

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ МОНОЛИТНЫХ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМИ БАЛКАМИ

Н. Н. Шалобыта¹, Е. А. Деркач², Т. П. Шалобыта³, И. П. Коцюра⁴

¹к. т. н., проректор по научной работе, Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь, e-mail: nnshalobyta@mail.ru

²м. т. н., начальник испытательного центра, Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь, e-mail: kamora@mail.ru

³к. т. н., доцент кафедры технологии бетона и строительных материалов, Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь, e-mail: t_shalobyta@mail.ru

⁴м. т. н., зав. лабораториями кафедры строительных конструкций, Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь, e-mail: starterokman@yandex.ru

Аннотация

Предмет исследования: сопротивление эффективного монолитного железобетонного перекрытия с железобетонными предварительно напряженными балками.

Цели: оценка напряженно-деформированного состояния эффективного монолитного железобетонного перекрытия с железобетонными предварительно напряженными балками статическим нагружением.

Материалы и методы: экспериментально-теоретические.

Результаты: представлено новое конструктивное решение и выполнено экспериментальное исследование по оценке напряженно-деформированного состояния эффективного монолитного железобетонного перекрытия с железобетонными предварительно напряженными балками.

Выводы. Проведенное экспериментальное исследование позволило установить, что новое конструктивное решение эффективного монолитного железобетонного перекрытия с железобетонными предварительно напряженными балками, обладают целым рядом конструктивных, технологических и эксплуатационных характеристик по отношению к обычным монолитным перекрытиям. Внедрение новой конструктивной системы многопустотного перекрытия позволяет не только значительно сократить расход материалов, снизить собственную массу конструкций перекрытий, но и значительно упрощает и ускоряет монтаж непосредственно на строительной площадке.

Введение

Одними из существенных вопросов, которые возникают при смене назначения здания, являются вопросы обеспечения несущей способности конструктивных элементов, и в первую очередь, перекрытий как более подверженных, в силу технологий изготовления, процессам деградации (разрушения). Не секрет, что большинство элементов перекрытий, выполненных в зданиях

столетней и более давности постройки, являются деревянными и в редком исключении – каменными. Процессы, связанные как с гниением, так и био-разрушением древесины, привели за столь значительный период времени к потере несущей способности конструктивных элементов деревянных перекрытий. Аналогично процессы деструкции материала швов в каменной кладке привели к невозможности их эксплуатации под действующие или новые нагрузки на перекрытия реконструируемых зданий.

В современном мировом строительстве проблемы ресурсо- и материалосбережения являются важными и актуальными. Существующая стесненность в исторических центрах населенных пунктов и связанные с этим вопросы по устройству строительной площадки привели к необходимости совершенствования технологий по устройству «новых» перекрытий при реконструкции зданий. Возможность решения сложных архитектурных форм и минимальный набор элементов, технологичность и скорость монтажа с возможностью устройства перекрытия без демонтажа существующих вертикальных конструкций становятся решающими при выборе метода замены перекрытия или его воссоздания.

Обзор литературы

Около 60 лет назад французской компанией Rector создана и внедрена в практику строительства система облегченных сборно-монолитных перекрытий Rectolight [1], выполненных из сборных предварительно напряженных элементов и опалубки в виде специальных элементов из прессованной древесины. Арматурные сетки и монолитный слой бетона, укладывается непосредственно на стройплощадке после установки балок и опалубки. Несмотря на всю экономичность данного типа перекрытий на наш взгляд основным его недостатком является сложность при изготовлении специальной опалубки из прессованной древесины, которая к тому же создает сферическую потолочную поверхность и требует дополнительных затрат по устройству подвесных потолков.

Разработка собственных патентных решений пустотообразователей для безбалочных монолитных железобетонных перекрытий [2, 3] позволила авторам в качестве альтернативы для системы сборно-монолитных перекрытий Rectolight предложить собственное конструктивное решение.

Материалы и методы

Новое конструктивное решение сборно-монолитной железобетонной плиты перекрытия представляет собой армированную плоскую монолитную плиту, содержащую в своей толще несущие сборные предварительно напряженные балки таврового сечения с полкой понизу, на которые опирается арматурный блок образованный пустотообразователями и верхней и нижней металлическими сетками (рисунок 1). Пустотообразователи представляют собой специальной конструктивной формы пластмассовые полые герметичные тела вращения (шары) с фиксаторами, расположенными снаружи сферы в ортогональных плоскостях перпендикулярных оси вращения и проходящей через центр плоскости. В статьях [4, 5, 6, 7] предлагалось использовать данных пустотообразователей для плоских монолитных железобетонных перекрытий, в том числе с использованием несъемной опалубки из цементно-стружечных плит. Проведенное в [4, 5] технико-экономическое сравнение сплошного монолитного железобетонного и многопустотного перекрытия показало что, применение

