

УДК 625.877:69.01

**АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА КОНСТРУКЦИЙ
ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ИЗ НЕСЪЕМНОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОПАЛУБКИ
НА ОСНОВЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**DECISION ANALYSIS ON THE TECHNOLOGY OF MOUNTING STRUCTURES
FOR LOW-RISE CONSTRUCTION
OF A FIXED CONSTRUCTION FORMWORK
ON THE BASIS OF TEXTILE MATERIALS**

Р.М. АЛОЯН, К.В. СТРОКИН, А.Б. ПЕТРУХИН, С.В. ФЕОФАНОВ
R.M. ALOYAN, K.V. STROKIN, A.B. PETRUKHIN, S.V. FEOFANOV

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnic University)
E-mail: strokin07@rambler.ru

В статье представлены результаты анализа достоинств применения ресурсо- и энергосберегающей технологии применения несъемной опалубки на основе текстильных материалов в строительстве. Обоснована техническая возможность и экономическая целесообразность расширения сферы применения технологии TextStone.

The article presents the results of the analysis of the merits of the application of resource-saving technologies of use of permanent formwork on the basis of textile materials in construction. Justified technical and economical feasibility of expanding the use of technology TextStone.

Ключевые слова: текстильные материалы, химические текстильные волокна, текстбетон, текстопалубка, технология TextStone, строительство, ресурсо- и энергосбережение.

Keywords: textile materials, chemical fiber textile, textbutton, textually, technology TextStone, construction, resource and energy saving.

В России и в других странах мира остро стоит проблема высокой стоимости жилья. Основной причиной указанной проблемы является несовершенство строительных материалов и способов монтажа зданий, которые имеют высокие материа-

лоемкость, трудоемкость и низкое качество. Для решения задач снижения себестоимости строительства, сокращения сроков монтажа и увеличения срока службы конструкций создаются все новые технологии возведения зданий [5...7], [9], [10].

Предлагаются способы быстрого строительства с использованием видов несъемной опалубки.

Несъемная опалубка – блоки или панели из различных материалов, которые монтируются в единую опалубочную конструкцию, – форму для укладки монолитного железобетона. Ускоряет и упрощает строительство за счет объединения нескольких операций в одном технологическом цикле (несущая стена с нужным сопротивлением теплопередаче возводится за один технологический цикл). Несъемная опалубка после схватывания в ней бетона становится функциональной частью конструкции готовой стены. Технология строительства с несъемной опалубкой позволяет строить абсолютно любые объекты: жилые, общественные, специального назначения [4], [8], [12].

На сегодняшний день эта технология превосходит все известные способы строительства по теплозащите, звукоизоляции, комфортности, простоте, долговечности, скорости и стоимости строительства. Способ возведения стен с использованием несъемной опалубки представляет собой гибрид двух технологий монолитного домостроения и возведения стен из пустотных блоков [11], [12].

Одной из ее разновидностей является текстбетон. Текстбетон (TextStone) – это "текстильный камень", содержащий вяжущее вещество с армированной прочной текстильной оболочкой. Инновационной строительной технологии по производству и монтажу текстбетонных зданий нового поколения присвоен бренд TextStone. Технология TextStone разработана с применением трех групп изобретений строительного назначения: текстопалубка, способ монтажа зданий и сооружений из несъемных текстопалубок, инновационный строительный материал текстбетон. Данные изобретения по инновационной текстильной несъемной строительной опалубке принадлежат Лобаеву Н.В. [3], что подтверждено соответствующими патентами [1], [2]. Изобретение способа монтажа монолитных текстбетонных зданий и сооружений нового поколения разрабатывается

для жилищно-гражданского, промышленного, транспортного, гидротехнического и сельскохозяйственного назначения, а также более легких и прочных корпусов автотранспортной техники, речных и морских судов, дирижаблей, самолетов, вертолетов, космических станций.

