

DOI: 10.12737/article\_5a27cb818c8c26.69602079

Долженко А.В., ст. преп.,  
Наумов А.Е., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО ПАНЕЛЬНОГО МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА\*

da7182@mail.ru

В статье рассматривается экспериментальная каркасная конструктивная система малоэтажных жилых домов с применением сборно-монолитных стеновых панелей с несущими элементами из пластикотрубобетона. Авторами предложена технология изготовления стенового ограждения, включающая стадию индустриального изготовления несъёмной опалубки из полимерных труб и ориентированно-стружечных панелей, а также стадию монтажа и заполнения бетоном несъёмной опалубки в построечных условиях.

**Ключевые слова:** пластикотрубобетон, труботетон, несъёмная опалубка, каркасное домостроение, легкий бетон.

Будущее массового малоэтажного строительства связано с использованием гибких строительных систем, к которым безусловно можно отнести каркасные конструктивные системы, выполненные с использованием эффективных строительных материалов, конструкций и технологий. В условиях, когда обеспечение граждан России доступным и комфортным жильём стало приоритетным национальным проектом, необходимо принципиально изменить подход к индивидуальному жилищному строительству, создать технологию, доступную большинству россиян с обеспечением необходимого уровня потребительских требований, а именно: комфортности проживания, экономичности, долговечности, быстровозводимости и индустриальности.

Существенное снижение стоимости строительства, обеспечение необходимой конструктивной безопасности, долговечности, уменьшение материалоёмкости и энергоёмкости может быть достигнуто применением оптимальных конструктивных решений.

В конструкциях индивидуальных жилых домов нагрузки, создаваемые внешней средой, относительно невелики и имеют хорошо предсказуемый характер. В этих условиях целесообразным конструктивным решением вертикальных несущих конструкций каркаса является труботетон.

Общезвестна практика применения в строительных конструкциях, работающих преимущественно на сжатие конструктивных элементов, состоящих из стальных труб, заполненных бетоном. С момента первого упоминания о таких строительных конструкциях (1930-е гг.) было выполнено множество исследований работы данного типа конструктивных элементов, которые позволили сделать ряд научных открытий, среди

которых выделяют явление увеличения прочности бетона в трубе и отрицательную усадку [1, 2].

На основании анализа множества ранее выполненных опытов [3, 4] следует выделить следующие основные особенности напряженно-деформированного состояния труботетонных конструкций:

- бетонное ядро находится в условиях объемного сжатия;

- оболочка работает в условиях сложного напряженного состояния «сжатие-растяжение-сжатие»;

- величина бокового давления бетонного ядра на оболочку  $\sigma_{br}$  в незначительной степени зависит от соотношения коэффициентов поперечных деформаций бетона и оболочки из-за малости упругости оболочки по сравнению с упругостью бетона.

- совместная работа бетонного ядра и оболочки продолжается вплоть до стадии разрушения труботетонной конструкции;

- направление геометрических осей симметрии сжатых труботетонных элементов совпадает с направлениями нормалей главных площадок;

- распределение продольных деформаций по поперечному сечению труботетонных конструкций при внецентренном сжатии свидетельствует о возможности использования гипотезы плоских сечений.

Среди других достоинств труботетонных конструкций следует отметить экономичность (меньший вес, меньшие трудозатраты, меньшая по сравнению с бетонными конструкциями стоимость), повышенную изгибную жесткость [5]. К недостаткам следует отнести малую исследованность работы конструкции при внецентренном сжатии, ползучести и усадки бетона в трубе, из-

менение контролируемых показателей конструкции во времени. Также к недостаткам следует отнести большой разброс контролируемых параметров при ручном уплотнении бетонной смеси. Однако, как показали, проведенные в последние годы исследования [6, 7, 8], вместо ожидаемой усадки бетона в трубе происходит его набухание, что, несомненно, положительно сказывается на работе бетона.

Кроме того, следует отметить, что применение незащищенного металла в условиях высокой влажности, либо агрессивной среды затрудняет эксплуатацию строительных конструкций из трубобетона [9, 10]. Толщину трубы, с учетом ее уменьшения во времени, проектируют в запас, что снижает экономический эффект от применения данного типа строительных конструкций.

