

**Шалобыта Н.Н.**, канд. техн. наук, доц.;  
**Тур В.В.**, д-р техн. наук, проф.; **Деркач Е.А.**  
(БрГТУ, г. Брест)

## **ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПЛОСКОГО БЕЗБАЛОЧНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПЕРЕКРЫТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ VST**

При возведении монолитных конструктивных систем в Беларуси довольно широко применяется съемная, или передвижная опалубка, которую устанавливают на месте строительства, заливают бетонной смесью, и демонтируют после того, как монолитный бетон набирает необходимую прочность. Современные новые технологии предполагают применение несъемной или оставляемой опалубки, которая после бетонирования сохраняется как элемент конструкции.

Рассматривая конструктивные особенности строящихся монолитных гражданских зданий, следует отметить, что основная масса монолитного железобетона сосредоточена в перекрытиях, проектируемых по безбалочной конструктивной схеме. Поэтому наиболее рациональной областью материало- и ресурсосбережения является применение эффективных типов перекрытий.

VTS-системы композитной опалубки в Европе используются в строительстве более 15 лет. Но для Беларуси VST-технология является относительно новой, несмотря на то, что она дает возможность снизить себестоимость строительства, сократить его сроки и повысить качество зданий.

Цементно-стружечные плиты являются основой несъемной опалубкой системы (VTS-system). Система состоит из зафиксированных в проектное положение цементно-стружечных плит (ЦСП), толщина которых составляет 24 мм. Элементы опалубки соединяются запатентованными стальными элементами («замками»), которые, в свою очередь, закрепляются стальными шурупами. После соединения перекрытий и стен в узлы, происходит укладка монолитного самоуплотняющегося бетона.

Разработка цементно-стружечной плиты началась еще в 30-х годах XX века в США. В России начало выпуска приходится на 80-е годы, когда в составе Лодейнопольского деревообрабатывающего комбината (градообразующего предприятия г. Лодейное Поле) открылся цех по производству ЦСП, укомплектованный немецким оборудованием «Vizon». В то время из всех аналогичных предприятий цех Лодейнопольского деревообрабаты-

вающего комбината выпускал самую качественную плиту (производственная мощность достигала 12,5 тысяч кубометров ЦСП в год).

Цементно-стружечная плита (ЦСП, cement bonded particle board, СБРВ) – крупноформатный листовой строительный материал, изготавливаемый из тонкой древесной стружки, портландцемента и химических добавок, снижающих вредное воздействие экстрактов древесины на цемент. ЦСП обладает рядом положительных свойств: высокой механической прочностью, влагостойкостью, биостойкостью, легкой обрабатываемостью, относится к категории трудногорюемых материалов. Это позволяет использовать такие плиты в качестве элементов обшивки ограждающих конструкций – плит покрытий и перекрытий, панелей стен и перегородок.

Немаловажная особенность VST-технологии в том, что элементы перекрытий и стен соединяются в узлы непосредственно на строительной площадке. Промышленный метод производства и перевод большей части строительных действий на заводскую линию делают строительный процесс независимым от погодных условий: работы на стройплощадке ограничиваются лишь бетонированием элементов и монтажом.

Применение в перекрытиях VST-элементов позволяет значительно с традиционными сборными и монолитными системами увеличить пролеты и расширить их геометрии, при этом сама система несъемной опалубки имеет небольшой вес и экономична в транспортировке (одно транспортное средство может перевезти площади перекрытий более 1000 м<sup>2</sup>).

В июле 2011 года ОАО «Строительный трест № 8» освоил новую технологию производства и применения системы композитной опалубки (VST). Для этой цели была проведена значительная модернизация предприятия – построен новый цех для производства элементов VS системы, произведено переоборудование действующих площадей, специалисты, ответственные за проектирование, производство и монтаж элементов системы прошли обучение в Европе.

В настоящее время специалистами Брестского государственного технического университета предложено эффективное решение монолитных перекрытий с использованием VST-технологий (рис. 1). Разработка собственных патентных решений пустотообразователей для безбалочных монолитных железобетонных перекрытий [1 – 3] позволило внедрить их в конструкцию перекрытий VTS-системы, при этом главное предназначение их заключается в снижении материалоемкости конструкции. Пустотообразователи представляют собой специальной конструктивной формы пластмассовые полые герметичные тела вращения (шары) с фиксаторами, расположенными снаружи сферы в ортогональных плоскостях, перпендикулярных оси вращения, проходящей через центр плоскости (рис. 2).

