

## Несъёмная строительная опалубка на основе текстильных материалов

*Бакалавр К.А. Чернова;  
бакалавр Н.В. Параничева\*,  
ГОУ Череповецкий государственный университет*

Неудовлетворительное состояние жилищного фонда России является одной из главных социально-экономических проблем страны. Здесь не только нехватка жилья, но и нехватка зданий социального значения (детские сады, школы, больницы и т.д.), и это вызвано, прежде всего, высокой стоимостью зданий. На данный момент только небольшая часть семей в состоянии купить жилье самостоятельно или по ипотеке, однако даже этот спрос превышает предложение, что приводит к постоянному росту цен. Также причиной дороговизны зданий является несовершенство известных строительных материалов, способов монтажа зданий, которые имеют высокие материалоемкость и трудоемкость.

Для решения задач снижения себестоимости, сокращения сроков монтажа и увеличения срока службы конструкций создаются новые технологии возведения зданий, предлагаются способы быстрого строительства с использованием видов несъемной опалубки.

Одним из её видов является текстбетон.

Текстбетон – это искусственный камень строительного назначения, содержащий на внешней поверхности армирующую мелкосетчатую оболочку с многофункциональными свойствами, образованную переплетёнными нитями жизнестойкого несъёмного опалубочного текстильного материала, адгезированного вяжущим веществом. На рис. 1 представлена фотография макета текстопалубки.



**Рисунок 1. Макет текстопалубки 5000\*4000\*300 мм**

Строительные конструкции (стены, перегородки, перекрытия, крыши, элементы благоустройства территории) изготавливаются не традиционными методами, а с использованием текстильных материалов и швейных технологий. Создание зданий нового поколения и инновационного строительного материала «текстбетон» стало возможным благодаря изобретению текстильной несъемной строительной опалубки, которое подтверждено двумя патентами РФ № 2323308 от 27.04.2008 г. и №2380497 от 27.04.2010 г. [1]. Инновационной строительной технологии по производству и монтажу текстбетонных зданий нового поколения присвоен бренд TextStone. TextStone основывается на использовании комплекса фундаментальных изобретений прикладного значения, относящихся к области строительства, в том числе, конструкций несъёмных строительных опалубок, которым присвоена идентификационная классификация «текстопалубка». Технология текстбетона находится на стадии разработки с последующим её внедрением в малоэтажное строительство.

Принципиальное отличие текстбетонных конструкций от железобетонных и всех известных строительных материалов заключается в том, что вся внешняя поверхность затвердевших вяжущих веществ оказывается защищённой прочными, жизнестойкими и недорогими несъёмными опалубочными текстильными материалами (НОТМ).

Несъёмные опалубочные текстильные материалы следует изготавливать из минеральных и лубяных нитей с рельефным переплетением, что обеспечивает увеличение поверхности соприкосновения с бетоном и образование высокопрочных адгезионных связей. Минеральные (базальтовые, кремнезёмные и пр.) и лубяные (льняные, пеньковые, джутовые и пр.) нити обладают дешёвизной, прочностью, жизнестойкостью и долговечностью, а также комплексом энергосберегающих, огнестойких, санитарно-экологических и дизайнерских преимущественных характеристик.

Ивановской Государственной Текстильной Академией были проведены исследования НОТМ из базальтовых нитей. По данным из протокола исследований следует, что материал обладает относительно высокой удельной прочностью волокон на разрыв, имеет высокие термо- и звукоизоляционные характеристики. В таблице 1 представлены данные по удельной прочности непрерывных базальтовых волокон на разрыв.

Чернова К.А., Параничева Н.В. Несъёмная строительная опалубка на основе текстильных материалов

**Таблица 1. Удельная прочность непрерывных базальтовых волокон на разрыв**

Диаметр элементарных волокон, микрон	5.0	6.0	8.0	9.0	11.0
Удельная прочность элементарных волокон на разрыв, кг/мм <sup>2</sup>	215	210	208	214	205

Для изготовления текстильных оболочек разработан НОТМ, сотканный по технологии изготовления «суровой четырехслойной кирзы со сложным полотняным переплетением базальтовых и льняных нитей», обладающий при ширине ленты ткани 5 см, длине 20 см, толщине 3 мм прочностью на разрыв 100 кгс.

