

УДК 693.9

**ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА КАРКАСНО-МОНОЛИТНЫХ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ ДОМОВ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ
УТЕПЛИТЕЛЕМ (ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫМ СЕРДЕЧНИКОМ)**

**TECHNOLOGY FRAME-MONOLITHIC CONSTRUCTION OF ENERGY-EFFICIENT
LOW-RISE BUILDINGS WITH INTERMEDIATE INSULATION
(POLYSTYRENE FOAM CORE)**

Соловьева Екатерина Владимировна

доктор экономических наук, профессор,
Кубанский государственный
технологический университет
soloveisolovei008@yandex.ru

Пахомов Игорь Александрович

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
pahomov.igor.a@gmail.com

Аннотация. Рассматривается технология возведения каркасно-монолитных энергоэффективных малоэтажных многоквартирных домов с промежуточным утеплителем (пенополистирольным сердечником), позволяющая значительно снизить себестоимость и трудозатраты в процессе строительства.

Ключевые слова: пенополистирол, торкретирование, арматурные стержни.

Solovyov Ekaterina Vladimirovna

Doctor of Economics, Professor,
Kuban State University of Technology
soloveisolovei008@yandex.ru

Pakhomov Igor

student,
Kuban State University of Technology
pahomov.igor.a@gmail.com

Annotation. The technology of construction of frame-monolithic energy-efficient low-rise apartment buildings with intermediate insulation (polystyrene foam core), which allows to significantly reduce the cost and effort in the process of construction.

Keywords: polystyrene, spraying, reinforcing bars.

В течение 2013 года в России было введено в эксплуатацию порядка 239100 жилых зданий общей площадью 87,1 млн м², суммарные затраты на строительство оцениваются в 6019,465 млрд рублей. При этом материальные затраты составляют около 55,5 %, а затраты на оплату труда — 18,5 %. Высокая стоимость материалов и конструкций более чем в 25 % случаев является фактором, ограничивающим производственную деятельность строительных организаций.

Таблица 1 — Ввод в действие зданий жилого и нежилого назначения 2010–2013 гг.

Показатель	2010	2011	2012	2013
Число зданий — всего, тыс.,	216,5	227,2	241,3	258,1
в том числе:				
– жилого назначения;	201,7	211,2	223,0	239,1
– нежилого назначения	14,8	16,0	18,3	19,0
Общий строительный объем зданий — всего, млн м ³ ,	397,4	423,2	485,1	526,7
в том числе:				
– жилого назначения;	271,8	296,5	316,9	343,5
– нежилого назначения	125,6	126,6	168,2	183,2
Общая площадь зданий — всего, млн м ² ,	91,5	99,0	110,1	117,8
в том числе:				
– жилого назначения;	70,3	77,2	82,0	87,1
– нежилого назначения	21,2	21,8	28,1	30,7

Не смотря на огромные темпы строительства, по данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат) за 2013 г. в г. Москва введены в действие 312,4 тыс. м² жилых домов, построенных за счет собственных и заемных средств, с Санкт-Петербурге — 175,5 тыс. м², в Краснодарском крае — 2205,1 тыс. м², стоимость одного квадратного метра не снижается и на 2014 составляет 36,5 тыс. рублей.

Таблица 2 — Средняя фактическая стоимость строительства одного квадратного метра общей площади жилых домов (рублей)

Жилые дома	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Всего,	4779	13812	31877	33320	34354	36439
в том числе:						
– в городах и поселках городского типа;	4818	13708	31844	33371	34557	36649
– в сельской местности	4030	16799	32391	32420	31182	33823

