

Висновки

На підставі розрахункових та експериментальних досліджень з визначення тиску в тунелях Харківського метрополітену зроблені такі висновки:

- потік повітря в тунелях має нерівномірний характер; найбільша нерівномірність повітряного потоку проявляється в районі циркуляційних збійок та вентиляційних шахт; найбільші величини тиску повітря спостерігаються в першій половині тунелю, в напрямку руху поїзду, поступово зменшуючись по мірі наближення до станції;

- пряма залежність між швидкістю руху поїзду та тиском в тунелях спостерігається не на всій протяжності тунелю, особливо різкі зміни тиску спостерігаються після проходження циркуляційних збійок та вентиляційних шахт в першій половині тунелю та незначні – біля циркуляційних збійок, які знаходяться перед виходом рухомого складу на станцію; характер кривих тиску в тунелях не змінюється при зміні кількості поданого повітря тунельної та станційної вентиляції, а змінюється лише величина тиску;

- виявлено розбіжності явної картини руху повітря в зазорі між стінками рухомого складу і тунелем з теоретичною, яка була прийнята раніше; отримано резуль-

тати зміни повітряного опору поїзда по довжині перегону з урахуванням локальних місцевих гідравлічних опорів; виявлено різкі збільшення циркуляції повітряного потоку при руху поїзду в тунелі в районі входу-виходу в тунель, а також при проходженні поїздом вентиляційних шахт.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бакулин А. С. Организация движения поездов и работа станций метрополитена / А. С. Бакулин, В. А. Пронин, Е. А. Федоров и др. – М. : Транспорт, 1981. – 229 с.
2. СНиП II-40-80. Метрополитены. Госстрой СССР. - М. : Стройиздат, 1981. №2., 73 с.
3. Казаков В. С. О сезонном регулировании воздухообмена в метрополитенах / В. С. Казаков – М. : ЦНИИС, 1987. – 35 с.
4. Арбузов Г. В. Вентиляция тоннелей метрополитенов / Г. В. Арбузов – М. : Из-во ГТЖ, 1950. – 89 с.
5. Юшковский Э. М. Исследование вентиляции метрополитена глубокого заложения при интенсивном движении поездов / Э. М. Юшковский. – Ленинград, 1979 г.
6. Цодиков В. Я. Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов. / В. Я. Цодиков. – М. : Недра, 1975. – 313 с.
7. Грязнова С.А. Метод расчета аэродинамических характеристик системы «тоннель-поезд» / С.А. Грязнова, С.А. Калкаманов, Н.В. Хворост// Комунальне господарство міст: науково-технічний збірник /Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. - Харків: 2011. – Вип. № 101. – С. 520-527.

УДК 624.21:666.972.16

Мольский М.М., Якименко М.В., Бутенко

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В строительной практике для ремонта, усиления и восстановления целостности поврежденных конструкций из бетона, кирпича, древесины и металлов широко используются полимерные (синтетические)

материалы. Среди многообразия синтетических материалов и изделий из них особая роль принадлежит клеящим тиксотропным композициям.

При ремонте и усилении железобетонных и каменных конструкций используются клеящие составы (композиции) на основе полиэфирных, фурановых, эпоксидных, карбамидных смол и др.

При выборе клеящих композиций наряду с технологическими качествами, такими как высокая механическая и адгезионная прочность, жизнеспособность, температура отверждения, возможность нанесения слоя заданной толщины и т.д., очень важную роль играет стоимость клеевой композиции.

В последние годы широкое применение в практике ремонта и восстановления железобетонных и каменных конструкций получил полимерный состав под названием Sikadur^R -52 Injection Tun N и Tun LP. Это двухкомпонентная инъекционная жидкость на основе высокопрочной эпоксидной смолы.

Sikadur применяется для заполнения и уплотнения пустот и трещин в конструкциях мостов, гражданских строений, промышленных сооружений, например в колоннах, балках, фундаментах, стенах, полах, бассейнах, резервуарах (сооружения водоснабжения и водоотведения). Sikadur формирует эффективный барьер для инфильтрации воды, а также служит в качестве конструкционного клея для объединения бетонных и каменных элементов между собой.

Использовалось также полимерная композиция следующего состава:

- эпоксидная смола ЭД-20 (ГОСТ 10587-84) – 100 массовых частей (м.ч.);
- дибутилфталат (ГОСТ 8728-77) – 20 (м.ч.);
- полиэтиленполиамин (ТУ 6-02-598-80) – 10-13 (м.ч.);
- мелкодисперсный инертный наполнитель (смесь молотого песка и цемента) - 5-150 (м.ч.).

Экспериментальные исследования прочности клеевых соединений бетонных элементов проводились в лаборатории кафедры железобетонных и каменных конструкций ХНУСА на стандартном оборудовании в соответствии с действующими в Украине нормативными документами [1,2].

Форма и размеры образцов для исследований определялись в соответствии с нормативными документами [2]. Количество (выборка) образцов – в основном по 5 образцов в серии. Для испытания на растяжение использовались стандартные образцы - «восьмерки» и образцы, склеиваемые из призм размером $\sim 41 \times 41 \times 75$ мм (рис.1,2). Были изготовлены две серии бетонных стандартных образцов, которые после испытаний на растяжение до разрушения склеивались в местах разрыва клеем на основе ЭДП и клеем «Sikadur-52», причем толщина клеевого шва варьировалась и составляла 1, и 2,5 мм.



