

УДК 69.057.5:624.074.2

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО БЕТОНИРОВАНИЮ КУПОЛА  
РИМСКО-КАТОЛИЧЕСКОГО КОСТЕЛА В ГОРОДЕ НОВОПОЛОЦКЕ***канд. техн. наук, доц. В.В. БОЗЫЛЕВ, канд. техн. наук Д.И. САФОНЧИК  
(Полоцкий государственный университет)*

Приводятся сведения о строительстве римско-католического костела в городе Новополоцке. Описывается оригинальное решение опалубки купола, опирающейся на решетчатые секции башенных кранов. Приведены данные по расчету элементов опалубки. Описывается принятая технология бетонирования.

В Восточном жилом районе города Новополоцка возводится римско-католический костел. Участок, на котором располагается костел, позволяет обеспечить функциональное назначение – крутой берег реки Западная Двина делает здание хорошо заметным на значительном расстоянии.

Объемно-планировочное решение костела отличается компактностью за счет сочетания в пределах постройки различных по функциональному назначению помещений. Этим достигается архитектурная выразительность и величественность строящегося костела (рис. 1).



Рис. 1. Римско-католический костел в г. Новополоцке

Здание костела строится по проекту, разработанному Новополоцким филиалом института «Витебскгражданпроект». Здание представляет собой разновеликий объем, включающий анфиладно расположенные колокольню, зал богослужений с алтарем, а также служебную часть здания (рис. 2).

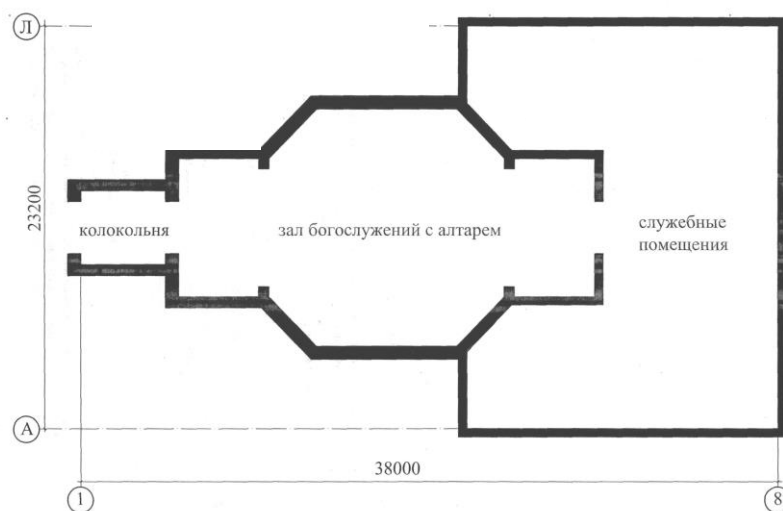


Рис. 2. Компоновка помещений здания костела

Зал богослужений имеет восьмигранную конфигурацию и завершается куполом в форме усеченной призмы с фонарем.

Колокольня запроектирована с шатровой крышей высотой завершающей части 36 метров.

Служебный блок решает все проблемы со вспомогательными помещениями костела и освобождает земельный участок от дополнительных построек.

Наружная отделка – штукатурка с последующей покраской в белый цвет. Кровля из металлической черепицы красного цвета. Внутренняя отделка предусмотрена с учетом последующей разработки интерьеров в соответствии с канонами римско-католической церкви.

Фундаменты приняты свайные из сборных железобетонных свай С3-30, С5-30 по ГОСТ 19804.1-79 с монолитным железобетонным ростверком из бетона класса С15/20 с маркой по морозостойкости F75 и водонепроницаемостью W6.

Стены подвала из сборных железобетонных блоков по ГОСТ 13579-78.

Наружные и внутренние стены выполнены из керамического утолщенного кирпича КПУ 125/35 по ГОСТ 530-95 на растворе М75.

Перекрытие и покрытие выполняется из пустотных железобетонных плит по сериям 1.141-1 вып. 60, 63 и 1.241-1 вып. 39.

Лестницы – из сборных железобетонных маршей с площадками по серии 1.050.1-2 вып. 1.

Утепление наружных стен выполняется пенополистиролом  $\gamma = 40 \text{ кг/м}^3$  по ГОСТ 15588-86 с размещением утеплителя снаружи с облицовкой керамическим утолщенным кирпичом.

