

практике это отношение превышает 0,5, что более чем в 2 раза снижает прочность покрытия по отношению к потенциально возможной. Такое покрытие обладает крайне низкой водонепроницаемостью и морозостойкостью, что значительно снижает его долговечность. Решением этих проблем может стать применение пластификаторов, таких как С-3, ЛСТ, 10-03 и т. д., однако и эти пластификаторы не приближают значение В/Ц к 0,2. Это заставляет изыскивать более эффективные методы модификации цементно-песчаных растворов.

Наиболее подходящими модификаторами являются поликарбоксилаты последнего поколения, которые позволяют модифицировать саму структуру цементного камня. Данный вид полимера со степенью полимеризации порядка 300 позволяет снизить В/Ц до 0,2 и получить проектную прочность раствора до 60 МПа, при этом прочность покрытия за первые сутки возрастает до 23 МПа. При разработке данного покрытия дополнительно была поставлена задача получения высоких показателей водонепроницаемости и морозостойкости. Теоретически, за счёт электростатических сил, поликарбоксилат должен при осаждении на зёрнах цемента удерживать все зёрна на одинаковом расстоянии друг от друга, что должно обеспечить наиболее правильную структуру цементного камня (равномерно распределённые центры кристаллизации), и повысить плотность бетона (эффект самоуплотнения).

Несмотря на эти преимущества, технологичность работ остаётся на невысоком уровне. В целях повышения простоты изготовления данного раствора исходный материал должен содержать две составляющие (готовая сухая полимерцементная смесь на основе поликарбоксилата и вода). Получение сухой поликарбоксилатной смеси представляет определенную трудность. Процесс получения поликарбоксилата невозможен при отсутствии воды, и массовая доля сухого вещества составляет не более 30 %, высушивание же при температурах выше 80 °С вызывает полимеризацию вещества и превращение его в не растворимый в воде пластик. Выход из этой ситуации был найден при помощи осаждения активного вещества на микрокремнезёме, что в итоге позволяет получить относительно сухой продукт, пригодный для смешивания с цементно-песчаным раствором. Готовая сухая смесь имеет следующие показатели:

- прочность на сжатие – 80 МПа и выше;
- морозостойкость – более F400;
- водонепроницаемость – W20 и выше.

Применение данной сухой смеси как минимум в 2 раза эффективней стандартного раствора, а по показателям долговечности – выше более чем в 3 раза.

В настоящее время данный ремонтный состав проходит дальнейшее усовершенствование. Получены составы с прочностью более 100 МПа и прочностью на изгиб порядка 20 МПа, что вплотную приближает его к высокопрочной керамике и позволяет применять данный способ для восстановления трубопроводов высокого давления и нефтепроводов.

УДК 539.3

МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ ПЛАСТИНЫ

С. А. ВОРОБЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта

Элементы конструкций современных машин, транспортных средств и сооружений в процессе эксплуатации часто подвергаются воздействию разнообразных динамических нагрузок. Практика предъявляет все возрастающие требования к прочностному расчету любой конструкции на этапе проектирования, чтобы в конечном итоге обеспечить ей способность эффективно сопротивляться динамическим нагрузкам. В этой связи возникает необходимость в разработке уточненных механико-математических моделей элементов конструкций, позволяющих при необходимости учитывать волновые процессы, влияние которых может быть весьма заметным при высокоинтенсивных нагружениях импульсного характера.

Рассматривается прямоугольная композитная пластина, представляющая собой трехслойный пакет, не симметричный по высоте относительно срединной плоскости жесткого несжимаемого заполнителя. Все слои имеют постоянные толщины h_k ($k = 1, 2, 3$; k – номер слоя) и выполнены из однородных, изотропных, идеально упругих материалов. Деформации предполагаются малыми. На основании вариационного принципа Гамильтона-Остроградского, используя гипотезы С. П. Тимошенко для каждого слоя и условия непрерывности перемещений на границах контакта слоев, получены уравнения движения пластины. Уравнения движения – система девяти линейных дифференциальных уравнений в частных производных для искомым неизвестных

функций перемещений: продольных перемещений срединной плоскости заполнителя, прогиба и полных углов поворота прямолинейных элементов в слоях стержня.