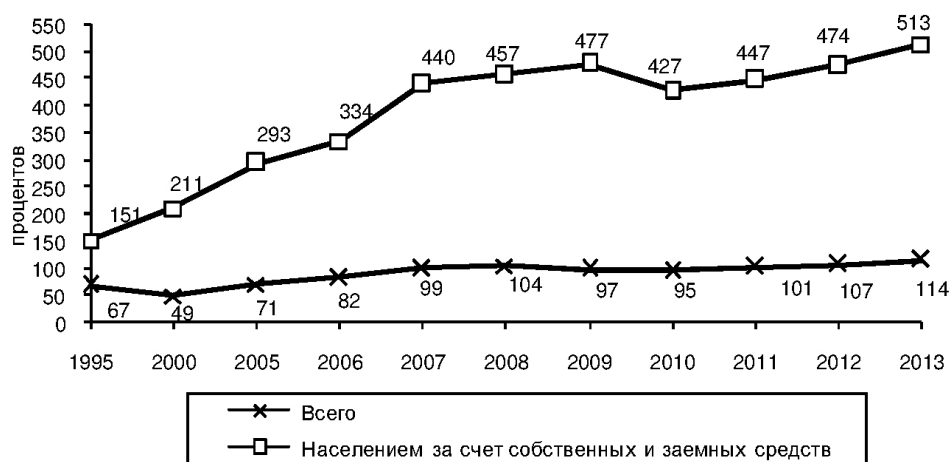


Рис. 1. Темпы роста (снижения) ввода в действие жилых домов (1990 = 100)

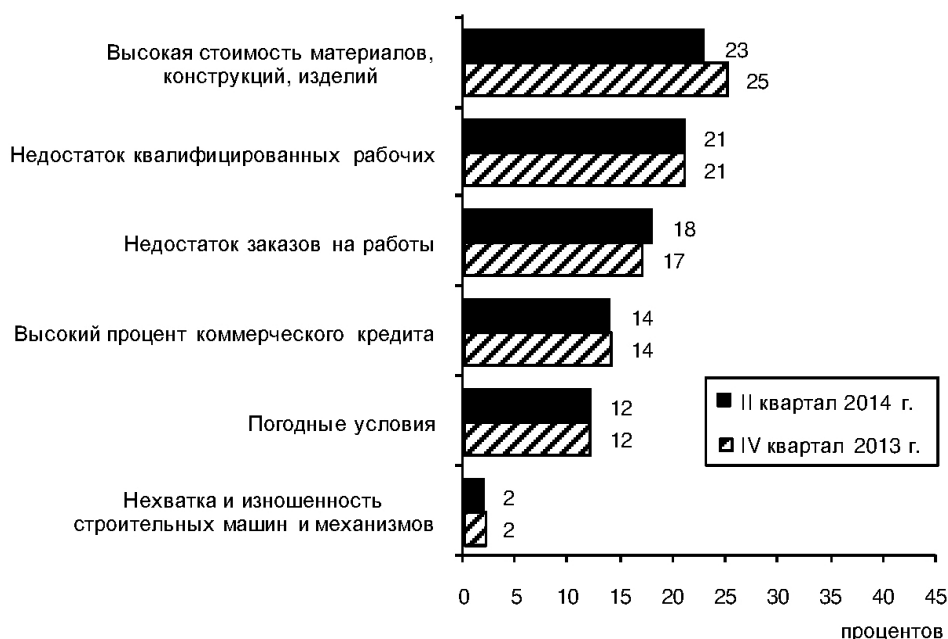


Рис. 2. Факторы, ограничивающие производственную деятельность строительных организаций

В виду вышеупомянутых факторов, можно с уверенностью говорить о необходимости снижения стоимости строительных материалов, монтажных работ и, как след-

стве, минимализация себестоимости возведения зданий, путем применения современных технологий застройки. Именно такой технологией и является каркасно-монолитное строительство с промежуточным утеплителем из ППС. Сокращение сроков строительства, повышение производительности труда, невысокая стоимость возведения стен — это неполный перечень преимуществ, которыми обладает данная технология, без ущерба качеству строительства делают возведение домов по системе «Русская стена» наиболее выгодным.

Данная домостроительная система по сравнению с традиционной кирпичной кладкой позволит:

Увеличить производительность труда примерно в 5–6 раз, а сроки строительства уменьшить в 2–3 раза

Не требуется применения подъемных механизмов, транспортные расходы сведены к минимуму

За счет меньшей толщины стен можно получить дополнительно около 1,5 м² площади на каждые 6 пог. м наружной стены

Снизить стоимость возведенных стен примерно в 2 раза, относительно стоимости стен, которые строят по другим технологиям

В основу технологии строительства с применением панели «Русская стена» легло использование стеновых панелей (3D panel), которые представляют собой пространственную ферменную конструкцию, состоящую из арматурных сеток и оцинкованных или нержавеющей стержней, приваренных под углом к сеткам; сердечника из пенополистирола; двух слоев бетона, нанесенных методом торкретирования.

