

шпатлевать углубления и неровности эпоксидной шпаклевкой с добавлением в неё древесной муки, целлюлозных волокон, лигнина или гипса, талька, каолина или нитрошпаклевки. После чего боковые поверхности отшлифовать и окрасить под цвет существующих рам.

Для усиления опорного узла рамы по оси А-14, пораженного гнилью и червоточинной, рекомендуется расчистить древесину от гнили и червоточины до здоровой древесины, продуть сжатым воздухом и заполнить углубления на гранях рам эпоксидным компаундом с добавлением в него для повышения вязкости древесных опилок и муки, целлюлозных волокон, лигнина или цемента, гипса, талька. После отверждения компаунда и шлифовки боковых граней рекомендуется оклеить их стеклопластиком (ПОС) или облицевать строительной фанерой.

УДК 624.012

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЛИТЕЙНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ (ОМП) ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СЖАТОЙ ЗОНЫ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

*С. Д. СЕМЕНЮК, Ю. Г. БОЛОШЕНКО, Т. С. БУРКО  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев*

Обеспечение безотказной работы конструкций зданий и сооружений – одна из проблем строительной науки. Это связано с тем, что, во-первых, многие здания и сооружения имеют национальную и общечеловеческую ценность, во-вторых, снос существующего здания или сооружения и возведение на его месте нового нерентабельно. Наиболее распространенным методом увеличения несущей способности изгибаемых железобетонных элементов является наращивание сжатой зоны монолитиванием в связи с простотой технологии выполнения ремонтных работ.

Так как многие районы Беларуси испытывают дефицит природных песков, особое значение приобретает возможность использования в качестве мелкого заполнителя отходов различных литейно-металлургических производств (пески отработанных формовочных смесей, гранулированный ваграночный шлак). Это позволяет сократить расходы на производство бетона, избавляет промышленные предприятия от немалых затрат на вывоз отходов в отвалы, что снижает себестоимость основной продукции, а также предотвращает засорение окружающей среды.

Для оценки возможности использования отработанных формовочных смесей и гранулированно-го ваграночного шлака в бетонах различных марок проанализирован их химический состав и исследованы свойства.

Особенностью работы ОМП-бетонов при статическом нагружении является хрупкий характер разрушения испытанных образцов. Призмы разрушались в результате мгновенного роста пластических деформаций на критическом уровне нагружения. Для бетона на мелком заполнителе из отходов критическими являются меньшие деформации, чем для тяжелого бетона.

Одной из разновидностей силовых воздействий на железобетонные конструкции являются малоцикловые многократно повторяющиеся нагружения, которые могут возникать в процессе эксплуатации практически всех конструкций. Анализ характера внешних воздействий позволяет к малоцикловым отнести такие нагрузки, как ветровые, снеговые, нагрузки, вызванные землетрясением, массы людей, мебели, складированных материалов и т. п. К малоцикловым относятся нагружения с количеством циклов  $n < 2 \cdot 10^6$ , а также многократно повторными нагружениями следует считать нагружения с числом циклов для бетонных конструкций 10–500, однако основные процессы деформирования имеют место лишь на первых десяти циклах.

В процессе исследования работы традиционного бетона в условиях малоциклового нагружения экспериментально выявлены две стадии деформирования бетона при низких и средних уровнях нагружения: I стадия характеризуется значительным ростом деформаций и перераспределением внутренних усилий (до 5–6-го циклов); на II стадии происходит стабилизация деформативных процессов, т. е. можно говорить об упругой работе материала. При высоких уровнях нагружения (выше

критической границы) на второй стадии происходит стабилизация прироста деформаций, т. е. на верхней ступени загрузки деформации увеличиваются на некоторую постоянную величину  $\Delta \epsilon$ .

Для бетонов на основе ОМП характерны те же особенности работы в условиях малоциклового нагружения, что и для традиционных бетонов: при высоких уровнях нагружения на второй стадии происходит стабилизация прироста деформаций, незначительное увеличение уровня нагружения на рост деформаций бетона существенно не влияет; при изменении эксплуатационного уровня на более высокий на протяжении последующих десяти циклов прирост деформаций также стабилизируется; при внезапном увеличении уровня нагрузки деформации бетона растут, однако при возвращении к эксплуатационному уровню они стабилизируются, при этом имеет место т. н. «эффект Баушингера», когда граница ползучести при разгрузке уменьшается под влиянием пластических деформаций, возникших при нагружении.

Однако в процессе проведения экспериментальных исследований было выявлено одно существенное отличие работы бетонов на основе ОМП.

Стабилизация деформаций не наблюдается даже при низких уровнях нагружения, на пятом-шестом циклах происходит стабилизация прироста деформаций, но об упругой работе ОМП-бетона говорить не приходится. Отсутствие роста деформаций характерно лишь для режима нагружения с внезапным увеличением уровня нагружения при возвращении к предыдущему уровню (при этом эффект Баушингера проявляется не так явно, как для традиционного тяжелого бетона).

При этом несущая способность ОМП-бетона при малоцикловых нагрузках не снижается, а может увеличиться до 5 % по сравнению с однократным нагружением. Это связано с тем, что критическая граница (предел верхнего микротрещинообразования) для ОМП-бетона значительно выше, чем для традиционного ( $\eta_{в\text{ ОМП}} = 0,88 > \eta_{в\text{ ТР}} = 0,7$ ). Так как значительный прирост пластических деформаций в ОМП-бетонах, как уже отмечалось выше, имеет место в основном при разрушающей нагрузке ( $\eta = 1,0$ ), то развитие деформаций ползучести в процессе малоциклового нагружения не является критическим и не ведет к постепенному разрушению образца, а напротив, способствует стабилизации пластических деформаций и, как следствие, некоторому увеличению несущей способности.

Таким образом, можно сделать вывод о рациональности использования ОМП-бетонов для усиления сжатой зоны изгибаемых конструкций при работе в условиях малоциклового нагружения.

УДК 624.07

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ С ВНЕШНИМ ЛИСТОВЫМ АРМИРОВАНИЕМ

*С. Д. СЕМЕНЮК, В. Н. МЕДВЕДЕВ, Е. В. КОЖЕМЯКИНА*  
*Белорусско-Российский университет, г. Могилев*

Сталобетонные конструкции применяются в специальном, промышленном и гражданском строительстве, в мостостроении, в машиностроении и других областях строительства. Наиболее распространенными и довольно хорошо исследованными конструкциями с внешним армированием являются трубобетонные, в которых, благодаря преобразованию одноосного напряжённого состояния в трехосное, обеспечивается повышение прочности бетонного ядра и несущей конструкции в целом.

Конструкции с листовой арматурой незаменимы при необходимости металлической гидроизоляции в сооружениях объектов транспортного строительства, атомной энергетики. С их использованием строятся различные подземные сооружения: фундаменты под оборудование, тоннели, резервуары, опускные колодцы, подводные и плавучие сооружения, перекрытия с профилированной листовой и ортотропной арматурой, сооружения АЭС. Большой интерес вызывают сталежелезобетонные конструкции с внешним полосовым армированием, применяемые в виде ригелей, подкрановых балок. При этом используются конструкции с одиночным и двойным армированием полосами, в том числе предварительно напряжённые.

Значительное число работ посвящено изучению конструкций с внешним листовым армированием. Среди них работы Клименко Ф. Е., Воронкова Р. В., Стрелецкого Н. Н., Людковского И. Г., За-