

## Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: [www.unistroy.spb.ru](http://www.unistroy.spb.ru)



### Быстромонтируемые здания из легкого наномодифицированного бетона

О.Н. Бескоровайная<sup>1</sup>, Д.С. Бычков<sup>2</sup>, З.А. Гаевская<sup>3</sup>

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет», 195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	История	Ключевые слова
УДК 691	Подана в редакцию 6 октября 2013	быстромонтируемые модульные здания наномодифицированный бетон малоэтажное строительство доступное жилье стенная панель

#### АННОТАЦИЯ

В статье опубликовано исследование, направленное на анализ конструктивно-технических особенностей быстромонтируемых зданий панельного типа, разработанных в 70-е годы. Были выявлены недостатки рассматриваемых конструкций. Устранение недостатков было решено за счет усовершенствования решений в существующих сериях быстромонтируемых зданий и применения легкого наномодифицированного бетона в несущих элементах конструкций. Использование нового материала позволяет снижение собственного веса несущих конструкций, изменение формы сечения конструкции и устранение «мостика холода».

#### Содержание

1. Введение	62
2. Постановка задачи	62
3. Описание исследования	62
4. Заключение	66

<sup>1</sup> Контактный автор:  
+7 (921) 413 6327, o.n.beskorovaynaya@gmail.com (Бескоровайная Ольга Николаевна, студент)  
<sup>2</sup> +7 (911) 953 4180, bolhg1@mail.ru (Бычков Дмитрий Сергеевич, студент)  
<sup>3</sup> +7 (965) 045 9646, gaezлата@yandex.ru (Гаевская Злата Анатольевна, к.арх., доцент)

## 1. Введение

Сегодня остро стоит проблема обеспечения граждан доступным, комфортным жильем. Так, в Постановлении Правительства РФ от 17 декабря 2010 г. N 1050 "О федеральной целевой программе "Жилище" на 2011 - 2015 годы" общей целью национального проекта является формирование рынка доступного жилья и обеспечение комфортных условий проживания гражданам России, создание условий для развития массового строительства жилья эконом класса [1].

Развитие индустриального малоэтажного строительства в современных условиях обусловлено необходимостью возведения в короткие сроки зданий различного назначения, жилых городков для военнослужащих и жителей районов, находящихся в особых и экстремальных условиях. Эта проблема может быть решена за счет строительства полносборных зданий высокой заводской готовности модульного типа с улучшенными теплотехническими и эксплуатационными характеристиками [2-15].

С начала 70-х годов ВНПО «Энерготехпром» стало реализовывать идею быстромонтируемых зданий производственного и социально-бытового назначения. Был внедрен новый, на то время, перспективный конструкционный строительный материал – цементно-стружечная плита (ЦСП). Был построен собственный завод и закуплено оборудование по производству ЦСП. Сейчас при строительстве БМЗ используют тяжелый бетон марки 300 - 400 (В22.5 - В30).

Параллельно с разработкой новых проектов зданий, продолжалась работа над строительством сооружений и оборудования для производства новых конструкций. Также велись производство и поставка комплектов зданий из крупноразмерных железобетонных конструкций - быстромонтируемые здания (БМЗ).

Все эти разработки, а также знания и опыт специалистов в 90-х годах оказались востребованы для решения задач строительства стационарных зданий, сохраняющих возможность их быстрого возведения. В настоящее время организация занимается разработкой и строительством социально значимых объектов в различных регионах страны, особенно для тех районов, где наблюдаются особо сложные климатические условия и возникают проблемы с доставкой строительных материалов и конструкций [16].

БМЗ - капитальные утепленные железобетонные здания, относящиеся ко II классу ответственности и не имеют ограничений по сроку эксплуатации. Конструкции предназначены для строительства производственных и административно-бытовых зданий, отапливаемых и неотапливаемых помещений с неагрессивной, слабоагрессивной или среднеагрессивной, к железобетону, газовой средой. Расчётная снеговая нагрузка принята для II - V районов, ветровая - для IV района. Здания относятся ко II степени огнестойкости. Применяются в районах с сейсмичностью до 9 баллов [17-19].

## 2. Постановка задачи

Целью исследования является разработка архитектурных решений на основе определения технической эффективности применения бетона легкого наномодифицированного при строительстве БМЗ.

Основными задачами исследования, исходя из вышеуказанной цели, являются:

1. анализ конструктивно-технических особенностей БМЗ панельного типа;
2. разработка конструкции особенностей стеновой панели с применением легкого наномодифицированного бетона.