Способ монтажа текстбетонных зданий и сооружений заключается в сборке из комплекта текстопалубок пустотелого каркаса монтируемой строительной конструкции, содержащей оконные и дверные блоки и все системы инженерного жизнеобеспечения, которая непрерывно заполняется раствором вяжущего вещества и уже после его твердения, сопровождающегося образованием прочных адгезионных связей, становится готовой к сдаче в эксплуатацию.

Все существующие компьютерные программы проектирования, как и методики расчета прочностных характеристик известных строительных конструкций из дерева, камня, кирпича, бетона, железобетона, металлов, пластмасс и их комбинаций, неприемлемы для проектирования и расчета прочностных характеристик и текстбетонных зданий и сооружений.

Поэтому существует необходимость разработки специальной компьютерной программы для проектирования текстбетонных зданий и сооружений, связанная с применением текстопалубок для сборки пустотелых герметичных каркасов их строительных конструкций, которые заполняются раствором вяжущего вещества в процессе осуществления способа монтажа. Также необходимость разработки и применения специальной теории расчета прочностных характеристик текстбетонных строительных конструкций объясняется содержанием у текстбетона преднапряженной армирующей текстильной оболочки, воспринимающей испытываемые нагрузки на растяжение и сжатие, что отсутствует у известных строительных материалов.

Текстбетон – это искусственный камень строительного назначения, содержащий на внешней поверхности армирующую мелкосетчатую оболочку с мно-

гофункциональными свойствами, образованную переплетенными нитями жизнестойкого несъемного опалубочного текстильного материала, адгезированного вяжущим веществом.

Принципиальное отличие текстбетон от железобетон и всех известных строительных материалов заключается в том, что вся внешняя поверхность затвердевших вяжущих веществ оказывается защищенной прочными, жизнестойкими и недорогими несъемными опалубочными текстильными материалами (сокращенное название НОТМ). НОТМ могут изготавливаться из разнообразной пряжи, которая может содержать известные минеральные, лубяные, химические, углеродные, смесовые и прочие волокна. Для изготовления НОТМ применяются минеральные (базальтовые, кремнеземные и пр.) и лубяные (льняные, пеньковые, джутовые и пр.) нити, которые обладают дешевизной, прочностью, жизнестойкостью и долговечностью, а также комплексом энергосберегающих, огнестойких, санитарно-экологических и дизайнерских преимущественных характеристик. В случае текстбетонных зданий жилого назначения для изготовления НОТМ следует применять базальтовую и льняную пряжу, что обеспечивает возводимым строительным конструкциям сочетание свойств камня и дерева и, следовательно, безупречные санитарно-гигиенические и экологические свойства, высокую огнестойкость, прочность и долговечность. Минеральное волокно изготавливается из кремниевых и базальтовых пород в серийных печах, и для производства минеральной пряжи используется серийное текстильное оборудование, которое сматывает минеральную пряжу на катушки весом 9 кг. Лубяное волокно производят за счет переработки лубяных растениеводческих культур (льна, конопли, джута, кенафа и пр.). На серийном текстильном оборудовании производится лубяная пряжа.

Химические текстильные волокна производят за счет полимеризации углеводородного сырья. Прочность НОТМ на разрыв составляет 100 кгс, то есть не уступает

прочности стали и превосходит ее по жизнестойкости, огнестойкости и энергосберегающим характеристикам (теплопроводность в 2,5 раза ниже, чем у асбеста – 0,16 Вт/м³).

Конструкция текстопалубки состоит из оболочки, изготавливаемой из несъемных опалубочных текстильных материалов и арматуры. Конструкция оболочки текстопалубки содержит рукава, припуска и может состоять из двух сборных частей. Конструкция текстопалубки содержит арматуру. Арматура подразделяется на ребра жесткости с монтажными отверстиями (полые трубы квадратного сечения 100×100×3 мм, ГОСТ Р 54157–2010), которые устанавливаются в рукава оболочки текстопалубки, и дополнительную составную арматуру (полая труба бесшовная горячедеформированная $d = 42$ мм, ГОСТ 8731–74), которая устанавливается в монтажные отверстия на ребрах жесткости. Рукава текстильных оболочек опалубки обеспечивают надежное крепление ребер жесткости к самой оболочке текстопалубки. Дополнительная составная арматура, установленная в монтажные отверстия рукавов с ребрами жесткости, надежно крепится к оболочке текстопалубки с помощью системы фитингов (гаек, шайб, металлических корпусов).