При исследовании динамического поведения трехслойной пластины от воздействия на нее нагрузок, представляющих интерес для многих прикладных задач необходимо знать спектр частот и форм ее собственных колебаний. Для граничных условий свободного опирания краев пластины на жесткие неподвижные опоры получены численные значения собственных частот, выполнен их параметрический анализ для различных геометрических характеристик трехслойного пакета.

УДК 72.03(075.8)

АРХИТЕКТУРА МОНАСТЫРСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПОЛОЦКА (НА ПРИМЕРЕ БЕЛЬЧИЦКОГО МОНАСТЫРЯ)

А. С. ДАВИДОВИЧ, Т. Л. ДАВИДОВИЧ
Полоцкий государственный университет

Полоцк – один из древнейших городов на территории Восточной Европы и Беларуси. Именно отсюда берёт своё начало белорусское каменное зодчество. В XII–XIII вв. в пригородах Полоцка возникают монастыри: Спасский, Бельчицкий, Иоанна Предтечи на Острове. Монастыри, выполняя одинаковую религиозную функцию, имели различное социальное назначение. Спасский женский монастырь, как и мужской, находившейся недалеко от женского, в XII в. был оплотом полоцкого епископства. Бельчицкий монастырь – оплот княжеской власти. Но наряду с этим одной из главных функций монастырей была военная оборона подступов к городу и оповещение жителей города о приближении врагов.

Размещались монастыри по сторонам света на главных дорогах к Полоцку: Спасский – на севере, на Невельской дороге; Бельчицкий – на востоке, на Минско-Лепельской дороге; Островной монастырь Иоанна Предтечи – на юге, на Острове. Он контролировал водный путь по Западной Двине. В начале XVI в. появляется Михайловский монастырь. Он впервые упоминается в грамоте Жигимонта I 29 января 1511 г. Был ли он основан в XII–XIII вв., можно узнать только в результате археологических раскопок, которые до нашего времени не проводились. Но он завершил формирование системы монастырей вокруг Полоцка.

Все монастыри имели визуальную связь с Верхним замком, в частности, с Софийским собором. В монастырях размещались монументальные здания Полоцка XII–XIII вв.

Бельчицкий монастырь находился на высоком правом берегу Бельчанки на расстоянии 400–500 м от русла Западной Двины. Он был основан сыном Всеслава Чародея князем Борисом в первой четверти XII в. в честь первых восточнославянских православных святых князей Бориса и Глеба. Монастырь являлся летней резиденцией князя и одновременно оборонным форпостом при подходе к Полоцку с юга.

Комплекс монастыря включал четыре каменных церкви: Большой собор; Пятницкую церковь; Борисоглебскую церковь; церковь, принадлежащую к типу триконхов. Три Бельчицких храма сохранялись до конца XIX в. Один из них (Большой собор) – в развалинах, два храма дошли почти до наших дней, но были окончательно уничтожены в конце 50-х годов XX в. Четвёртый храм (триконх) был разрушен очень давно и был обнаружен в 1790 г. во время земляных работ.

Большой собор Бельчицкого монастыря (первоначальное название памятника не установлено) по технике кладки датируется 1120-ми годами. Остатки этого собора были обнаружены в 20-е годы XIX в. Шулакевичем.

В 1928 году были проведены археологические раскопки И. Хозеровым, в 1965 г. – М. Каргером, в 1977 г. – П. Раппопортом. В результате раскопок были обнаружены фундаменты собора, изучена его строительная техника, что даёт достаточно информативный материал для выявления архитектурного решения памятника.

Большой собор Бельчицкого монастыря – крестово-купольный шестистолпный трёхапсидный храм с крестчатыми столбами, с тремя притворами, которые прилегают вплотную к основным стенам, и плоскими внешними и внутренними лопатками. Этот собор имеет общие черты с полоцким Софийским собором, хотя их разделяет довольно большой промежуток времени. Оба собора с востока завершают три апсиды: большая центральная и две меньших размеров по бокам. У соборов много общего в технике кладки. Стены бельчицкого собора сложены из плинфы с «утопленными» рядами с применением цемянки, что придавало им традиционный декоративный рисунок из более узких красных полос и широких бело-розовых полос. В нижней части стен, по информации А. Павлинова, который обследовал собор в конце XIX в., были горизонтальные ряды из бутового камня, как в Софийском соборе. О количестве куполов Большого собора ничего не известно.

Многочисленные фрагменты живописи, найденные при раскопках, указывают на то, что стены собора были покрыты фресками с ликами святых и сюжетами из Евангелия.