данного решения позволяет сократить объем бетона более чем на 30 %, а, следовательно, и снизить собственную массу конструкции, что позволит уменьшить армирование при принятых пролетах плиты. Однако, как показывает практика проектирования и исследований [8], с целью увеличения перекрываемых пролетов требуется или увеличения толщины монолитной многопустотной плиты или применения предварительного напряжения в построечных условиях для монолитных перекрытий [9]. Анализ практики применения систем Rectolight [1, 2] с использованием предварительно напряженных железобетонных балок, выполненных в заводских условиях показал, что решаются проблемы с величиной перекрываемых пролетов, а применение арматурных блоков, имеющих в своем составе эффективные пустотообразователи, с установкой их в толщу сборно-монолитного перекрытия позволит существенно снизить расход материалов (бетона и арматуры) и усовершенствовать технологические процессы при возведении перекрытий.

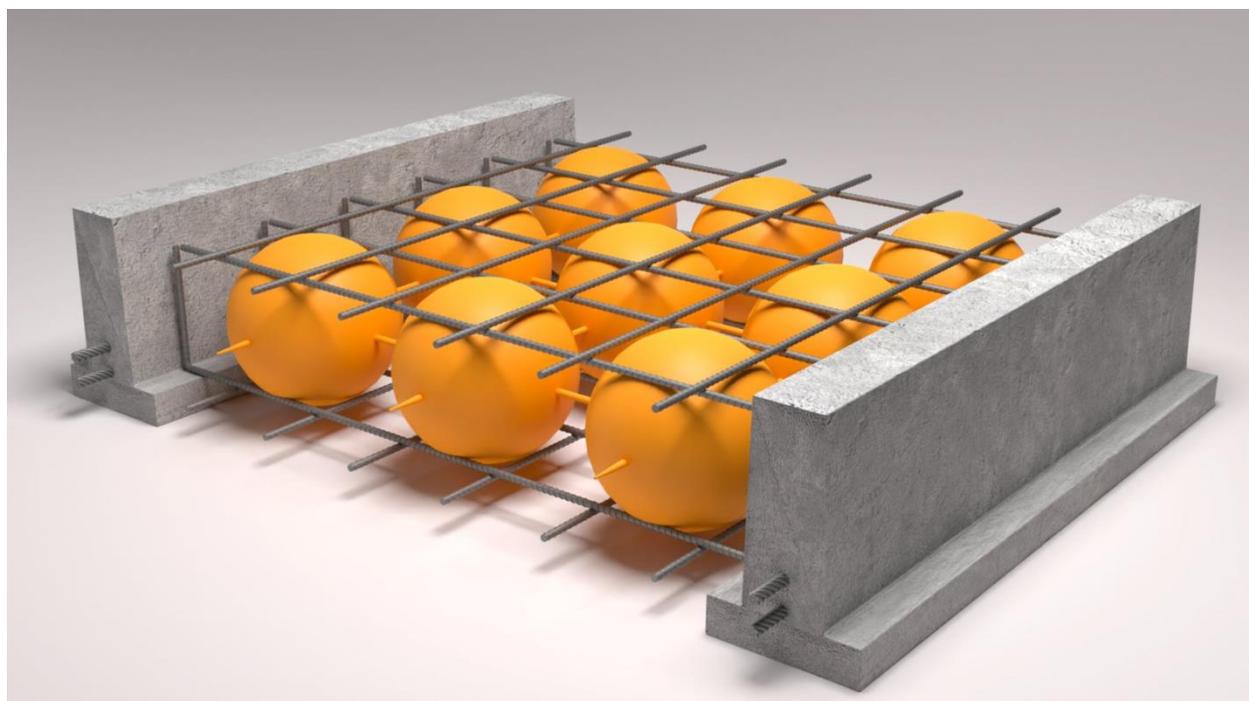
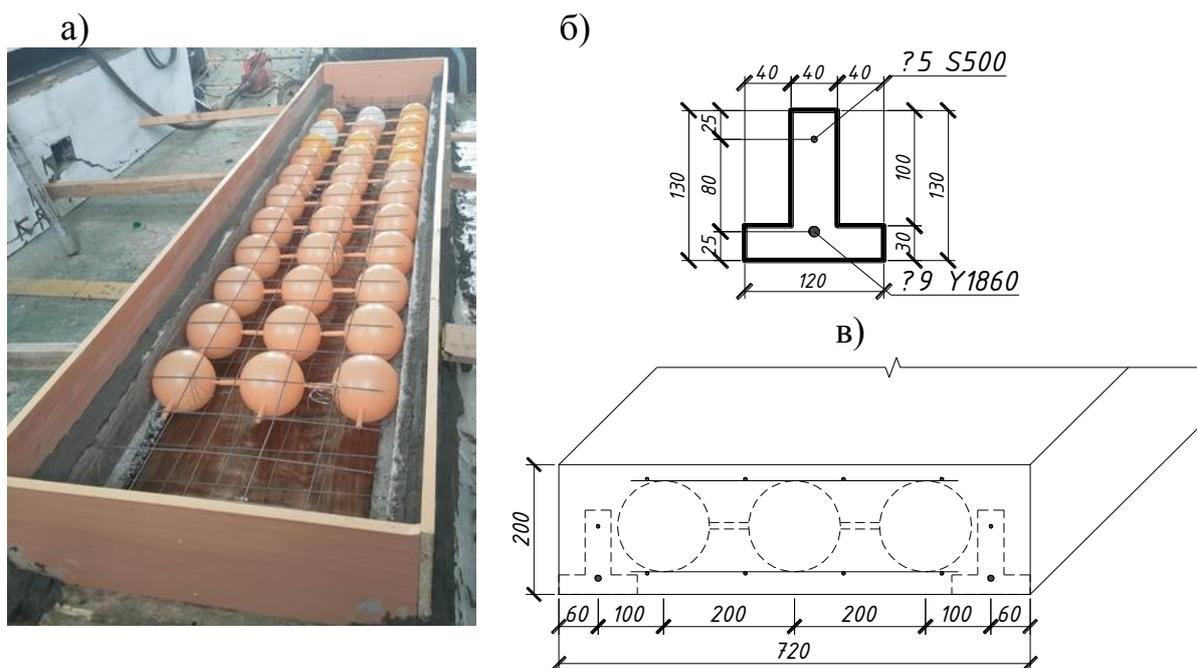