Поскольку стены и несущие конструкции, возводимые с применением панели «Русская стена», представляют собой не отдельно взятый элемент стены, а единую монолитную конструкцию, данная строительная технология базируется на методе монолитного строительства быстровозводимых зданий. В виду легкости строительного материала, осуществление монтажа происходит без применения тяжелой строительной техники.

Панели «Русская стена» имеют стандартные размеры: длина составляет 3 м (6 м), ширина — 1 м (предусмотрено изготовление на заказ панелей любой длины с шагом, кратным 100 мм). Толщина пенополистирольного сердечника может иметь различную толщину: 120 мм у 3D-плит для наружных стен, 100 мм для внутренних несущих стен и перекрытий и 50 мм у перегородок. В панелях, используемых для несущих стен, арматурная сетка отстоит от сердечника на 19 мм, а в перегородочных — на 16 мм. Небольшая масса трехметровой панели составляет всего 27 кг, что позволяет производить монтаж без применения тяжелой строительной техники. Пример готовой панели с нанесением торкрет бетоном приведен на рисунке 3.

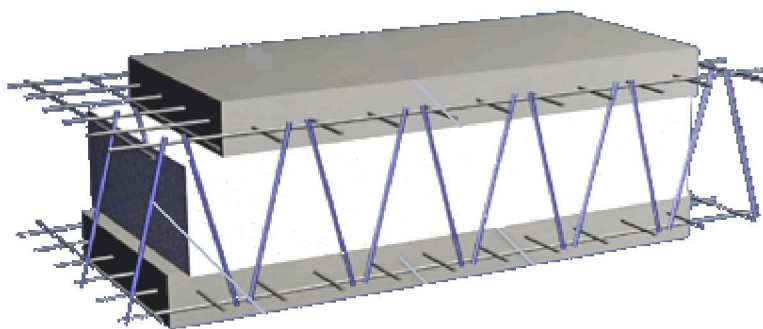


Рис. 3. Трехмерная панель, состоящая из арматурных сеток и нержавеющей стержней с нанесенным торкрет бетоном

При данной технологии оптимальными являются следующие типы фундамента: монолитный ленточный и монолитная плита. Для возведения стен необходимы арматурные выпуски из фундамента диаметром 10 мм с шагом около 500 мм, при этом обязательным условием является примыкание к ним одной стороной — обычно внутренней. Задача выпусков состоит в предотвращении смещения монтируемых панелей как по горизонтали, так и по вертикали. Производство выпусков предусматривает два способа. Первый заключается в предварительном просверливании отверстия, в которые устанавливаются арматурные стержни, впоследствии заполнении зазоров цементным раствором. Второй способ значительно проще — необходимо установить стержни в еще не застывший бетон. В виду вышеуказанных причин предпочтительны фундаменты двух упомянутых типов.

Возведение стен всегда начинают с угла, а затем к этому «узлу» постепенно присоединяют новые панели. Их скрепление осуществляют путем связывания между собой и с выпусками арматуры фундамента при помощи вязальной проволоки. Возможна подрезка панелей до необходимого размера: с помощью мощных кусачек или болгарки сначала прорезают с обеих сторон арматурную сетку, а затем с помощью ножа — пенопластовый сердечник. Аналогично производят дверные и оконные проемы. При этом большие отверстия всегда вырезают до установки панелей, а небольшие (под окна в ванной комнате, вентиляционные и т.п.) возможно делать в уже собранной стене. С целью получения сплошной сеточной арматуры (покрывающей сетки), по окончанию постройки стен все стыки панелей перекрывают соединительными сетчатыми элементами.



Фото 1



Фото 2

После сборки стен первого этажа производится укладка перекрытия из 3D-панелей с сердечником толщиной 100 мм и количеством стержней-раскосов 200 шт./м². Во избежание отклонения стеновых панелей от проектного положения, осуществляют установку временных горизонтальных распорок и откосов (после схватывания первого слоя торкретбетона производят их демонтаж). При создании перекрытия сами панели на стены не опираются. После бетонирования в точках опирания располагают армированные пояса. Для их создания еще на земле панели в таких местах снабжают арматурными хомутами (скобами) диаметром 8 мм с шагом 200–250 мм. Также на земле делают усиление нижней стороны панели необходимым количеством арматурных стержней, что в свою очередь позволяет увеличивать нагрузку на перекрытие в разы: с 300 до 600 кг/м², а при необходимости до 1000 кг/м². Следующим этапом является поднятие панелей на место вручную и их связывание друг с другом и с несущими стенами вязальной проволокой. Закрытие стыков, как и при создании стен, осуществляется соединительной сеткой.