В зависимости от способа сборки конструкция текстопалубки может быть многоуровневой и одноуровневой. Текстопалубки могут соединяться между собой путем установки дополнительной составной арматуры в совмещенные монтажные отверстия рукавов оболочки с ребрами жесткости двух или большего числа текстопалубок, образуя таким образом высокопрочные шарнирные узлы. Полая металлическая труба круглого сечения проходит через ребра жесткости металлических полых труб квадратного сечения, тем самым образуя шарнирное соединение. Текстопалубки стен соединяются при помощи полной металлической трубы круглого сечения $d = 42$ мм, которая проходит через общее для двух стен ребро жесткости (корпус) – металлическую полую трубу квадратного сечения 100×100 мм.

Полая металлическая труба круглого сечения проходит через ребра жесткости металлических полых труб квадратного сечения, тем самым образуя соединение. В состав работ на монтаж каркаса текстобетонного здания по инновационной технологии TextStone входят следующие мероприятия.

1. Планировка площадки.
2. Снятие растительного слоя (0,5 м).
3. Засыпка песком-щебнем (0,3 м).
4. Раскладка в развертку несъемных опалубок из текстильных материалов.
5. Сборка и соединение несъемных опалубок из текстильных материалов для фундаментной плиты.
6. Сборка и соединение несъемных опалубок фундамента и стен 1-го этажа за счет шарнирных соединений.
7. Сборка и соединение несъемных опалубок стен 1-го этажа с опалубками перекрытия 1-го этажа, стенами 2-го этажа за счет шарнирных соединений.
8. Сборка и соединение несъемных опалубок стен 2-го этажа и кровли за счет шарнирных соединений.
9. Прокладка инженерных сетей по всем опалубкам (осуществляется параллельно с монтажом текстопалубок).
10. Соединение трубных выпусков, которые выводятся под текстопалубки под отмокту здания.
11. Подъем конструкций здания из развертки в вертикальное положение за счет использование крана с минимальной грузоподъемностью и вылетом стрелы для данного объекта 2-этажного дома с площадью 200 м². Собранные текстопалубки в развертке, соединенные между собой шарнирными соединениями, поднимаются без использования дорогостоящей техники за счет подвижных и прочных шарнирных соединений в вертикальное положение, растягиваются и крепятся трубными фитингами.
12. После полной сборки и поднятия конструкции здания тканевые выпуски оболочек прошиваются портативными мешкосшивальными машинками и степлером, прошиваются оконные и дверные проемы.

13. Крепление плинтусов, карнизов и внешних накладных элементов.

В начале строительства комплект текстопалубок, необходимый для строительства малоэтажного здания, доставляется на место строительства в свернутом виде, что позволяет минимизировать транспортно-складские издержки. Из легковесных 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 развертку всех конструктивных элементов здания.

Сборка еще не заполненных бетоном оболочек напоминает сборку развертки картонной коробки, выполняемую последовательно. Предлагаемая оболочка обеспечивает возможность применения различных архитектурных решений в зависимости от ее раскроя. Собранные из текстопалубок легковесная развертка конструкций здания без использования дорогостоящей техники за счет подвижных и прочных шарнирных соединений поднимается в вертикальное положение, растягивается и крепится трубными фитингами. При этом образуется каркас. К трубам шарнирных соединений подсоединяются трубные выпуски, которые выводятся под текстопалубки под отмокту здания. Таким образом, создается трубная система для заполнения пустотелого каркаса здания вяжущим веществом. В смонтированном каркасе здания прокладываются все инженерные сети, устанавливаются оконные и дверные блоки.