**Таблица 2. Теплопроводность материалов из супертонкого базальтового волокна с диаметром элементарных волокон 1 - 3 мкм**

Удельная плотность материала, кг/м <sup>3</sup>	20	30	60	80	100	120	140
<b>Коэффициент теплопроводности ккал/м · ч · °С</b>							
Перепад температуры 50°С	0.0405	0.0375	0.0345	0.0340	0.0360	0.0380	0.041

Сравнение различных видов волокон, используемых в композиционных материалах, показал, что базальтовые волокна занимают промежуточное положение между стекловолокнами и углеродными волокнами (табл. 3).

**Таблица 3. Сравнительные характеристики волокон**

Свойства	Базальтовые волокна	Стекловолокна	Углеволлокна	Армидные волокна
Прочность на растяжение, МПа	3000 ~ 4840	3100 ~ 3800	3500 ~ 6000	2900~ 3400
Модуль упругости, ГПа	79.3 ~ 93.1	72.5 ~ 75.5	230 ~ 600	70 ~ 140
Деформация удлинения, %	3.1	4.7	1.5~2.0	2.8 ~ 3.6
Диаметр волокна, мм	6 ~ 21	6 ~ 21	5 ~ 15	6 ~ 15
Температура применения, С°	-260 ~ +500	-50 ~ +380	-50 ~ +700	-50 ~ +290

**Рисунок 2. Конструкция тканевой несъемной опалубки, заполненной бетоном**

Текстбетон имеет двойную конструкцию (рис. 2). В пазы оболочки текстопалубки вставляются ребра жесткости - деревянные доски 4000×150×50 мм. На концах досок отверстия 55 мм, в которые вставляются стальные трубы диаметром 45 мм с резьбой на концах для растягивающих гаек. В трубах высверливаются отверстия диаметром 12 мм через 250 мм для подачи легкого бетона, т.е. они используются в качестве трубопроводной системы для бетонирования.

Изготовление оболочки из льняных материалов позволяет использовать её в качестве внутреннего отделочного материала, сократив или вообще исключив затраты на отделочные работы.

По сравнению с другими типами конструкций текстбетон имеет следующие технико-экономические, эксплуатационные и санитарно-экологические преимущества.

**Технико-экономические преимущества.** Высокая технологичность изготовления и монтажа обеспечивает короткие сроки строительства – от 3 до 10 дней. Компактная упаковка и малый вес текстоболочек минимизируют транспортные расходы и расходы на монтаж. Возведение здания не требует использования тяжелой строительной техники, устройства дорогостоящих заглубленных фундаментов. Такая технология предусматривает удобство прокладки инженерных сетей: кабели, вентиляционные воздуховоды, трубы водоснабжения и водоотведения. Двойная конструкция опалубки, заполненная легким бетоном, обеспечивает высокую морозоустойчивость. Данная опалубка обеспечивает минимально возможные объемы отделочных, кровельных, теплоизоляционных, шумоизоляционных, половых работ. Базальтовые, льняные ткани, из которых сшиты оболочки конструкций, выполняют функцию прочных отделочных материалов.

**Эксплуатационные преимущества.** Текстбетон – долговечная прочная монолитная конструкция. Она обеспечивает высокую жизнестойкость, устойчивость к землетрясениям, ураганым ветрам, солнечному зною,

морозам, является самонесущей. Поскольку оболочки заполняют весьма подвижными легкобетонными смесями, которые обладают низкой теплопроводностью, а теплопроводность текстильных материалов из базальтовых нитей в 2,5 раза ниже, чем у асбеста, то это обеспечивает низкие потери тепла зданиям из текбетона, соответственно преимущественные энергосберегающие характеристики.

**Санитарно-экологические преимущества.** Текбетон – экологически чистый материал, отвечающий всем санитарным требованиям. Данная конструкция «дышит», в ней отсутствуют вспененные полимеры, вредные для организма, при её горении не происходит выделения вредных веществ, образующих атомные хлоры. Благодаря бактерицидным свойствам льняных тканей в помещении создается уникальный микроклимат. Материал обеспечивает устойчивость к ультрафиолетовому излучению, биологическому и химическому загрязнению, здания из него защищены от проникновения радиации благодаря базальтовым тканям.