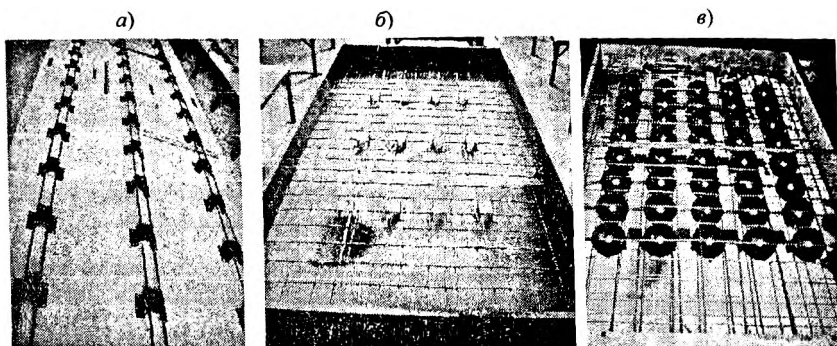


Рис. 1. Общий вид экспериментальной многопустотной плиты с использованием композитной опалубки:  
*а* – рабочая арматура соединенная с сар-профилем;  
*б* – короб плиты из ЦСП с рабочей арматурой и сар-профилями;  
*в* – плита с уложенным блоком пустообразователей и арматурными сетками

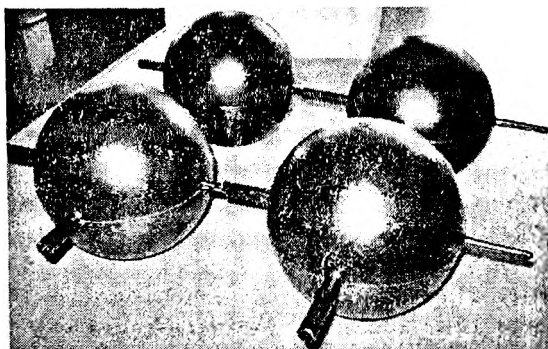


Рис. 2. Эффективные пустообразователи для VST - систем перекрытия

Фиксаторы пустообразователя выполняют таким образом, чтобы они были расположены снаружи под углом  $90^\circ$  друг к другу в перпендикулярной оси вращения и проходящей через центр плоскости (рис. 3). Диаметрально расположенные пары фиксаторов выполнены в виде штыря и втулки таким образом, что диаметр штыря позволяет осуществить его постановку внутрь втулки рядом расположенного пустообразователя. Фиксаторы выполнены длиной не менее минимальной толщины ребер плиты, что обеспечивает требуемое сопротивление срезу при проверках предельных состояний несущей

способности конструкции от действия поперечной силы. Следует также отметить, что наличие фиксаторов дает возможность дополнительного снижения расхода бетона при возведении плиты перекрытия.

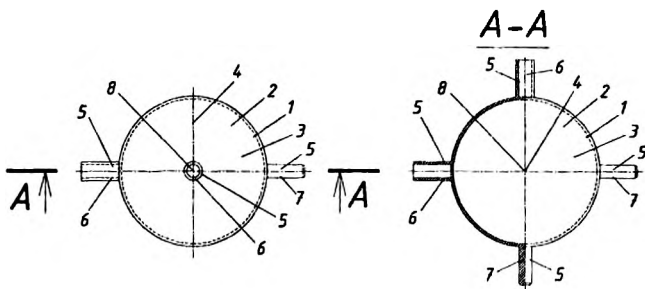


Рис. 3. Общий вид пустотообразователя:

- 1 – пустотообразователь; 2 – тело вращения; 3 – шар; 4 – ось вращения;  
5 – фиксаторы; 6 – втулки; 7 – штыри; 8 – центр тела вращения

Преимуществом предлагаемого решения является то, что нет необходимости поштучной установки и фиксации пустотообразователей относительно арматуры, которая возникает в случае с пустотообразователями в виде труб или в виде легкогобетонных вкладышей в форме прямоугольной призмы, что очень осложняет процесс установки. В представленном решении в специальных мастерских или на объекте пустотообразователи соединяются в блоки, что существенно облегчает их монтаж, снижает трудозатраты на установку и фиксацию. Блоки при этом формируются таких размеров, которые смогут обеспечить возможность их постановки на опалубку.

Армирование плиты перекрытия с применением VST-систем выполняется в соответствии с расчетом. При этом арматура в растянутой зоне подбирается таким образом, чтобы часть арматуры входила в состав конструктивного элемента ЦСП, где рабочая арматура соединяется с сарпрофилем (см. рис. 1, а), а дополнительное рабочее армирование создается плоской арматурной нижней сеткой, которая включается в арматурный блок. Арматурный блок собран таким образом, что он состоит из нижней (рабочей) и верхней (конструктивной) арматурной сетки, между которыми укладывается блок пустотообразователей. Данные арматурные сетки скрепляются между собой при помощи хомутов. Затем готовые блоки укладываются в каркас из ЦСП.