## 3. Описание исследования

Возводимые в настоящее время быстромонтируемые здания панельного типа являются бескаркасными [17-19]. Для изготовления конструкций используют тяжелый бетон класса В22.5, В25, В30. Плиты покрытия опираются непосредственно на стеновые панели, роль колонн выполняют ребра наружного слоя стеновых панелей. Жесткость зданий обеспечивается сваркой закладных деталей плит покрытия между собой (создание диска) и сваркой закладных деталей плит покрытия к торцевым панелям. Основным конструктивным элементом зданий является секция (рисунок 1), состоящая из двух стеновых панелей и одной кровельной. Карнизная панель предназначена для сопряжения кровельной и стеновой панелей. Стеновые панели могут иметь оконные, дверные, воротные и технологические проемы (рисунок 2). Проемы может иметь также кровельная панель.

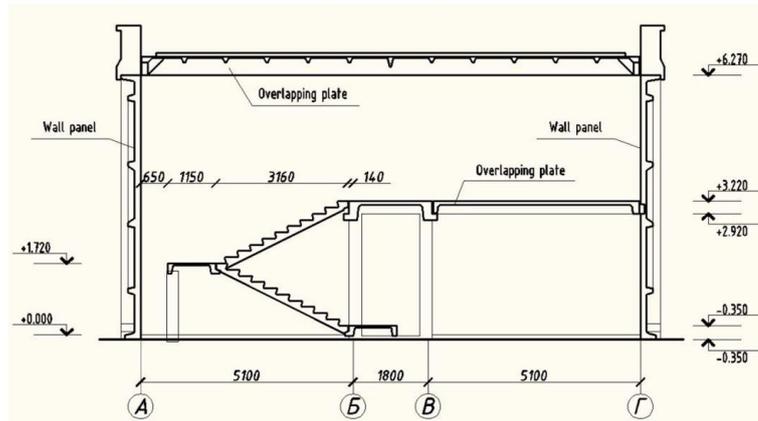


Рисунок 1. Секция, состоящая из двух стеновых панелей и одной кровельной

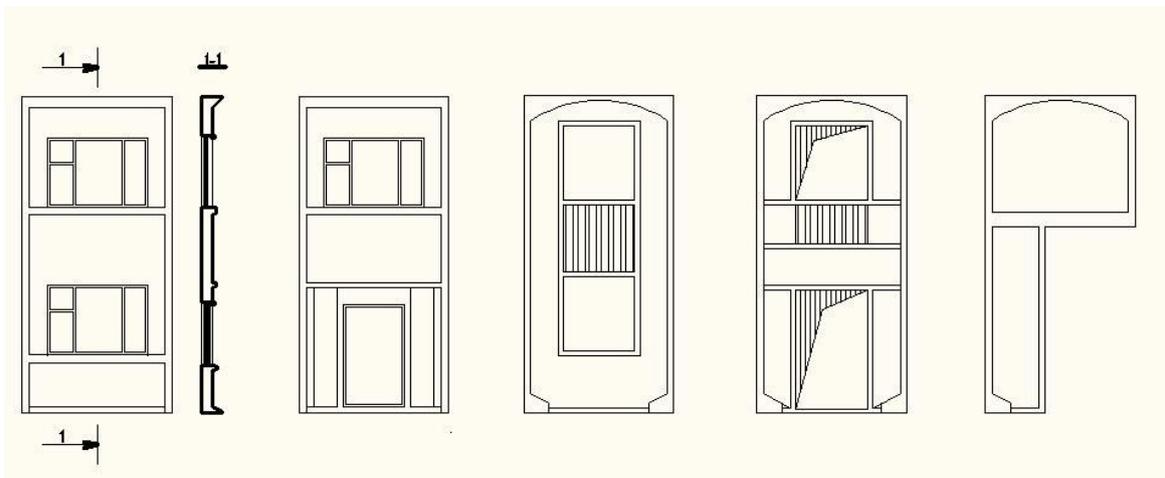


Рисунок 2. Пример стеновых панелей БМЗ

Кровельная панель железобетонная, предварительно напряженная ребристая комплексная плита размером 3x6 м, 3x9 м, 3x12 м с высотой ребра 300 (450) мм. Плита имеет специальные закладные детали: для опирания на стеновые панели, крепления карнизных панелей, соединения кровельных панелей соседних секций между собой и для подвески подкрановых балок (в промышленных зданиях). В качестве утеплителя применяется пенополистирол.