Кроме того, значительны затраты на постоянный ремонт защитного покрытия трубы.

Основываясь на вышесказанном, а также предположив, что применение стальной трубы при малых нагрузках нецелесообразно, авторами было предложено использование в качестве оболочки пластмассовой (полимерной) трубы и рассмотрены в дальнейшем фактические условия работы и параметров напряженно-деформированного состояния предлагаемой конструкции – пластикотрубобетона (ПТБ) [11, 12, 13].

На основании проведенных экспериментов авторами была разработана индустриальная каркасная конструктивная система малоэтажных домов со стеновым ограждением, выполненным с применением ПТБ.

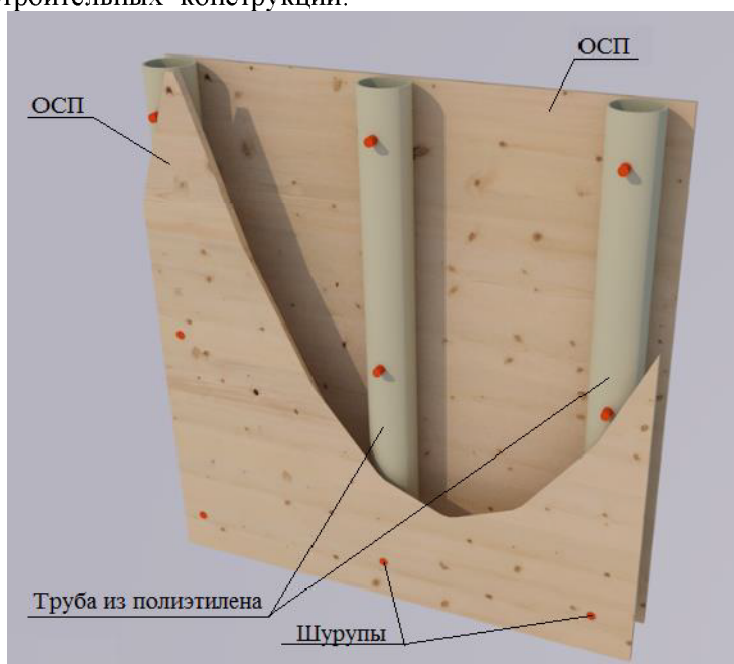


Рис. 1. Состав стеновой панели (несъемной опалубки) заводского изготовления

В качестве оболочки ПТБ авторами предлагается использовать полиэтилен или поливинилхлорид [14], которые наиболее широко представлены на рынке труб диаметром более 100 мм.

К достоинствам вышеупомянутых полимеров следует отнести:

- универсальную химическую и коррозионную стойкость;
- прочность и эластичность;
- легкость окрашивания;
- более низкую теплопроводность по сравнению с металлами.

К недостаткам относятся:

- снижение прочности при нагревании;
- горючесть;
- старение под действием ультрафиолетовых лучей;
- большой (в 8 раз больше, чем у стали) коэффициент температурного расширения.

Предлагаемое стеновое ограждение здания, включает наружный и внутренний слой, выполненные из ориентированно-стружечной плиты (ОСП), между которыми расположен самонесущий слой утеплителя – легкий бетон, разделенный несущими сборно-монолитными ПТБ колоннами (рис. 3).

В качестве легкого бетона предлагается использовать монолитный пенобетон.

Изготовление стеновой панели начинается с соединения в горизонтальном положении между собой двух листов ОСП и полимерных труб, расположенных с постоянным шагом (рис. 1). Соединение осуществляется на шурупы через прокладки, отстоящие ОСП панель от полиэтиленовой трубы.

При изготовлении стеновых панелей в заводских условиях возможно нанесение внутреннего штукатурного слоя.

Готовый комплект стеновых панелей устанавливается в проектное положение (рис. 2) на готовый фундамент. Установка стеновых панелей осуществляется на предусмотренные в фундаменте выпуски арматуры, которые укладываются в каждую полимерную трубу.

