

жений в них. При нормативной равномерно распределенной нагрузке на ригель железобетонной рамы  $q_n = 11,4 \text{ кН/м}$ , 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 загружении 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. Самые 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 pH 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 настящее время приказа Министерства строительства и архитектуры Республики Беларусь № 105 от 15.03.2001 г. «Об утверждении Положения о порядке и условиях осуществления мероприятий по модернизации зданий и сооружений» в настящее время 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-