Плиты перекрытий (первого этажа в двухэтажном здании) - представляют собой железобетонные предварительно напряженные ребристые плиты, армирование которых выполняется в зависимости от нагрузок и назначения. В плитах имеются специальные закладные детали для образования жесткого узла со стеновой панелью.

Карнизные панели железобетонные, трехслойные, предназначены для сопряжения стеновых панелей с кровельной. Карнизная панель крепится к кровельной при помощи закладных деталей.

Фундаменты (свайные, столбчатые, ленточные и др.) определяются местными грунтовыми условиями. Изготавливаются фундаментные подушки с предусмотренными закладными деталями. Для организации лестничной клетки двухэтажные здания комплектуются железобетонными лестничными маршами, площадками.

Колонны железобетонные квадратного сечения (250 x 250 мм). В верхней и нижней частях имеются специальные закладные для установки плит перекрытия и опирания колонн на фундамент.

Здания предназначены для использования в районах с расчетной температурой окружающего воздуха от -50 С до 50 С. Применение пенополистирола  $\gamma=0,04$  Вт/м<sup>2</sup>С, позволяет обеспечить высокие теплоизолирующие свойства зданий, в соответствии с требованиями строительной теплотехники [20]. Герметизация вертикальных стыков стеновых панелей осуществляется по специально разработанной заводом технологии с применением теплоизолирующего шнура.

Стеновые панели являются комплексными трехслойными ребристыми железобетонными плитами, выполняющими несущие и ограждающие функции (рисунок 3). Каркас панели, воспринимающий все нагрузки, представляет собой раму с ребрами жесткости, толщина которых от 355 мм до 455 мм. Наружный (ограждающий слой) выполнен из легкого бетона марки 300 - 400 (B22.5 – B30). В качестве утеплителя применяется пенополистирол. В зависимости от климатического района толщина утеплителя изменяется от 80 мм до 150 мм. С внутренней стороны утеплитель защищен цементно-песчаным раствором (штукатурным). Стеновые панели могут быть с оконными, дверными, воротными и технологическими проемами, либо без них. Размеры стеновых панелей - ширина 3 м, высота от 3 до 9 м [17-19].

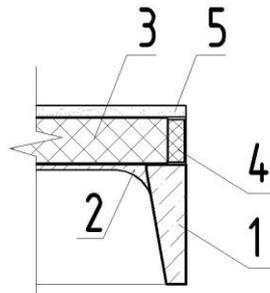


Рисунок 3. Сечение стеновой панели:

1. Сечение несущего элемента конструкции; 2. Ограждающий железобетонный слой (30 мм); 3. Утеплитель пенополистирол (75-150 мм) – теплотехнический расчет; 4. Роквул (Изювер); 5. Штукатурный растворный слой (45 мм)

Но конструкции быстромонтируемых зданий имеют ряд существенных недостатков:

- большой собственный вес конструкции;
- консервативность (не отражает тенденций развития материалов и конструкций);
- низкие теплотехнические характеристики, обусловленные наличием «мостика холода»;
- архитектурная невыразительность;
- высокие логистические затраты.

Часть вышеуказанных недостатков можно решить за счет изменения внешнего вида конструкции и придания ей такой формы сечения, которая позволит, сохранив свои конструктивные свойства, не только построить здание, отвечающее современным архитектурным требованиям, но и исключить возникновение «мостика холода» (рисунки 4, 5).



Рисунок 4 а) элемент фасадной плиты серии 7018 БМЗ с сечением 1-1; б) элемент вновь запроектированной фасадной плиты БМЗ с сечением 2-2

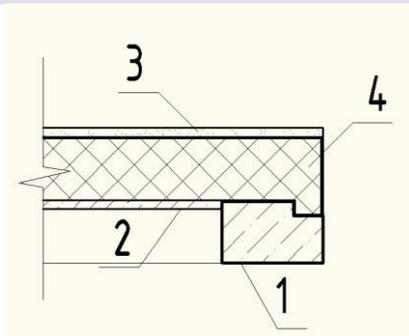


Рисунок 5. Сечение вновь запроектированной стеновой панели:

1. Сечение несущего элемента конструкции; 2. Ограждающий железобетонный слой (30 мм); 3. Штукатурный растворный слой (45 мм); 4. Утеплитель пенополистирол (75-150 мм) – теплотехнический расчет

Для поставок на удаленные расстояния в разные регионы нашей страны, и возможности быстрой сборки БМЗ, конструкции должны обладать пониженным удельным весом и повышенной прочностью. Существуют различные материалы, которые позволяют уменьшить собственный вес здания, например, легкие бетоны (керамзитобетон, газобетон и т.д.). Но при использовании этих материалов выигрываем в весе, но теряем по многим другим основным параметрам бетона, таких как прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и т.д.