Фундаментом может служить фундаментная плита, ленточный фундамент (ростверк) или рамный фундамент.

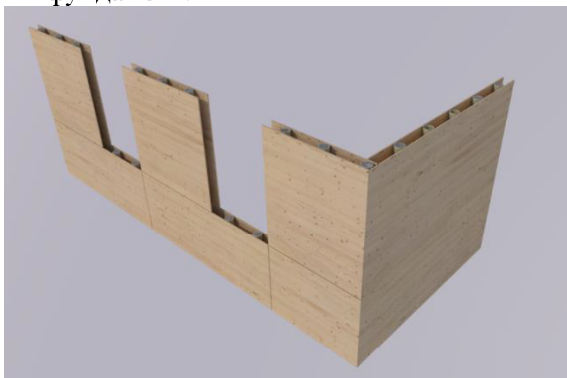


Рис. 2. Фрагмент стены, готовой к укладке бетона в несъемную опалубку

При монтаже стеновых панелей друг на друга соблюдается соосность полимерных труб верхнего и нижнего ряда. Соединение панелей между собой осуществляется путем стыка полимерных труб друг с другом через раструб или муфту.

После завершения монтажа комплекта стеновых панелей всего этажа жилого дома производится заполнение полимерных труб тяжелым бетоном. Пространство между ПТБ заполняется легким бетоном.

Поверх готового стенового ограждения устраивается монолитный железобетонный пояс, опирающийся на ПТБ колонны и служащий для восприятия нагрузок от вышележащего перекрытия или крыши и передачи их на ПТБ колонны.

Следует отметить, что предлагаемая конструктивная система подразумевает наличие перечня типоразмеров стеновых панелей заводского изготовления, отличающихся друг от друга:

- местом положения (цокольная, простеночная, надоконная);
- длиной;
- высотой;
- толщиной внешнего и внутреннего слоев ОСП;
- наличием внутреннего штукатурного и внешнего отделочного слоев.

Благодаря небольшим габаритным размерам и незначительному весу для монтажа конструкций не нужна специальная строительная техника [15]. Размеры панелей привязаны к размерности ОСП, либо производным от них.

Необходимое количество этажей и величины пролетов обеспечиваются подбором диаметра и армирования ПТБ колонн.

На основании вышеизложенного следует сделать вывод о том, что предлагаемая каркасная конструктивная система с применением ПТБ в стеновом ограждении позволяет возводить малоэтажные дома, отвечающие всем стандартам качества, экологичности, энергоэффективности и экономичности. Индустриальное изготовление стеновых панелей позволит исключить дефекты их изготовления, а также существенно снизить сроки возведения здания.

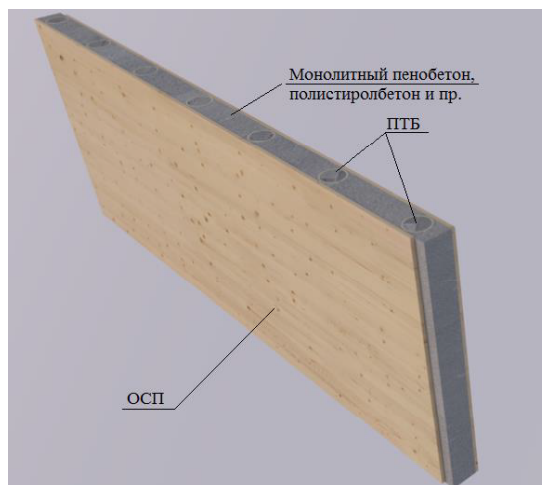


Рис. 3. Готовое стеновое ограждение

Дальнейшее совершенствование предложенной конструктивной системы с применением ПТБ стеновых панелей может идти по пути упрощения процесса монтажа за счет:

- полной заводской подготовки стеновых панелей;
- качества их изготовления (не требуется подгонка по месту);
- создания базовой номенклатуры стеновых панелей;
- отработки технологии монтажа;
- детальной разработки всех этапов монтажных работ.