Основные этапы строительства текбетонных зданий включают в себя следующие операции:

- 1) изготовление текстопалубок на швейном производстве;
- 2) выравнивание площадки и устройство насыпного грунта;
- 3) доставка опалубок в свернутом виде на стройплощадку;
- 4) раскладка в развертку составных конструкций здания (конструкции фундамента к конструкциям стен, к ним конструкции крыши и т.д.);
- 5) соединение и растягивание тканевых оболочек опалубок с помощью прочного стального трубного каркаса и гаек;
- 6) сбор конструкции здания;
- 7) прокладка в полых оболочках коммуникационных сетей;
- 8) растягивание тканевых оболочек с помощью хомутов;
- 9) заполнение оболочек от миксера по шлангу весьма подвижными легкобетонными смесями;
- 10) герметизация стыков конструкции;
- 11) затвердевание легкого бетона;
- 12) образование прочного монолитного здания;
- 13) установка дверных и оконных блоков.

Комплект текстопалубок, необходимый для строительства малоэтажного здания, доставляется на место строительства в свернутом виде, что позволяет минимизировать транспортно-складские издержки.

Из лёгковесных текстопалубок оперативно собирается не заглубляемый в грунт пустотелый каркас «плавающего» фундамента здания. К каркасу фундамента шарнирными соединениями, с использованием труб и фитингов, которые просовываются в отверстия ребер жесткости текстопалубок, пристыковываются текстопалубки стен и перегородок, и, аналогично, текстопалубки перекрытий и мансардного этажа, образующие лежащую на грунте развёртку всех конструктивных элементов здания.

Сборка еще не заполненных бетоном оболочек напоминает сборку развертки картонной коробки, выполняемую последовательно (рис. 3). Предлагаемая оболочка обеспечивает возможность применения различных архитектурных решений в зависимости от её раскроя.

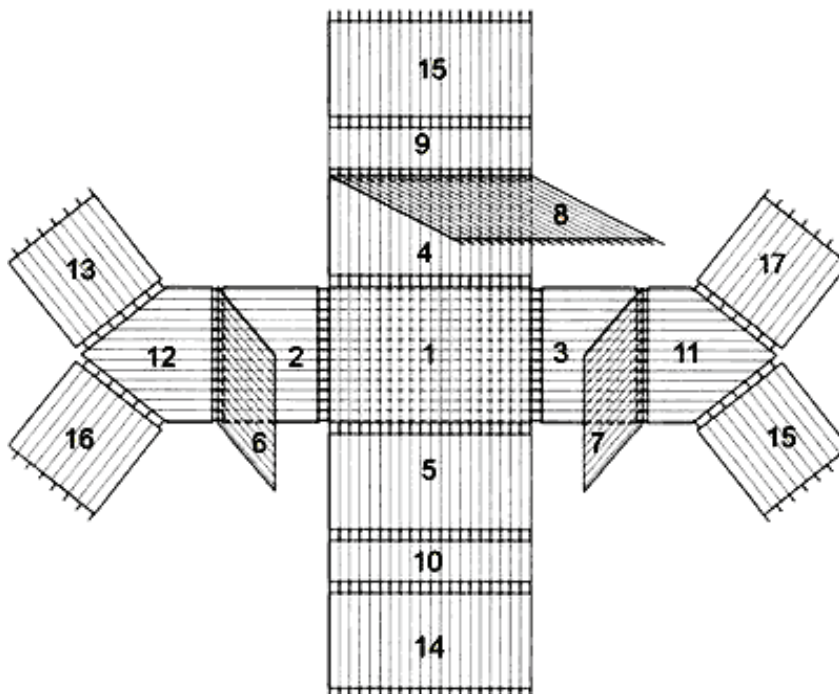
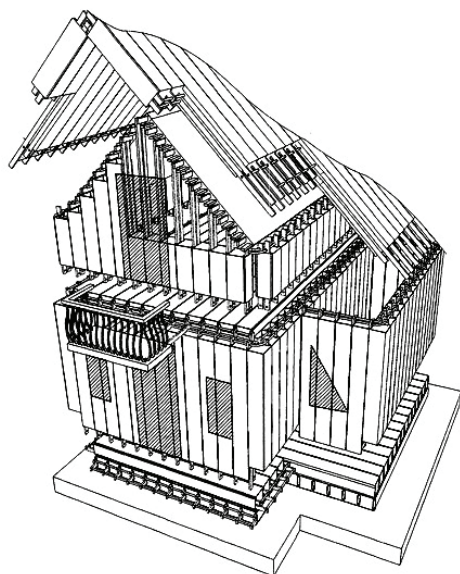