При бетонировании обычно соблюдают следующий порядок:

- наносят первый слой торкретбетона на стены (внутри и снаружи);
- наносят первый слой торкретбетона на нижнюю часть плиты перекрытия;
- заливают бетоном верхнюю часть плиты;
- производят завершающее торкретирование стен и плиты.



Фото 3



Фото 4

Под давлением сжатого воздуха бетонную смесь послойно наносят на бетонную поверхность. Такой метод называют торкретированием. Существует два вида торкретирования: мокрое и сухое. При первом способе к соплу поступает уже готовый бетонный раствор, при втором — неувлажненная бетонная смесь подается к соплу по шлангу, где смачивается водой и выбрасывается на торкретируемую поверхность.

Как показывает практика, метод нанесения влажной смеси более предпочтителен. Это обусловлено рядом причин: при этом методе нанесения нужен менее мощный компрессор, небольшой относительный сухой отскок материала — не более 10 %. Непроблемное выравнивание поверхности и возможность перерыва в нанесении без ущерба качеству также говорят в пользу влажной смеси. Правда, плотность бетона в нанесенном слое несколько ниже, чем при сухом методе.

Бетонную смесь В25 для торкретирования производят на месте в небольшой бетономешалке. Компоненты используются в следующем соотношении (из расчета на 1 м³): цемент М500 — 300 кг, вода — 150 л, песок — 667 кг, отсев щебня крупностью до 5 мм — 1029 кг. Подача бетона осуществлялась вручную, а нанесение на стены — ручным распылителем, снабженным «ковшом» емкостью около 10 кг.

В настоящее время описанная технология используется при возведении жилых домов, как одноэтажных, так сложных с архитектурной точки зрения многоэтажных жилых домов, в частности, широкое применение технология получает в области малоэтажного строительства, которое, как известно, в России признано приоритетным. Система «Русская стена» применяется в процессе быстрого возведения теплых и энергоэффективных сооружений и зданий того или иного назначения. Система не является экспериментальной, так как она многократно была проверена и успешно апробирована во многих странах мира, и в настоящее время активно используется в строительстве. По таким характеристикам, как объем энергозатрат, теплозащита, комфортность, простота и скорость возведения и стоимость, прочность, данную систему смело можно отнести к категории инновационных технологий.

Литература:

1. Строительство в России (статистический сборник). 2014: Стат. сб./ Росстат. — М., 2014. — 111 с.
2. Россия 2014: Стат. Справочник / Росстат. — М., 2014. — 62 с.
3. Баталин Б.С., Полетаев И.А. Исследование свойств пенополистирола как утеплителя в панелях сборных жилых домов // Известия вузов. Строительство. — 2003. — № 4.

4. Бадьин Г.М. Строительство и реконструкция малоэтажного энерго-эффективного дома. – СПб. : БХВ – Петербург, 2011. – 432 с.
5. [http://www.ivd.ru/№7\(119\)июль2008/Строим дом:Вадим Ковалев «Русская стена»](http://www.ivd.ru/№7(119)июль2008/Строимдом:ВадимКовалев«Русскаястена»).

References:

1. Construction in Russia (statistics). 2014: Stat. Sat / Rosstat. — M., 2014. — 111 с.
2. Russia 2014: Stat. Directory / Rosstat. – M., 2014. – 62 с.
3. Batalin B.S., Poletaev I.A. Investigation of the properties of expanded polystyrene insulation panels as prefabricated houses // Proceedings of the universities. Building. – 2003. – № 4.
4. Badin G.M. Construction and reconstruction of low-rise energy-efficient home. – SPb. : BHV – Petersburg, 2011. – 432 p.
5. [http://www.ivd.ru/№7\(119\)July2008/Building a House: VadimKovalev "Russian Wall"](http://www.ivd.ru/№7(119)July2008/BuildingaHouse:VadimKovalev«RussianWall).