

жений в них. При нормативной равномерно распределенной нагрузке на ригель железобетонной рамы $q_n = 11,4$ кН/м, которая равна контрольной для оценки жесткости и трещиностойкости, прогиб в середине пролета составил 46,2 мм, что меньше контрольного прогиба, равного 61 мм. В результате испытаний натурной конструкции при первом нагружении рамы нормативной нагрузкой после выдержки конструкции в течение 30 минут прогиб составил 45 мм. Сопоставление полученных расчетом значений перемещений с результатами испытаний натурной конструкции показало высокую достоверность принятой математической модели.

Получены графики зависимостей вертикального перемещения точек ригеля от нагрузок. Характер перемещений точек железобетонной рамы представляет собой нелинейную зависимость. Деформации увеличиваются в направлении от места сопряжения стойки с ригелем к середине конструкции. Максимальное перемещение зафиксировано в коньковом узле. При изменении величины симметричных нагрузок характер распределения перемещений по площади конструкции сохраняется, меняются только их численные значения. В то же время при испытании модели и натурной конструкции максимальные перемещения зафиксированы на расстоянии 6,8 м от грани опоры. Такое несовпадение вызвано, по-видимому, тем, что при моделировании способа соединения двух полурам было принято допущение об отсутствии сил трения в шарнире, соединяющем полурамы. В реальной же конструкции соединение частей осуществляется при помощи металлических накладок, которые несколько изменяют свойства соединения.

Получены значения компонент напряжений в верхнем и нижнем поясах железобетонной рамы с повышенными стойками, а также картины интенсивности распределения напряжений по поверхности конструкции и по ее сечению. Максимальные растягивающие напряжения наблюдаются в верхней части Г-образного элемента рамы, а максимальные сжимающие напряжения – в месте сопряжения стойки с ригелем. Именно в зоне максимального изгибающего момента в результате текучести арматуры и разрушения сжатой зоны бетона произошло разрушение рамы при испытании натурной конструкции и в случаях частичного или полного обрушения при длительной эксплуатации. Это свидетельствует о необходимости ее местного упрочнения.

Расчеты, проведенные для рамы с затяжкой и для рамы без затяжки, показали, что затяжка, включенная в работу, повышает жесткость рамы, несколько снижает растягивающие напряжения в наиболее напряженном верхнем поясе Г-образного элемента и повышает напряжения в линейном элементе ригеля, который без затяжки напряжен незначительно.

Результаты исследования позволяют выработать рекомендации по местному усилению железобетонной рамы и подобрать оптимальное значение силы натяжения затяжки с целью обеспечения надежной и долговечной эксплуатации конструкции под действием повышенных нагрузок.

УДК 69.035

ВЛИЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ПУТЕЙ

И. А. КУДРЯВЦЕВ

Белорусский государственный университет транспорта

Оценка состояния элементов верхнего строения пути для обеспечения безопасности перевозки грузов в настоящее время приобретает первостепенное значение. При этом пути пересекают ряд подземных коммуникаций, долговечность которых, как показывает практика, не столь велика. В первую очередь, к таким следует отнести канализационные коллекторы, располагающиеся на некоторой глубине под магистральными путями.

Анализ аварий ряда коллекторов показал, что значительная часть отказов имеет механическое происхождение, и они весьма разнообразны. Примерами предельных состояний, приводящих к выходу конструкций из строя или, по крайней мере, требующих прекращения их эксплуатации, могут быть обрушение, разрушение конструкций из-за действия агрессивной среды, влияние дополнительной нагрузки на элемент, подвергнутый разрушению, что может создать предпосылки к загрязнению среды. Сами отказы носят постепенный характер: параметры системы по мере эксплуатации ухудшаются.

Основными факторами, в значительной мере влияющими на надежность работы коллекторов, по результатам наших наблюдений являются:

- 1) коррозия бетона, снижающая его прочностные свойства;
- 2) коррозия арматуры, снижающая усилие, передаваемое на нее, и сцепление между ней и бетоном;
- 3) трещины в защитном слое, увеличивающие интенсивность коррозии бетона и арматуры и снижающие силы сцепления между ними, и т. д.;
- 4) сколы в бетонной оболочке, способствующие изменению геометрических и, соответственно, прочностных характеристик трубы.

Вместе с тем следует отметить, что для оценки состояния конструкции коллектора требуется выполнить остановку работы системы, что иногда просто невозможно в силу ряда причин. Поэтому нами предлагается состояние конструкции определять путем отбора образцов с поверхности коллектора путем отрывки шурфов. По показателям карбонизации или рН фактору на поверхности можно определить процент коррозии арматуры бетона.

В ряде работ отмечается, что при повреждении коллекторов на 50 % они не могут обеспечить надежность их работы. Однако какой показатель из рассматриваемых четырех принимается за основной или каждый имеет 50 % разрушения, пояснения не дается. Такой подход, на наш взгляд, крайне неверен. В частности, достигнуть одновременно 50 % дефектов по каждой из перечисленных позиций невозможно, а принятый в расчет только один критерий не гарантирует надежности. Данный вывод поясним на примере. Снижение прочности бетона более 70 % позволяет нормально функционировать конструкции в то время, как коррозия арматуры на 30–40 % может вызвать обрушение свода. Поэтому для оценки надежности работы кольцевого сечения, погруженного в грунт (сечения коллектора), необходим полный набор информации по перечисленным позициям. При этом обязательно необходимо учитывать глубину заложения, нагрузку, передаваемую транспортным средством на поверхность грунта, и уровень колебаний. Такое решение можно получить с использованием МКЭ. Для оценки физического износа коллекторов необходимо разработать технические требования по оценке их состояния. В первом приближении они могут быть представлены в следующем виде (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка физического износа железобетонных коллекторов

Признаки износа	Физический износ	Мероприятия по ремонту
Мелкие трещины, коррозия защитного слоя	0–10	Нет
Трещины, полная коррозия защитного слоя, начало коррозии арматуры, трещины до 1 мм на площади до 10 %	10–30	Нет
Коррозия арматуры до 10 % от общей площади, трещины до 2 мм на площади до 10 %, сколы до 2 мм	30–40	Нет
Коррозия арматуры до 20 % от общей площади, трещины до 3 мм на площади до 10 %, сколы до 5 мм	40–50	Ремонт, затирка
Коррозия арматуры до 30 % от общей площади, трещины до 5–10 мм на площади до 10 %, сколы до 10 мм	50–60	При пересечении транспортных магистралей – замена
Коррозия арматуры до 50 % от общей площади, трещины до 10–20 мм на площади до 10 %, сколы до 10 мм	60–80	Замена

УДК 624.01/.04

ВЛИЯНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЗДАНИЙ

И. А. КУДРЯВЦЕВ

Белорусский государственный университет транспорта

В. В. ДУДКО

Белорусская железная дорога

В связи с выходом в настоящее время приказа Минархстроя работы на зданиях и объектах спустя некоторый период эксплуатации подразделяются на реконструкцию, модернизацию и ремонт. Как видно из рассматриваемых критериев, исключено подразделение ремонтных работ на текущий, капитальный и т.д. При этом некоторые виды ремонта автоматически переходят в раздел модернизации, так как он включает в себя замену некоторых материалов и конструкций из них на более со-