За последние десятилетия произошло улучшение показателей параметров бетона за счет структурообразования на атомарном уровне [21]. В настоящее время все большую популярность набирает легкий наномодифицированный бетон (ЛНБ) [22]. Наномодифицированными бетонами могут являться и быть названы бетоны различных классов и марок. Процесс превращения обычного бетона в наномодифицированный происходит за счет введения в состав бетона микрочастицы, которые позволяют повысить подвижность бетонной смеси, или увеличить прочность, плотность и водонепроницаемость бетона, или снизить расход цемента при обеспечении требуемой прочности бетона. К таким частицам относятся: фибра - анизотропные неорганические добавки, либо полимерные структуры различной дисперсности; фуллерены и углеродные нанотрубки; синтетический латекс; пластифицирующий компонент [23].

Ученые и специалисты, работающие в направлении изучения свойств и разработки новых составов модифицированных бетонов и его применения в строительстве: д.т.н. Беккер А.Т., к.т.н. Макарова Н.В. [19], к.т.н. Терехов И. Г., к.т.н. Чеников Д. И., к.т.н. Олейников В.В., а также сотрудники ФГБОУ ВПО СПбГПУ к.т.н. Пономарев А.Н. [23, 26-29], к.т.н. Юдович М.Е., д.т.н. Ватин Н.И., Кузнецов В.Д. [30], Никулин Н.М. [31], асп. Орлов Д.В. [32] и другие.

Можно сравнить основные характеристики бетонов, которые используются при проектировании БМЗ (В 22.5, В25, В30) [33] с бетоном В25 с добавлением комплексной добавки [23, 26-29], включающей компоненты, обработанные с помощью нанотехнологий, и основные данные сведем в таблицу 1.

Таблица 1 Характеристики бетона В22.5, В25, В30 и бетона В25 наномодифицированного

№	Характеристики	Бетон В22.5	Бетон В25	Бетон В30	Бетон В25 наномодифицированный
1	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	2500			1400
2	Прочность, МПа	32,7	39,3	45,8	45-60
3	Водонепроницаемость	W6	W8	W10	W20
4	Морозостойкость	F200	F200	F300	F300
5	Удобоукладываемость	П2 - П4	П2 - П4	П2 - П4	П4

По приведенным данным можно увидеть, что по основным параметрам бетонов ЛНБ превосходит обычные составы. При этом, ЛНБ не является каким-то определенным конкретным составом, который может решить узкую строительную задачу, имеется в виду, что состав и все характеристики ЛНБ определяются и проектируются исходя из конкретно поставленной задачи.

Был проведен расчет конструкции с целью определить и сравнить собственный вес фасадной панели из обычного тяжелого бетона класса В25 и бетона класса В25 наномодифицированного.

Интересовал именно вес конструкции, чтобы сравнить две панели с одинаковым сечением, поэтому при расчете был изменен только удельный вес применяемого бетона.

Для расчета был вычислен объем используемого бетона, необходимого для создания панели – 2,457 м<sup>3</sup>. Последующие итоги расчетов были сведены в таблице 2.

**Таблица 2 Результаты расчета собственного веса фасадной панели при использовании бетона В25 и бетона В25 наномодифицированного**

№	Наименование	Ед. изм.	Бетон В25	Бетон В25 наномодифицированный
1	Объем бетона затраченного на производстве стеновой панели	м <sup>3</sup>	2,457	
2	Плотность бетона	кг/м <sup>3</sup>	2500	1400
3	Собственный вес конструкции при использовании данного бетона	т	6,14	3,44

В результате получилось уменьшение собственного веса конструкции на 56%.

В настоящем исследовании принято решение об изменении конструкции фасадной панели и замене используемого бетона на легкий наномодифицированный бетон, с подбором его оптимального состава, с целью внедрения в жилое строительство.

#### **4. Заключение**

В данной работе произведен анализ конструктивно-технических особенностей существующих быстромонтируемых зданий панельного типа и выявлены недостатки рассматриваемых конструкций.