Рис. 1. Испытание склеенных по торцам бетонных восьмерок на растяжение в лаборатории ХНУСА



Рис. 2. Испытание склеенных по торцам бетонных призм на растяжение в лаборатории ХНУСА

В результате испытаний установлено, что образцы, восстановленные путем склеивания нормальных сечений, испытанные на осевое растяжение, разрушились по бетонному сечению независимо от типа клея и толщины слоя, что указывает

на эффективность инъектирования указанными клеевыми составами трещин в растянутой зоне изгибаемых элементов (рис.3,4).



Рис. 3. Характер разрушения при растяжении склеенных бетонных восьмерок (по бетонному сечению)



Рис. 4. Характер разрушения при растяжении склеенных бетонных призм

Величина расчетного сопротивления растяжению R_{bt} (согласно ДСТУ Б В.2.7-214:2009) определялась косвенно – путем испытания двух серий образцов в виде кубов или цилиндров на раскалывание.

Предложен и реализован способ определения R_{bt} путем непосредственных испытаний на растяжение призм, извлеченных из тела конструкций. Призмы имели сечение около 4 см, длину - около 8 см. Для достижения длины, необходимой для захвата образцов в испытательной машине два исходных образца склеивались в торцах клеем на основе эпоксидной смолы ЭДП.

Испытание на растяжение третьей серии образцов, склеенных повторно после испытаний первых серий (рис. 5) на машине Р-3 показало, что разрушение их

происходило вновь по бетонному сечению (не в месте склеивания).

Для испытания клеевых швов на срез использовались образцы (Рис.6.), склеиваемые из призм сечением 40×40×160 мм. Прочность бетона в образцах варьировалась от В15 до В40.

Прочность клеевых швов на срез (скалывание) исследовалась путем испытания клеевых швов площадью 1610 мм². В результате испытаний установлено, что величина максимальных (разрушающих) касательных напряжений достигала $\tau_{max} = 7,2$ МПа и при прочности рассматриваемого бетона на срез $R_{sh} = 2 R_{btm} = 2 * 3,77 = 7,55$ МПа указывает на эффективность инъектирования трещин в железобетонных элементах, вызванных действием касательных напряжений. Здесь значение R_{btm} – принято усредненным по данным всех испытаний.



Рис. 5. Испытание повторно склеенных по торцам бетонных призм на растяжение в лаборатории ХНУСА



Рис. 6. Испытание на срез

В результате испытаний установлена высокая эффективность клеевых соединений – как на ЭДП, так и на «Sikadur-52» - прочность клеевого шва на отрыв превышает R_{btm} .

Прочность эпоксидных композиций во многом зависит от применяемых наполнителей. В качестве наполнителей применялись порошкообразные вещества: кварцевый песок, портландцемент, металлический порошок. Вид и количество наполнителя устанавливалось исходя из технических, технологических и экономических требований: механической прочности; снижения усадки и коэффициента линейного расширения; повышения термостойкости и вязкости; снижения стоимости композиции и др.

Таким образом, экспериментально подтверждена эффективность применения метода инъектирования полимерных композиций на основе смолы ЭДП и «Sikadur-52» для восстановления целостности и соответственно долговечности железобетонных элементов, имеющих дефекты в виде трещин, вызванных действием нормальных и касательных напряжений, а также разрушений в результате механических воздействий.

Кроме того, способ склеивания бетонных элементов возможно и целесообразно использовать для изготовления опытных образцов необходимых размеров и форм из бетонных элементов, вырезанных из тела существующих (эксплуатируемых) конструкций при невозможности извлечения образцов стандартных размеров.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ДСТУ Б В.2.7-214:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками».
2. ДСТУ Б В.2.7-223:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за зразками, видібраними з конструкцій».
3. ДБН В.1.2-14-2009 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ».
4. Пособие П 1-98 к СНиП 2.03.01-84*. «Усиление железобетонных конструкций». Минск, 1998 г.
5. ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення». Київ, 2011.

УДК 621.793.7

Лузан С.А.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ПРОЧНОСТЬ СЦЕПЛЕНИЯ ГАЗОПЛАМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ И ШЕРОХОВАТОСТЬ НАПЫЛЯЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЩЕТОЧНОЙ ОБРАБОТКИ

Постановка проблемы. Процесс газопламенного напыления покрытий состоит из следующих стадий: подготовки поверхности под напыление, нанесение подслоя, в случае необходимости, покрытия и последующей его обработки. Каждая стадия характеризуется большим количеством факторов, оказывающих влияние на свойства покрытия. Всего на качество напыленного слоя влияют более 60 разных факторов [1]. Качество покрытия характеризуется следующими свойствами: проч-

ностью сцепления покрытия с основой, когезионной прочностью напыленного слоя, пористостью, равномерной толщиной покрытия и уровнем остаточных напряжений. Прочность сцепления напыленных покрытий зависит от шероховатости напыляемой поверхности, которая обеспечивается на стадии ее подготовки под напыление и зависит от применяемой технологии.

Учитывая, что активность обработанной поверхности быстро снижается в связи с химической адсорбцией газов из