При возведении здания основная сложность состояла в необходимости бетонирования купольной части здания размером  $15 \times 15 \text{ м}$  с опиранием на монолитный пояс. Такое решение обеспечило отсутствие в зале богослужений колонн и безусловно будет способствовать лучшему обзору настенной росписи, а также увеличит вместимость костела.

Монолитный нижний пояс располагается на отметке 11,4 м. Монолитный верхний пояс – на отметке 16,1 м.

Для разработки технологического решения по бетонированию купола были привлечены специалисты Полоцкого государственного университета.

Основная сложность разработки технологии бетонирования купола состояла в необходимости сборки опалубки на уровне 11...15 м. Отсутствие в регионе инвентарных поддерживающих устройств для удержания такой опалубки с весом арматурных изделий и бетона делает решение данной задачи довольно сложным. Традиционное решение – устройство многоярусных лесов из бревен и брусьев. Однако высокая стоимость, большой расход древесины делают это решение малопримлемым.

Было предложено использовать в качестве опор для удержания в проектом положении опалубки купола решетчатые секции башенных кранов. Использовались в качестве опорных стоек секции башенных кранов строительного треста № 16 города Новополоцка.

По натурным замерам определены места опирания секций и отметки крепления элементов опалубки купола (рис. 3).

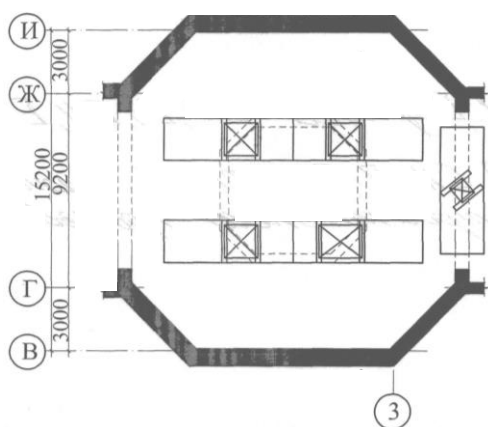


Рис. 3. Схема установки опорных стоек опалубки купола

Конструкция опалубки купола предусматривала использование деревянных стоек, стропильных ног с опиранием на три опорные точки. По стропилам устраивается обрешетка и дощатый настил (рис. 4).

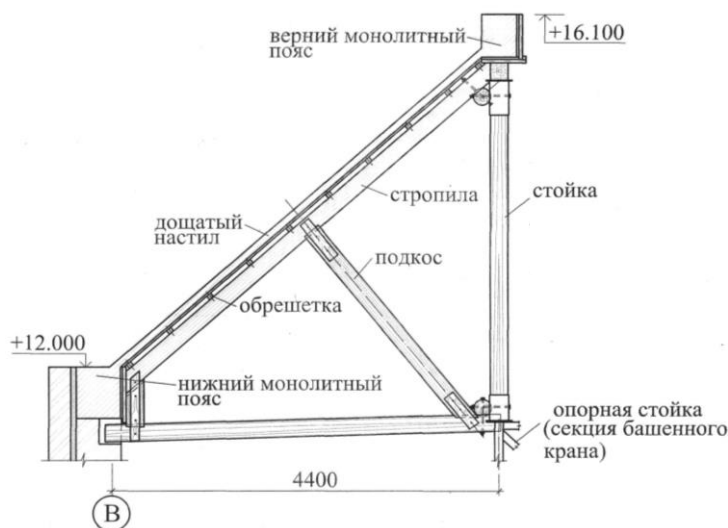


Рис. 4. Конструкция опалубки купола

Расчет элементов опалубки выполнен в соответствии с [1, 2].

Дощатый настил запроектирован из досок 25 мм на расчетную нагрузку 7,57 кН на 1 пог. м при расчетном пролете 0,6 м. Обрешетка выполнена из брусков сечением 10×10 см из условия работы как двухпролетной неразрезной балки (пролет 110 см) на расчетную нагрузку 1,49 кН.

Угол наклона стропил составлял 41°, расчетная нагрузка – 4,36 кН на 1 пог. м.

Длина стропильной ноги составила 5,7 м, что позволило изготавливать стропила из стандартного бревна без дополнительных стыков. Для обеспечения большего расчетного диаметра бревно устанавливалось отрубом в сторону мауэрлата, а комлевой частью к коньку. Расчетные диаметры в нижней части – 21,3 см, в верхней части – 8 см.

Деревянные стойки должны воспринимать ½ нагрузки, что составляло более 67 т.