Предложено новое решение конструкции стеновой панели с применением в несущих элементах легкого наномодифицированного бетона. Данный материал обеспечивает снижение собственного веса несущих конструкций на 56%, позволяет изменить форму сечения конструкции и убрать «мостик холода».

## Литература

1. Постановление Правительства РФ от 17 декабря 2010 г. N 1050 "О федеральной целевой программе "Жилище" на 2011 - 2015 годы".
2. Тиманцева Н.Л. Инновационные архитектурные подходы к решению проблемы доступного жилья // Известия орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2007. №3-15. С.107-112.
3. Jacobo Krauel. Experimental architecture houses, Spain. 2004. Pp. 230 -237.
4. Hong S.G., Cho B.H., Chung K.S., Moon J.H. Behavior framed modular building system with double skin steel panels // Journal of constructional steel research. 2011. №6. Pp. 936-946.
5. De Matteis, G., Landolfo, R. Modelling of lightweight sandwich shear diaphragms for dynamic analyses // Journal of Constructional Steel Research. 2000. Vol. 53 №1. Pp. 33-61.
6. De Matteis, G. Effect of lightweight cladding panels on the seismic performance of moment resisting steel frames // Engineering Structures. 2005. Vol. 27 №11. Pp. 1662-1676.
7. Lawson R.M., Ogden R.G., Popo-Ola S. Design considerations for open building system // Open house international. 2011. №1. Pp. 44-53.
8. Lawson, R.M., Ogden, R.G., Pedreschi, R., Grubb, P.J., Popo-Ola, S.O. Developments in pre-fabricated systems in light steel and modular construction // Structural Engineer. 2005. №83 (6). Pp. 28-35.
9. Willams Del. Environmental engineering firm turns to pre-engineered modular structure for a 'small footprint with all the features found in larger, more expensive traditional buildings' // Cost engineering. 2003. №6. Pp. 31.
10. Ted Lawton, Peter Moor, Ken Cox, John Clark. The Gammon Skanska Construction System // Advances in Building Technology. 2002. Vol. II. Pp. 1073-1080.
11. Hong Guan, Cooper C., Dong-Jun Lee. Ultimate strength analysis of normal and high strength concrete wall panels with varying opening configurations // Engineering Structures. 2010. Vol. 32. Issue 5. Pp. 1341–1355.
12. Ganesan N., Indira P.V, Santhakumar A. Prediction of ultimate strength of reinforced geopolymer concrete wall panels in one-way action // Construction and Building Materials. 2013. Vol. 48. Pp. 91–97.
13. Experimental tests and numerical modelling of wall sandwich panels / Gara F., Ragni L., Roia D., Dezi L. // Engineering Structures. 2012. Vol.37. Pp. 193–204.
14. Кузьменко Д.В., Ватин Н.И. Ограждающая конструкция «нулевой толщины» - термопанель // Инженерно-строительный журнал. 2008. № 1. С. 13-21.
15. Парашенко Н.А., Горшков А.С., Ватин Н.И. Частично-ребристые сборно-монолитные перекрытия с ячеистобетонными блоками // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 6. С. 50-55.
16. Генкин С.А. Быстромонтируемые здания БЭТА Инвест Групп // Деловая слава России. М.:2009. №VI. С. 134-135.
17. ВНПО «Энерготехпром». Серия 7018 - Конструкции железобетонные быстромонтируемых одноэтажных промышленных зданий высотой 6м и 4м. Материалы для проектирования.
18. ВНПО «Энерготехпром». Серия 7212 – Конструкции железобетонные быстромонтируемых зданий (БМЗ) пролетом 12 м, высотой 4 м, 6 м и двухэтажные сейсмостойкие. Материалы для проектирования.
19. ВНПО «Энерготехпром». Серия 7225 – Унифицированные конструкции быстромонтируемых крупнопанельных двухэтажных административно-бытовых зданий, одноэтажных однопролетных и многопролетных производственных зданий. Материалы для проектирования.
20. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.
21. Гирштель Г.Б., Глазкова С.В., Левицкий А.В. Перспективы применения наноструктурированного бетона в строительстве [Электронный ресурс]. URL: [http://www.concrete-union.ru/articles/index.php?ELEMENT\\_ID=7165](http://www.concrete-union.ru/articles/index.php?ELEMENT_ID=7165) (дата обращения 08.10.2013)
22. Патрикеев Л. Нанобетоны // Наноиндустрия. 2008. № 2. С. 14-15.