Рисунок 1 – Модель нового конструктивного решения эффективного сборно-монолитного перекрытия с предварительно напряженными балками

Экспериментальный образец сборно-монолитного перекрытия представлял собой монолитную плиту длиной 3000 мм, шириной 720 мм и толщиной 200 мм (рисунок 2). Плита состояла из двух сборных предварительно напряженных балок таврового сечения, расположенных на расстоянии 600 мм друг от друга, на полки которых укладывался арматурный блок с пустотообразователями диаметр которых составлял 160 мм. В качестве рабочей арматуры сборных предварительно напряженных балок использовались канаты Y1860 S7 (согласно СТБ EN 10138-3) диаметром 9 мм, а арматурный блок с пустотообразователями выполнен из арматурных проволочных стержней класса S500 (согласно СТБ 1706-2013) диаметром 5 мм, установленных с шагом 100 мм в продольном и поперечном направлении. Состав бетонной смеси для сборных предварительно

но напряженных балок и монолитной плиты принимался идентичным. Предварительное напряжение рабочей канатной арматуры сборных элементов выполнялось на упоры стенда с использованием гидравлического домкрата. После достижения бетоном требуемой отпускной прочности производили мгновенный отпуск предварительно напряженной арматуры путем перерезывания ее поперечного сечения с помощью механического алмазного инструмента. Средняя величина выгиба балок, после снятия с упоров напрягаемой канатной рабочей арматуры и установки последних в опалубку для укладки монолитного слоя бетона составила 12 мм.



а) опалубочный вид сборно-монолитной плиты; б) поперечное сечение и армирование сборного предварительно напряженного балочного элемента; в) схема сборно-монолитной плиты

Рисунок 2 – Общий вид и схема сборно-монолитной плиты

Результаты исследования

Нагрузку создавали в силовых рамах гидравлическими домкратами, а величину прикладываемого усилия определяли по показаниям манометра. С целью максимального приближения к нагружению равномерно-распределенной нагрузкой, загрузку элемента выполнялось полосовой нагрузкой через металлические жесткие траверсы и распределительные металлические пластины с использованием четырех гидродомкратов, установленных с шагом 500 мм вдоль пролета плиты. Рабочий пролет плиты сборно-монолитного элемента принят 2500 мм. Рабочее нагружение проводилось этапами, составляющими примерно 1/10 от разрушающей нагрузки (5 кН) с выдержкой на каждом из них 5–10 мин. За это время снимались показания прогибомеров и фиксировалось образование и развитие трещин, замерялась ширина их раскрытия. Показания приборов на каждом этапе снимались дважды – сразу же после приложения нагрузки и после выдержки. Общий вид нагружения сборно-монолитной плиты показан на рисунке 3.