При укладке блоков пустотообразователя в ячейки сетки появляется возможность изготовить их максимально допустимого диаметра, т.е. бес-

печивается более эффективное снижение расхода бетона, к тому же укладываемый блок легко самофиксируется в ячейках нижней арматурной сетки (рис. 1, в).

Проведено технико-экономическое сравнение обычного и многопустотного перекрытия (таблица). Сравнение показало: применение данного решения позволит сократить объем бетона более чем на 30 %, а следовательно, снизить собственную массу покрытий, что позволит уменьшить армирование при принятых пролетах плиты.

Технико-экономическое сравнение вариантов обычного и многопустотного перекрытий

Толщина плиты перекрытия, мм	Площадь сплошного монолитного перекрытия, м <sup>2</sup> / 1 м <sup>3</sup>	Диаметр пустотообразователя, мм	Расход бетона, необходимого для возведения аналогичного по площади эффективного перекрытия, м <sup>3</sup>	Экономия бетона, %
1	2	3	4	5
180	5,556	160	0,688	31,2
200	5,000	160	0,719	28,1
220	4,545	160	0,745	25,5
175+25 ЦСП	5,714	140	0,690	31,0

В настоящее время подготовлены к проведению натурных статических испытаний многопустотной плиты с использованием VST-систем с применением в качестве армирования металлических сеток и со смешанным армированием с использованием стеклопластиковой арматуры.

### Выводы

Внедрение новой конструктивной системы многопустотного перекрытия в комбинации с VST опалубкой позволит не только значительно сократить расход материалов, снизить собственную массу конструкций перекрытий, но и значительно по сравнению с традиционными решениями расширить области применения VST-систем.

### Литература

1. Пустотообразователь безбалочной плиты перекрытия: пат. 8418 Респ. Беларусь / Н.Н. Шалобыта, В.В. Тур, П.С. Пойта, Т.П. Шалобыта, Н.С. Цапева, В.Н. Пчелин: заявитель Брест. гос. техн. ун-т. – № U20120036; заявл. 16.01.2012; опубл. 16.04.2012 // Афицыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – С. 5.
2. Безбалочная монолитная плиты перекрытия: пат. 8475 Респ. Беларусь / Н.Н. Шалобыта, В.В. Тур, П.С. Пойта, Т.В. Пчелина, Н.С. Цапева,

- В.Н. Пчелин; заявитель Брест. гос. техн. ун-т; № U20120106; заявл. 06.02.2012; опубл. 15.05.2012 // Афицыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – С. 5.
3. Безбалочная монолитная плиты перекрытия: пат. 8475 Респ. Беларусь, Н.Н. Шалобыта, В.В. Тур, П.С. Пойта, Т.В. Пчелина, Н.С. Цепасева, В.Н. Пчелин; заявитель Брест. гос. техн. ун-т. № U20120107; заявл. 06.02.2012, опубл. 15.05.2012 // Афицыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – С. 5.
  4. Дефекты зданий и сооружений. Усиление строительных конструкций: материалы XVI науч.-метод. конф. ВИТУ, Санкт-Петербург, 22 марта 2012 г. / СПбФВАТТ (ВИТУ); под. ред. Д.В. Курлапов [и др.]. – СПб., 2012. – 225 с.

УДК 624.012.1:691.328.43

**Волик А.Р., канд. техн. наук, доцент; Гаврильчик М.Н.**  
(ГрГУ им. Я. Купалы, г. Гродно)

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

Строительная отрасль находится в постоянном поиске новых эффективных материалов и технологий. В то же время, пожалуй, ни в одной области нет более высоких требований к надежности, как в строительстве. На первый взгляд, железобетонные конструкции кажутся нам надежными и долговечными, но это далеко не так. Конструкции крайне затратны. Металлическая арматура имеет свойство корродировать и тем самым разрушать конструкцию изнутри. Данный факт ограничивает использование железобетонных конструкций в агрессивной среде. Решением этой проблемы может послужить использование композитной арматуры, которая обладает рядом преимуществ [1; 2]:

- неметаллическая арматура не подвергается коррозионному разрушению при воздействии большинства агрессивных сред, в том числе и щелочной среды бетона;

- практически не проводит тепло. Теплопроводность в 100 раз меньше, чем у стали;

- не накапливает статической энергии;

- радиопрозрачна, диамагнитна, является диэлектриком.

В Беларуси специалисты только в последние два-три года обратили внимание на потребность строительной отрасли в композитных неметал-