23. Пономарев А.Н. Нанобетон – концепция и проблемы. Синергизм наноструктурирования цементных вяжущих и армирующей фибры // Строительные материалы. 2007. № 6. С. 69-71.
24. Беккер А.Т., Макарова Н.В. К вопросу о развитии нанотехнологий производства строительных композитов в условиях рынка дальневосточного региона России // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2010. Т. 1. № 1. С. 30-44.
25. Васильев Ю.Э., Винаров А.Ю., Пономарев А.Н. [и др.] Быстротвердеющий безусадочный состав для ремонта бетонных дорожных, мостовых и аэродромных покрытий. Патент на изобретение RUS 2362752 26.12.2007
26. Пономарев А.Н. Высококачественные бетоны. Анализ возможностей и практика использования методов нанотехнологии // Инженерно-строительный журнал. 2009. №6. С.25-33.
27. Пономарев А.Н., Моспан Е.А. Анализ направлений использования нанокompозитной арматуры «Астрофлекс» в промышленном и транспортном строительстве // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2011. № 3. С. 69-74.
28. Исследование возможности модификации карбоксилатных пластификаторов в составе модифицированных мелкозернистых бетонных смесей / Киски С.С., Агеев И.В., Пономарев А.Н., Козеев А.А., Юдович М.Е // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 8 (34). С. 42-46.
29. Фиговский О.Л., Бейлин Д.А., Пономарев А.Н. Успехи применения нанотехнологий в строительных материалах // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2012. № 3. С. 6-21.
30. Кишиневская Е.В., Ватин Н.И., Кузнецов В.Д. Перспективы применения нанобетона в монолитных большепролетных ребристых перекрытиях с постнапряжением // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 2. С. 54-58.
31. Ясинская Е.В., Никулин Н.М., Кривцов Е.Е. Исследование характеристик наномодифицированных сухих строительных смесей // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 2. С. 29-32.
32. Орлов Д.В. Монолитные конструкции из легкого модифицированного нанобетона на примере пятиэтажной разноуровневой автостоянки // Инженерно-строительный журнал. 2010. №5(15). С. 12-15.
33. ГОСТ 26633-91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые.

## The quickly erected buildings of lightweight nanomodified concrete

O.N. Beskorovaynaya<sup>4</sup>, D.S. Bychkov<sup>5</sup>, Z. A. Gayevskaya<sup>6</sup>

Saint-Petersburg State Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia.

---

### ARTICLE INFO

### Article history

Received 6 October 2013

### Keywords

the quickly erected buildings  
nanomodified concrete  
low-rise housing  
affordable housing  
the wall panel

---

### ABSTRACT

In this article the analysis of constructive and technical features of quickly erected buildings of panel type developed in the 70<sup>th</sup> years was published. Shortcomings of considered designs were revealed. Elimination of shortcomings was solved due to improvements in existing series of quickly erected buildings and use of lightweight nanomodified concrete in bearing elements of designs. Use of a new material allows decrease in a body weight of bearing designs, change of a form of section of a design and elimination of "the cold bridge".

---

*Corresponding author:*

<sup>4</sup> +7 (921) 413 6327, o.n.beskorovaynaya@gmail.com (Olga Nikolayevna Beskorovainia, student)

<sup>5</sup> +7 (911) 953 4180, bolhg1@mail.ru (Dmitriy Sergeevich Bychkov, student)

<sup>6</sup> +7 (965) 045 9646, gaezlata@yandex.ru (Zlata Anatoljevna Gayevskaya, Ph.D., associate professor)