После полной сборки конструкции тканевые выпуски оболочек прошиваются портативными мешкосшивальными машинками. Далее крепятся плинтусы, карнизы и внешние накладные элементы, которые дополнительно повышают прочность герметизирующих сшивных швов. Затем на строительную площадку подго-

няется мобильный растворный узел со шлангами, которые подключаются к трубным выпускам трубной системы каркаса здания, и по ним подается раствор легкого вяжущего вещества. Через небольшие отверстия в трубах легкое вяжущее вещество заполняет сообщающиеся оболочки текстопалубок. Прочностные характеристики НОТМ позволяют надежно удерживать раствор бетона и при этом пропускать воздух во время операции бетонирования (это свойства пенькового волокна).

Такое высокое техническое совершенство текстопалубок, текстбетонных и методики бетонирования позволяет архитекторам создавать более совершенные конструкции зданий и новые архитектурные стили, которые в настоящее время недоступны всем строительным материалам, используемым в современной строительной отрасли. Продолжительность работы монтажа одной текстопалубки 6×4 м составляет 2 часа. Модули текстопалубок, используемые для строительства текстбетонного здания площадью 192 м², имеют разные размеры (6×4 м, 4×4 м, 6×6 м), но основной размер 6×4 м (берется усредненное количество модулей – 34 шт). Значит, на монтаж всего дома требуется 34 шт. × 2 часа = 68 часов = 8,5 дней (принимая, что рабочие трудятся в одну смену 8 часов). Это доказывает, что с применением данной технологии мы сможем сократить сроки монтажа зданий.

По расчетам патентообладателя себестоимость 1 м² составляет 8 тыс. рублей, включая все основные инженерные системы в доме. Стоимость на продажу 1 м² планируется установить 10 тыс. рублей. При применении нового и совершенного строительного материала текстбетона стоимость малоэтажных текстбетонных зданий жилого назначения площадью 100 м², с учетом их эксплуатационной готовности, не будет превышать стоимости автомобиля среднего класса, а стоимость квартиры будет еще ниже. Таким образом, комфортное жилье перестанет быть предметом роскоши для населения с невысокими доходами.

Инновационная строительная технология TextStone позволяет не только повысить качество строительства, но и дает возможность снижения себестоимости зданий и сооружений, уменьшения эксплуатационных издержек, сокращения сроков монтажа и окупаемости зданий из текстбетонных. 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лобаев Н.В.* Описание изобретения к патенту № 2323308 (2008.04.27) "Несъемная строительная опалубка".
2. *Лобаев Н.В.* Описание изобретения к патенту № 2380497 (2010.01.27) "Несъемная строительная опалубка".
3. *Лобаев Н.В.* Изложение технико-экономического обоснования инновационного проекта "Создание научно-производственного объединения ТекстБетон с целью промышленного внедрения в мировую строительную отрасль группы изобретений по проектированию, производству и монтажу текстбетонных зданий и сооружений нового поколения жилищно-гражданского промышленного, транспортного, гидротехнического и сельскохозяйственного назначения, необходимых для застройки доступной и комфортной социально-экономической инфраструктуры, возводимой в соответствии с регламентами инновационной строительной технологии TextStone".
4. *Маркевич А.Ф.* Несъемная опалубка монолитных железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1986.
5. *Петрухин А.Б., Матрохин А.Ю., Карева Т.Ю., Гусев Б.Н.* Стратегия научно-методического и технического обеспечения выпуска тканей и изделий из натуральных и синтетических волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 6. С. 30...35.
6. *Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Опарина Л.А., Ставрова М.В.* Интегральный показатель энергоэффективности как основа организационного механизма строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. – 2012, № 3. С. 46...48.

7. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Опарина Л.А., Ставрова М.В. Функциональное моделирование как организационный инструмент проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. – 2012, № 2. С.2...5.

