

УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ КОСТЕЛА СВ. ПЕТРА И ПАВЛА В ШКЛОВЕ

М.И. Никитенко, К.Э. Повколас, О.В. Попов, Г.Н. Протасов
Строительный факультет, БГПА
Минск, Республика Беларусь

В статье описывается пример использования инъекционной технологии для усиления и консервации фундаментов памятника архитектуры XVIII века — костела св. Петра и Павла в г. Шклове Могилевской области. Для проведения работ было применено специальное малогабаритное оборудование, позволявшее производить работы в стесненных условиях. Инъекция цементного раствора под подошву позволила укрепить выветренную кладку ленточного фундамента, стабилизировать осадки, а также предохранить стены от попадания грунтовой влаги. Некоторые технологические приемы были использованы впервые.

Ключевые слова: памятник архитектуры, реставрация, фундаменты, усиление основания, консервация, защита от влаги, выравнивание осадок, инъекционная технология.

Костел св. Петра и Павла в г. Шклове является памятником архитектуры XVIII в. В 1996 г. было решено начать его реставрацию. Среди работ по реконструкции здания особое место занимали усиление фундаментов и гидроизоляционные мероприятия. Неправильная вертикальная планировка местности привела к тому, что основание костела постоянно подтапливалось потоками поверхностных вод. Это вызвало неравномерную осадку здания, в результате чего в стенах образовались трещины значительной ширины. В дополнение к этому, вода способствовала разрушению материала ленточных фундаментов стен. Обследование производилось методом шурфования. Было выявлено, что в основании лежат супеси, а также пески средней крупности с примесью строительного мусора. Кладка фундаментов была выполнена внизу — из бутового камня, а сверху — из красного обожженного кирпича. Кирпич был сильно выветрен. Отсутствие горизонтальной гидроизоляции способствовало поднятию влаги по стенам на высоту до 3 м, в результате чего кладка стен была местами сильно выморожена. Специалистами кафедры “Геотехника и экология в строительстве” БГПА был предложен проект усиления и консервации фундаментов с приме-

нием инъекционной цементации. Применение инъекции было вызвано следующими факторами:

1. требованием минимальной интервенции в строительные конструкции костела;
2. необходимостью одновременно усиливать основание и кладку фундамента;
3. необходимостью производить работы в стесненных построечных условиях;
4. требованием минимального нарушения естественных грунтовых условий.

Проектом предусматривалось два варианта технологии инъекционной цементации. Согласно первому варианту инвентарный трубчатый инъектор, снабженный наконечником-монитором, должен был погружаться за счет подающейся под напором водяной струи. Сначала к инъектору должен был подключаться шланг насоса и нагнетаться вода под давлением около 1,0 МПа. Под действием водяной струи происходит размыв грунта и инъектор погружается до тех пор, пока монитор не попадет под центр подошвы фундамента. После погружения инъектора на проектную глубину подача воды прекращается, к инъектору подключается шланг растворонасоса и под минимально возможным давлением (не выше 1,0 МПа) закачивается цементный раствор. При этом инъектор должен был подниматься вверх до завершения закачки проектного объема цементного раствора. Давление инъекции, объем раствора и водоцементное отношение можно варьировать в зависимости от конкретных условий производства работ. При возникновении выброса раствора к устью скважины или вдоль боковой поверхности фундамента после закачки в объеме менее проектного водоцементное отношение раствора следует уменьшать, в случае же наступления отказа при неполном объеме закачки — напротив — увеличивать. Однако, вследствие затруднений, возникших в связи с невозможностью подачи больших объемов воды, а также в связи с наличием обломочных включений в толще насыпного грунта, что делало неприменимой струйную проходку, была применена технология производства работ по второму варианту. Она предусматривала предварительное вращательное бурение скважины диаметром 88 мм. В этом случае инъектор, установленный в скважину, засыпался послойно сухим песком с постоянным уплотнением за счет заливки воды.

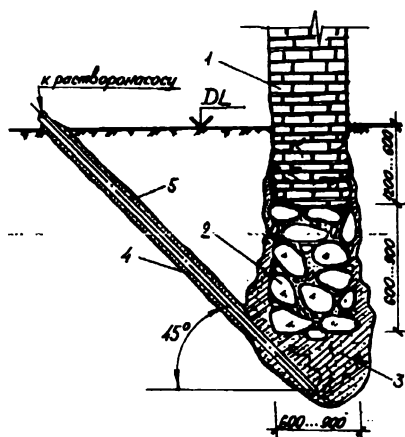


Рис. 1. Технологическая схема инъекционного усиления фундаментов костела св. Петра и Павла: 1 — кирпичная кладка стены; 2 — бутовая кладка нижней части фундамента; 3 — защитный чехол из цементного раствора; 4 — иньектор; 5 — тампонажный слой песка.

В процессе инъекции песок создавал тампонажную обойму, которая удерживалась относительно стенок скважины распорными напряжениями, возникшими за счет бокового давления в песке (рис. 1). Такой тампонаж при длине скважины 3 м был способен выдерживать давление раствора до 20 Атм. Последующие операции выполнялись аналогично технологии по первому варианту. Средний объем закачки составил около 250 литров на скважину при водоцементном отношении, равном 0,6 (оптимальное В/Ц для данных грунтовых условий). Всего было устроено 43 скважины по периметру здания. Из них 14 выполнялось изнутри помещения. Общий расход цемента составил около 25 тонн. Все работы проводились под непосредственным наблюдением и при участии сотрудников кафедры. Для создания надежной гидроизоляции и инъекционного упрочнения основания требовалось закачать достаточный объем раствора. Это условие выполняется при непрерывном режиме закачке. Раствор поступал в скважину под давлением 3...4 Атм. Даже после небольших технологических перерывов (порядка 15 мин.) наблюдался резкий рост давления инъекции, что в ряде случаев приводило к выбросам раствора в соседние скважины, по боковой поверхности фундамента или прорыву тампонажного слоя. Причина этого явления заключается в консолидации цементного раствора, время которой составляет по нашим данным 5...10 мин. Таким образом, при необходимости инъекции больших объемов раствора (укрепительная и гидроизоляционная инъекция) следует применять режим непрерывной закачки. И наоборот, если необходимо

большое остаточное давление (буриинъекционные сваи, анкеры и т.п.), становится эффективным режим ступенчатой инъекции.

Визуальные наблюдения за зданием в течение всего периода производства работ и впоследствии не обнаружили образования новых и раскрытия старых трещин.