## References

1. The General National Project's Aim of Russian Federation Government Decree N1050 17.12.2010 "About federal aimed programme "Dwelling" 2011 – 2015".
2. Timantseva N.L. Innovatsionnyye arkhitekturnyye podkhody k resheniyu problemy dostupnogo zhilya [ Innovative architectural approaches to a solution of the problem of affordable housing]//News of the Oryol state technical university. Series: Construction and transport. 2007. №3-15. P.107-112. (rus)
3. Jacobo Krauel. Experimental architecture houses, Spain. 2004. Pp. 230 -237.
4. Hong S.G., Cho B.H., Chung K.S., Moon J.H. Behavior framed modular building system whit double skin steel panels // Journal of constructional steel research. 2011. №6. Pp. 936-946.
5. De Matteis, G., Landolfo, R. Modelling of lightweight sandwich shear diaphragms for dynamic analyses // Journal of Constructional Steel Research. 2000. Vol. 53 №1. Pp. 33-61.
6. De Matteis, G. Effect of lightweight cladding panels on the seismic performance of moment resisting steel frames // Engineering Structures. 2005. Vol. 27 №11. Pp. 1662-1676.
7. Lawson R.M., Ogden R.G., Popo-Ola S. Design considerations for open building system // Open house international. 2011. №1. Pp. 44-53.
8. Lawson, R.M., Ogden, R.G., Pedreschi, R., Grubb, P.J., Popo-Ola, S.O. Developments in pre-fabricated systems in light steel and modular construction // Structural Engineer. 2005. №83 (6). Pp. 28-35.
9. Willams Del. Environmental engineering firm turns to pre-engineered modular structure for a 'small footprint whit all the features found in larger, more expensive traditional buildings' // Cost engineering. 2003. №6. Pp. 31.
10. Ted Lawton, Peter Moor, Ken Cox, John Clark. The Gammon Skanska Construction System // Advances in Building Technology. 2002. Vol. II. Pp. 1073-1080.
11. Hong Guan, Cooper C., Dong-Jun Lee. Ultimate strength analysis of normal and high strength concrete II panels with varying opening configurations // Engineering Structures. 2010. Vol. 32. Issue 5. Pp. 1341–1355.
12. Ganesan N., Indira P.V., Santhakumar A. Prediction of ultimate strength of reinforced geopolymer concrete wall panels in one-way action // Construction and Building Materials. 2013. Vol. 48. Pp. 91–97.
13. Experimental tests and numerical modelling of wall sandwich panels / Gara F., Ragni L., Roia D., Dezi L. // Engineering Structures. 2012. Vol.37. Pp. 193–204.
14. Kuzmenko D.V., Vatin N.I. Ograzhdayushchaya konstruktsiya «nulevoy tolshchiny» - termopanel [Protecting design of "the zero thickness" – thermopanel] // Magazine of civil engineering. 2008. № 1. Pp. 13-21. (rus)
15. Parashchenko N.A., Gorshkov A.S., Vatin N.I. Chastichno-rebristyye sborno-monolitnyye perekrytiya s yacheistobetonnyimi blokam [Partially rib precast and cast-in-situ floors with cellular-concrete blocks] // Magazine of civil engineering. 2011. № 6. Pp. 50-55. (rus)
16. Genkin S.A. Bystromontiruyemyye zdaniya BETA Invest Grupp [The quickly erected buildings of BETA of Investment Groups] // Business glory of Russia. 2009. №VI. Pp. 134-135. (rus)
17. VNPO «Energotekhprom». Seriya 7018 - Konstruktsii zhelezobetonnyye bystromontiruyemykh odnoetazhnykh promyshlennykh zdaniy vysotoy 6m i 4m [VNPO "Energotekhprom". A series 7018 - Designs ferroconcrete the quickly erected buildings one-storeyed industrial buildings height 6m and 4m] // Materials for design. (rus)
18. VNPO «Energotekhprom». Seriya 7212 – Konstruktsii zhelezobetonnyye bystromontiruyemykh zdaniy (BMZ) proletom 12 m, vysotoy 4 m, 6 m i dvukhetazhnyye seysmostoykiye [VNPO "Energotekhprom". A series 7212 – Designs ferroconcrete the quickly erected buildings (QEB) flight of 12 m, 4 m, 6 m high and two-storeyed aseismic] // Materials for design. (rus)
19. VNPO «Energotekhprom». Seriya 7225 – Unifitsirovannyye konstruktsii bystromontiruyemykh krupnopanelnykh dvukhetazhnykh administrativno-bytovykh zdaniy, odnoetazhnykh odnoproletnykh i mnogoproletnykh proizvodstvennykh zdaniy [VNPO "Energotekhprom". A series 7225 – the Unified designs of the quickly erected large-panel two-storeyed administrative and household buildings, one-storeyed single-span and multiflying production buildings] // Materials for design. (rus)
20. SP 23-101-2004. Proyektirovaniye teplovoy zashchity zdaniy [Design of thermal protection of buildings]. (rus)