8. Системы несъемной опалубки // СтройПРО-Филь. – 2009, №3.

9. Строкин К.Б., Кудрявцева И.И. Современные тенденции развития рынка малоэтажного жилищного строительства в России // Ученые записки ФЭиУ. Вып.24 – Иваново: ИГАСУ, 2013.

10. Строкин К.Б., Кудрявцева И.И. Малоэтажное строительство, как основной момент решения жилищной проблемы в Ивановском регионе. Российские регионы в условиях перемен: исторический опыт и современность // Сб. тр. IV научн.-практ. конф. – Иваново, 2013.

11. Чернова К.А., Параничева Н.В. Несъемная опалубка на основе текстильных материалов // Инженерно-строительный журнал. – 2010, №4.

12. ГОСТ Р 52085–2003. Опалубка. Общие технические условия.

REFERENCES

1. Lobaev N.V. Opisaniye izobreteniya k patentu №2323308 (2008.04.27) "Nes"emnaya stroitel'naya opalubka".

2. Lobaev N.V. Opisaniye izobreteniya k patentu №2380497 (2010.01.27) "Nes"emnaya stroitel'naya opalubka".

3. Lobaev N.V. Izlozheniye tekhniko-jekonomicheskogo obosnovaniya innovacionnogo proekta "Sozdaniye nauchno-proizvodstvennogo ob"edineniya TekstBeton s cel'ju promyshlennogo vnedreniya v mirovuyu stroitel'nuju otrasl' gruppy izobreteniy po proektirovaniyu, proizvodstvu i montazhu tekstbetonnyh zdaniy i sooruzheniy novogo pokoleniya zhilishhno-grazhdanskogo promyshlennogo, transportnogo, gidrotehnicheskogo i sel'skohozjajstvennogo naznacheniya, neobhodimyyh dlja zastrojki dostupnoy i komfortnoy social'no-jekonomicheskoy infrastruktury, vozvodimoy v sootvetstviy s reglamentami

innovacionnoy stroitel'noj tehnologii TextStone".

4. Markevich A.F. Nes"emnaya opalubka monolitnyh zhelezobetonnyh konstrukcij. – M.: Strojizdat, 1986.

5. Petruhin A.B., Matrohin A.Ju., Kareva T.Ju., Gusev B.N. Strategiya nauchno-metodicheskogo i tehniceskogo obespecheniya vypuska tkaney i izdeliy iz natural'nyh i sinteticheskikh volokon // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 6. S. 30...35.

6. Petruhin A.B., Alojan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Integral'nyj pokazatel' jenergojefektivnosti kak osnova organizacionnogo mehanizma stroitel'stva i jekspluatacii jenergojefektivnyh zdaniy // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, № 3. S. 46...48.

7. Petruhin A.B., Alojan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Funkcional'noe modelirovaniye kak organizacionnyj instrument proektirovaniya, stroitel'stva i jekspluatacii jenergojefektivnyh zdaniy // Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, № 2. S. 2...5.

8. Sistemy nes"emnoj opalubki // StrojPROFIL'. – 2009, №3.

9. Strokin K.B., Kudrjavceva I.I. Sovremennyye tendencii razvitija rynka malojetazhnogo zhilishhnogo stroitel'stva v Rossii // Uchenyye zapiski FJeiU. Vyp.24 – Ivanovo: IGASU, 2013.

10. Strokin K.B., Kudrjavceva I.I. Malojetazhnoe stroitel'stvo, kak osnovnoj moment resheniya zhilishhnoj problemy v Ivanovskom regione. Rossijskie regiony v uslovijah peremen: istoricheskij opyt i sovremennost' // Sb. tr. IV nauchn.-prakt. konf. – Ivanovo, 2013.

11. Chernova K.A., Paranicheva N. V. Nes"emnaya opalubka na osnove tekstil'nyh materialov // Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. – 2010, №4.

12. GOST R 52085–2003. Opalubka. Obshhie tehnicheckie uslovija.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 02.02.15.