Рисунок 3 – Общий вид нагружения сборно-монолитной плиты

Необходимо отметить, что в результате испытаний сдвиговых деформаций по контакту сборных элементов и монолитной конструкции не установлено. В результате экспериментальных исследований установлено, что разрушение плиты произошло по нормальному сечению, вследствие исчерпания прочностных и деформационных свойств монолитного бетона сжатой зоны. Образование наклонных трещин в конструкции не зафиксировано.



Рисунок 4 – Общий вид трещинообразования в сборно-монолитной плите

Анализ вертикальных перемещений, полученных при проведении экспериментальных исследований, показал, что прогибы увеличиваются равномерно без резких скачков. Величины прогибов, даже при загрузении, соответствующем этапу разрушения сборно-монолитной конструкции, значительно меньше, чем нормативно допустимые величины.

Выводы

Проведенное экспериментальное исследование позволило установить, что новое конструктивное решение эффективного монолитного железобетонного перекрытия с железобетонными предварительно напряженными балками,

обладают целым рядом конструктивных, технологических и эксплуатационных характеристик по отношению к обычным монолитным перекрытиям. Внедрение новой конструктивной системы многопустотного перекрытия позволяет не только значительно сократить расход материалов, снизить собственную массу конструкций перекрытий, но и значительно упрощает и ускоряет монтаж непосредственно на строительной площадке.

Список цитируемых источников

1. Недвига, Е. С. Системы сборно-монолитных перекрытий / Е. С. Недвига, Н. А. Виноградова // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2016. – № 4 (43). – С. 87–102.
2. Пат. 8418 у Респ. Беларусь. Пустотообразователь безбалочной плиты перекрытия : № у 20120036 : заявлено 16.01.2012 / Шалобыта Н. Н., Тур В. В., Пойта П. С., Шалобыта Т. П., Цепаева Н. С., Пчелин В. Н. ; заявитель Брестский гос. ун-т. – Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 2 (85). – С. 236.
3. Пат. 8475 у Респ. Беларусь. Безбалочная монолитная плита перекрытия : № у 20120106; заявл. 06.02.2012 / Шалобыта Н. Н., Тур В. В., Пойта П. С., Пчелин В. Н., Пчелина Т. В., Цепаева Н. С. ; заявитель Брестский гос. ун-т. – Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 2 (85). – С. 236.
4. Шалобыта, Т. П. Эффективное решение плиты безбалочного железобетонного перекрытия / Т. П. Шалобыта, Н. Н. Шалобыта, Н. С. Цепаева // Дефекты зданий и сооружений. Усиление строительных конструкций : материалы XVI Междунар. науч.-методич. конф., ВИТУ. Санкт-Петербург, 22 марта 2012 г. / СПб. : ВИТУ, 2012. – С. 6–11.
5. Шалобыт, Н. Н. Плоское многопустотное безбалочное железобетонное перекрытие / Н. Н. Шалобыта, Т. П. Шалобыта, Е. А. Деркач // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Респ. Беларусь : сб. науч. ст. / ПГУ ; редкол.: Д. Н. Лазовский [и др.]. – Новополоцк, 2012. – Ч. 1. – С. 116–126.
6. Эффективное решение плоского безбалочного железобетонного перекрытия с применением элементов системы VST / Н. Н. Шалобыта, В. В. Тур, Т. П. Шалобыта, Е. А. Деркач // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь : сб. науч. ст. / ПГУ ; редкол.: Д. Н. Лазовский [и др.]. – Новополоцк, 2012. – Ч. 1. – С. 151–156.
7. Шалобыта, Н. Н. Экспериментальное исследование деформированного состояния плоского многопустотного железобетонного перекрытия с применением элементов системы VST / Н. Н. Шалобыта, Е. А. Деркач, Т. П. Шалобыта // Вестник БрГТУ. – 2014. – № 1 (85): Строительство и архитектура. – С. 97–102.
8. Коцюра, И. П. Экспериментальное исследование балочного фрагмента монолитной многопустотной плиты перекрытия / И. П. Коцюра, Е. А. Деркач, Н. Н. Шалобыта // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. – 2016. – Т. 6, № 1: Тэхніка. – С. 74–82.
9. Шалобыта, Н. Н. Экспериментальное исследование эффективной многопустотной плиты перекрытия / Н. Н. Шалобыта, И. П. Коцюра, Е. А. Деркач // Перспективные направления инновационного развития строительства и подготовки инженерных кадров : сб. статей XXI Междунар. науч.-метод. семинара. – Брест : БрГТУ, 2018. – Ч. 1. – С. 273–279.