Рисунок 3. Развертка и последовательность сборки конструкции на примере жилого дома с мансардным этажом

Собранная из текстопалубок легковесная развёртка конструкции здания без использования дорогостоящей техники, за счёт подвижных и прочных шарнирных соединений поднимается в вертикальное положение, растягивается и крепится трубными фитингами. При этом образуется каркас здания (рис. 4).



**Рисунок 4. Каркас здания, собранный из текстильных несъёмных опалубок здания, не заполненных бетоном**



**Рисунок 5. Макет пустотелого каркаса одноэтажного здания с мансардным этажом площадью 80м<sup>2</sup>**

К трубам шарнирных соединений подсоединяются трубные выпуски, которые выводятся под текстопалубку под отсыпку здания. Таким образом, создаётся трубная система для заполнения пустотелого каркаса здания легкобетонными смесями. В смонтированном каркасе здания прокладываются все инженерные сети, устанавливаются оконные и дверные блоки. После полной сборки конструкции тканевые выпуски обшиваются портативными мешкосшивальными машинками или степлером. Далее крепятся плинтусы, карнизы и внешние накладные элементы, которые дополнительно повышают прочность герметизирующих швов. Макет одноэтажного дома с мансардным этажом представлен на рис. 5.

Затем, на строительную площадку подгоняется мобильный растворный узел со шлангами, которые подключаются к трубным выпускам трубной системы каркаса здания и по ним подаётся раствор легкобетонной смеси.

Через небольшие отверстия в трубах лёгкое вяжущее вещество заполняет сообщающиеся оболочки текстопалубки. Прочностные характеристики НОТМ позволяют надёжно удерживать раствор бетона и при этом пропускать воздух во время операции бетонирования (это свойства пенькового волокна).

Благодаря таким физико-механическим, эксплуатационным и санитарно-экологическим характеристикам конструкции, продолжительному сроку службы и сокращенным срокам монтажа текстбетон имеет большую дальнейшую перспективу развития и применения в будущем. Высокое техническое совершенство текстопалубки, текстбетонных и методики бетонирования позволяет архитекторам создавать более совершенные конструкции зданий и даже новые архитектурные стили.

Однако для внедрения текстбетонных зданий необходимо проработать вопросы технологического порядка:

- выполнить подбор составов легких бетонов, отвечающих нормативным требованиям по прочности, теплопроводности и морозостойкости;
- проработать систему подачи бетонных смесей, то есть обеспечение полного заполнения объема опалубки.

#### Литература

1. Описание изобретения к патенту № 2323308 (2008.04.27) Несъемная строительная опалубка и № 2380497 (2010.01.27) Лобаев Н.В.
2. ГОСТ Р 52085-2003. Опалубка. Общие технические условия / Госстрой РФ. М., 2003.
3. Бадьин Г. М., Колиев О. С. Системы несъемной опалубки // СтройПРОФиль. 2009. №3.
4. Мацкевич А. Ф. Несъемная опалубка монолитных железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1986. 95 с.
5. Шилин А. А. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами / А.А. Шилин, В. А. Пшеничный, Д. В. Картузов. М.: Стройиздат, 2007. 184 с.

\* Наталья Владимировна Параничева, г. Череповец  
Тел. моб.: +7(921)250-23-03; эл. почта: [natashasunny@yandex.ru](mailto:natashasunny@yandex.ru)