21. Girshchel G.B., Glazkova S.V., Levitskiy A.V. *Perspektivy primeneniya nanostrukturirovannogo betona v stroitelstve* [Prospects of use of the nanostructured concrete in construction] [web source]. URL: [http://www.concrete-union.ru/articles/index.php?ELEMENT\\_ID=7165](http://www.concrete-union.ru/articles/index.php?ELEMENT_ID=7165) (date of the address 08.10.2013) (rus)
22. Patrikeyev L. *Nanobeton* [Nanoconcrete] // *Nanoindustry*. 2008. № 2. Pp. 14-15. (rus)
23. Ponomarev A.N., k.t.n., *Nanobeton – kontseptsiya i problemy. Sinergizm nanostrukturirovaniya tsementnykh vyazhushchikh i armiruyushchey fibry* [Nanoconcrete – the concept and problems. Sinergizm of nanostructuring cement knitting and a reinforcing fiber] // *Construction materials*. 2007. № 6. Pp. 69-71. (rus)
24. Bekker A.T., Makarova N.V. *K voprosu o razvitii nanotekhnologiy proizvodstva stroitelnykh kompozitov v usloviyakh rynka dalnevostochnogo regiona Rossii* [On the problem of development of nanotechnology in production of building composites in Russia's Far East] // *Vestnik of the Far Eastern National Technical University*. 2010. T. 1. № 1. Pp. 30-44. (rus)
25. Vasilyev Yu.E., Vinarov A.Yu., Ponomarev A.N., Shitikov Ye.S. *Bystrotverdeyushchiy bezusadochnyy sostav dlya remonta betonnykh dorozhnykh, mostovykh i aerodromnykh pokrytiy* [Quick-hardening nonshrinking structure for repair of concrete road, bridge and airfield coverings]. *Patent na izobreteniyе* RUS 2362752 26.12.2007
26. Ponomarev A.N. *Vysokokachestvennyye betony. Analiz vozmozhnostey i praktika ispolzovaniya metodov nanotekhnologii* [High-quality concrete. Analysis of opportunities and practician of use of methods of nanotechnology] // *Magazine of civil engineering*. 2009. №6. Pp.25-33. (rus)
27. Ponomarev A.N., Mospan Ye.A. *Analiz napravleniy ispolzovaniya nanokompozitnoy armatury «Astrofleks» v promyshlennom i transportnom stroitelstve* [The analysis of the directions of use of nanocomposite Astrofleks fittings in industrial and transport construction] // *Construction mechanics of engineering designs and constructions*. 2011. № 3. Pp. 69-74. (rus)
28. *Issledovaniye vozmozhnosti modifikatsii karboksilatnykh plastifikatorov v sostave modifitsirovannykh melkozernistykh betonnykh smesey / Kiski S.S., Ageyev I.V., Ponomarev A.N., Kozeyev A.A., Yudovich M.Ye.* [Investigation of carboxylate plasticizer modification potential in modified fine-grained concrete mixes] // *Magazine of civil engineering*. 2012. № 8 (34). Pp. 42-46. (rus)
29. Figovskiy O.L., Beylin D.A., Ponomarev A.N. *Uspekhi primeneniya nanotekhnologiy v stroitelnykh materialakh* [Progress of application of nanotechnologies in construction materials] // *Nanotechnologies in construction: scientific Internet magazine*. 2012. № 3. Pp. 6-21. (rus)
30. Kishinevskaya Ye.V., Vatin N.I., Kuznetsov V.D. *Perspektivy primeneniya nanobetona v monolitnykh bolshheproletnykh rebristykh perekrytiyakh s postnapryazheniyem* [Prospects of use of nanoconcrete in monolithic wide-span ridge overlappings with post-tension] // *Magazine of civil engineering*. 2009. № 2. Pp. 54-58. (rus)
31. Yasinskaya Ye.V., Nikulin N.M., Krivtsov Ye.Ye. *Issledovaniye kharakteristik nanomodifitsirovannykh sukhikh stroitelnykh smesey* [Research of characteristics of the nanomodified dry construction mixes] // *Magazine of civil engineering*. 2011. № 2. Pp. 29-32. (rus)
32. Orlov D.V. *Monolitnyye konstruksii iz legkogo modifitsirovannogo nanobetona na primere pyatietazhnoy raznourovnevoy avtostoyanki* [Monolithic designs from the light modified nanoconcrete on the example of five-floor raznourovnevy parking] // *Magazine of civil engineering*. 2010. №5(15). Pp. 12-15. (rus)
33. GOST 26633-91. *Betony tyazhelye i melkozernistyye* [Heavy-weight and sand concretes]. (rus)