*\*Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долженко А.А. Усадка бетона в трубчатой обойме // Бетон и железобетон. 1960. №8.
2. Лопатто А.Э. Про властивості бетону, тверднучого у замкненій обоймі // Будівельні матеріали і конструкції. 1964. №4.
3. Кикин А.И., Санжаровский Р.С., Труваль В.А. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном. М.: Изд-во Стройиздат,

1974, 144 с.

4. Лукша Л.К. Прочность трубобетона. Минск: Изд. Высшая школа, 1977, 95 с.

5. Санжаровский Р.С. Теория и расчет прочности и устойчивости элементов конструкций из стальных труб, заполненных бетоном: дис. ... д-ра техн. наук. СПб. 1977. 453 с.

6. Серых И.Р., Чернышева Е.В. Сталебетон в современном строительстве // Научно-технические технологии и инновации. Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, XXI научные чтения. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 112–115.

7. Катаев В.А. Теоретическое исследование и расчет трубобетонных стержней // Бетон и железобетон. 1993. №2. С. 26–28.

8. Несветаев Г.В., Резван И.В. Оценка Прочности Трубобетона // Фундаментальные исследования. 2011. № 12-3. С. 580–583.

9. Schneider S.P. Axially Loaded Concrete-Filled Steel Tubes // Journal of Structural Engineering. 1998. Vol. 124. №. 10. Pp. 1125–1138.

10. Shosuke Morino, Keigo Tsuda. Design and Construction of Concrete-Filled Steel Tube Column System in Japan // Earthquake Engineering and Engineering Seismology. 2002. Vol. 4. №. 1. Pp. 51–73.

11. Dolzhenko A., Naumov A., Shevchenko A., Kara K. Experimental Study of Actual Operation of Plastic Tube Concrete Constructions // Advances in Engineering Research. 2017. Vol. 133. Pp. 175–180.

12. Шевченко А.В., Наумов А.Е., Долженко А.В. Эффективные трубобетонные конструкции для индивидуального жилищного строительства // Экономика, наука, производство: Сборник научных трудов №28. М.: Изд-во «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», 2015. С. 40–42.

13. Шевченко А.В., Долженко А.В., Наумов А.Е. Исследование прочности трубобетона в пластмассовых трубах на центральное сжатие // Актуальные вопросы образования и науки: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Часть 4. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания ЮКОМ», 2015, С. 172–175.

14. Технические трубы ПНД [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://www.gidroplast.ru/dictionary-truby/tekhnicheskie\\_truby\\_pnd](http://www.gidroplast.ru/dictionary-truby/tekhnicheskie_truby_pnd).

15. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А. Технология возведения зданий и сооружений – Высшая школа, 2004. 225 с.

#### Информация об авторах

**Долженко Александр Валериевич**, старший преподаватель кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

E-mail: da7182@mail.ru.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Наумов Андрей Евгеньевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры экспертизы и управления недвижимостью

E-mail: andrena@mail.ru .

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

---

Поступила в августе 2017 г.

© Долженко А.В., Наумов А.Е., 2017

---

**Dolzhenko A.V., Naumov A.E.**

### **EFFECTIVE TECHNOLOGIES OF THE PRECAST-MONOLITHIC PANEL IN RESIDENTIAL HOUSING**

*The article considers the experimental framework structure system of low-rise residential houses with the use of precast-monolithic wall plastic tube concrete panels with load-bearing elements. The authors propose a technology for manufacturing walls construction that includes the stage of industrial manufacturing of non-removable formworks made of polymer pipes and oriented strand boards, and the stage of formwork assembling and in-situ concreting.*

**Keywords:** *plastic-tube concrete, tube concrete, fixed formwork, frame house constructing, lightweight concrete.*

---

*Information about the authors*

**Dolzhenko Alexander Valeryevich**, Senior lecturer.

E-mail: da7182@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Naumov Andrey Evgenyevich**, PhD, Assistant professor.

E-mail: andrena@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received in August 2017*

© Dolzhenko A.V., Naumov A.E., 2017