В конструктивном решении опалубки предусматривалась установка 8 стоек, каждая из них должна воспринимать 8,38 т.

В расчетах принято шарнирное закрепление стоек высотой 4,2 м. С учетом заданной гибкости, требуемого радиуса инерции определен диаметр бревна в тонком конце – 16 см.

По рабочим чертежам была изготовлена и собрана на проектных отметках опалубка купола и монолитных поясов. Для бетонирования наклонной части запроектирована разборно-переставная полосовая опалубка из щитов, которые через инвертарные опорные элементы крепились поверх арматуры и по мере бетонирования переставлялись на новые ярусы.

Для обеспечения качественных показателей при укладке бетона был рассчитан состав бетона с использованием суперпластификатора СПБ, разработанного в Полоцком государственном университете. Для получения добавки СПБ использовался пластификатор СПС, который изготавливается из вторичного сырья – тяжелых смол пиролиза ОАО «Полимир» (Новополоцк). По своему пластифицирующему эффекту добавка СПБ согласно СТБ 1112 относится к суперпластификаторам [3].

Выполнены исследования и получены модели для учета влияния суперпластификатора СПБ на свойства и состав бетона.

Марочная прочность бетона оценивалась по модели:

$$R_{сж_{28}} = 110 + 3,9Ц - 65,7СПБ - 16ОК - 2930r - 0,0049Ц^2 + 174,5СПБ^2 - 0,22ОК^2 + 2633r^2 - 0,37Ц \cdot СПБ + 0,023Ц \cdot ОК + 2,05Ц \cdot r + 6,9СПБ \cdot ОК + 328СПБ \cdot r + 15,8ОК \cdot r.$$

Для пересчета значения водоцементного отношения (В/Ц) использовалась модель:

$$В / Ц = 1,24 - 0,004Ц - 0,37СПБ + 0,017ОК + 0,000005Ц^2 - 0,00017ОК^2 + 1,86r^2 + 0,00068Ц \cdot СПБ - 0,000011Ц \cdot ОК - 0,002Ц \cdot r - 0,0095ОК \cdot r.$$

В таблице представлены составы исходного бездобавочного бетона и бетона, модифицированного суперпластификатором СПБ.

Составы бетонов для бетонирования купола костела

Бездобавочный бетон	Бетон с добавкой СПБ
Состав, кг/м <sup>3</sup>	
Цемент – 298	Цемент – 298
Песок – 845	Песок – 845
Щебень – 1180	Щебень – 1180
–	Добавка СПБ – 20,9
Вода – 155	Вода – 137
В/Ц = 0,52	В/Ц = 0,46

Сниженное значение В/Ц позволяет ускорить набор прочности и обеспечить сокращение времени выдерживания бетона в опалубке. Прочность бетона при использовании добавки СПБ возросла на 19 %, а расход воды сокращен на 13,5 %.

Оценить эффективность влияния добавки СПБ позволяет следующая модель:

$$R_{сж7} = -47 + 3,2Ц - 16,1ОК - 1633,4r - 0,0037Ц^2 + 978r^2 + 0,015Ц \cdot ОК + 1,03Ц \cdot r + 432,3СПБ \cdot r + 16,3ОК \cdot r.$$

В производственных условиях ГП «Новополоцкжелезобетон» готовился тяжелый бетон следующего состава (кг/м<sup>3</sup>): цемент – 268; песок – 875; щебень – 1180; вода – 139.

Разработана также технологическая карта на производство работ по бетонированию монолитного купола. Предложенные решения позволили выполнить работы по бетонированию купола с обеспечением заданных показателей по прочности и деформативности.

На рисунке 5 представлен общий вид купола после снятия опалубки. В настоящее время продолжают работы по отделке внутренних помещений костела.



Рис. 5. Общий вид бетонного купола костела после снятия опалубки

#### ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 3.03.01– 87. Несущие и ограждающие конструкции; Введ. 01.07.1995. – М.: ЦНИИОМТП Госстроя СССР, 1988. – 190 с.
2. СНБ 5.05.01– 2000. Деревянные конструкции. – Взамен СНиП II-25-80; Введ. 04.10.2000. – Мн.: Минскстройархитектуры Респ. Беларусь, 2000. – 75 с.
3. ТУ РБ 300220696.334 – 2003. Добавка пластифицирующая СПБ для бетонов и растворов: Опытная партия, 2003. – 9 с.