТРОЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО АНИЗОТРОПНОГО ОСНОВАНИЯ

М. А. ЖУРАВКОВ, А. А. КУШУНИН

Белорусский государственный университет

Рассмотрим находящееся в условиях плоской деформации ортотропное упругое тело, состоящее из двух полупространств D_j ($j=1, 2$) с различными упругими постоянными. Границу полупро-