

Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Характеристика современных видов панелей в малоэтажном строительстве

А.В. Федорец¹, Е.И. Лысякова², А.А. Набока³, С.С. Зимин⁴

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 195251,
Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

Информация о статье

УДК 693.98

Научная статья

История

Подана в редакцию 12 мая 2015
Принята 8 июня 2015

Ключевые слова

блочные дома,
панельные дома,
теплопроводность стен,
теплоизоляционные материалы для
коттеджей,
разработка универсальных узлов,
узлы,
ЛСТК,
бетон

АННОТАЦИЯ

Все больше внимания люди уделяют экологии, заботятся о своём здоровье. Это одна из причин роста загородного малоэтажного строительства. Для увеличения качества строительства необходимо развитие новых технологий в данной сфере, улучшения качества материалов, снижение стоимости строительства. Целью статьи является подбор приемлемых материалов, узлов и крепление блочных конструкций, а также архитектурной концепции в загородном строительстве. В статье были рассмотрены достоинства и недостатки наиболее популярных материалов и их использование для блочного строительства, наиболее подходящие и удобные архитектурные элементы, а также крепление конструкций. На основе анализа выбран самый подходящий материал, который позволит не только снизить затраты, но и воплотить в жизнь любую архитектурную мысль.

Содержание

1. Введение	63
2. Обзор литературы	63
3. Постановка цели и задач	63
4. Описание исследования	63
4.1. Выбор строительного материала для разработки блоков	63
4.1.1. Бетон	63
4.1.2. Дерево	64
4.1.3. Металл	65
4.2. Выбор архитектурной концепции	66
4.3. Рассмотрение узлов	68
5. Заключение	69

1

Контактный автор:

2

+7 (911) 770 5493, fedorec93@gmail.com (Федорец Алексей Вадимович, студент)

3

+7 (921) 870 4750, LKate26@mail.ru (Лысякова Екатерина Игоревна, студент)

4

+7 (911) 827 6941, naboka1994@bk.ru (Набока Александр Андреевич, студент)

+7 (921) 347 7701, ziminn_sergei@mail.ru (Зимин Сергей Сергеевич, старший преподаватель)

1. Введение

В настоящее время загородное строительство набирает обороты. Анализ и свод информации для проектирования и строительства панельных домов, показал, что есть возможность улучшения качества строительства в сфере малоэтажного панельного домостроения, а также нововведениям в архитектурной концепции.

Статья посвящена разработке универсальных блоков для строительства малоэтажных индивидуальных домов. В статье будут рассмотрены положительные и отрицательные качества блочного и модульного строительства, рассмотрены различные узлы для блочных домов, а также их архитектура. А так же выявление наиболее подходящего материала для проектирования и разработки блоков для малоэтажного строительства [1-3].

2. Обзор литературы

Описание материалов для панельных домов, а также узлы соединений и архитектурная концепция, представленных в [1–18], показал, что действительно есть возможность улучшения качества и структуры, уменьшение количества использованного материала, чему и уделено в статье основное внимание. В существующей литературе подобных попыток сделать панельные конструкции универсальными и простыми в использовании нами не обнаружено.

В сфере загородного строительства существует малое количество нормативной документации, что делает исследование более интересным.

3. Постановка цели и задач

Целью работы является обобщение и рассмотрение панельных конструкций, подбор наиболее подходящего материала, узлов и формы панелей.

Решаемой задачей является проведение сравнительного анализа:

- Выявление преимуществ и недостатков материалов для блочных домов
- Выявление преимуществ и недостатков узлов
- Рассмотрение архитектурной концепции блочных домов для индивидуального жилья
- Рассмотрение экономической составляющей вопроса

В статье рассмотрим наиболее популярные материалы и их рыночные стоимости на сегодняшний день, для последующего проведения анализа экономической эффективности.

4. Описание исследования

4.1. Выбор строительного материала для разработки блоков

В данном разделе рассмотрим самые популярные материалы в строительной сфере. К ним относятся: бетон, дерево, металл. В загородном строительстве, самый распространенный материал-газобетон, а также большой популярностью пользуется каркасное строительство, где несущие элементы - деревянные балки. Остальные материалы относятся к второстепенным.

4.1.1. Бетон

Бетон является одним из самых распространенных строительных материалов в мире. Он обладает многими преимуществами по сравнению с остальными [4].

Преимущества бетона:

- Стоимость

Самым распространенным является бетон марки Б25, его средняя рыночная стоимость 3240р за м³ [5].

- Прочность

Самым распространенным является бетон марки Б25, его прочность на сжатие $R=32,7\text{МПа}$ [6]

- Морозостойкость

Самым распространенным является бетон марки Б25, его морозостойкость F200. Это означает, что бетон выдержит 200 циклов заморозки и оттаивания и при этом потеряет не более 5% своей прочности [6].

- Водонепроницаемость

Самым распространенным является бетон марки Б25, его водонепроницаемость W8. Это означает, что бетон толщиной 15 см не пропускает воду под давлением 8 атмосфер, что соответствует 80 метрам воды [6].

- Огнестойкость

По сравнению с остальными материалами бетон обладает лучшими огнестойкими свойствами [7].

- Подвижность

Из бетона легко отливать практически любые архитектурные формы, так же он легко транспортируется по шлангу на большие высоты.

- Долговечность

Конструкции из бетона при правильной эксплуатации и соблюдении всех условий могут прослужить более 100 лет [8].

Недостатки бетона:

- Вес

Большой вес конструкций. 1 м³ бетона весит 2.8 тонны. Этот минус легко устраним, добавлением специальных легких заполнителей [6].

- Теплоизоляция

Бетон имеет высокую теплопроводность, поэтому дополнительно с ним применяют специальные теплоизоляционные материалы.

- Звукоизоляция

Бетон имеет высокую звукопроводимость, поэтому дополнительно с ним применяют специальные звукоизоляционные материалы.

- Техника

Требуется специальная техника для строительства: автобетононасос, вибратор, а также для получения бетона необходимого класса желательно замешивать раствор в заводских условиях, а не самостоятельно.

У бетона достаточно много плюсов, таких как цена, прочность и другие. Основным минусом бетона можно считать его вес для чего обязательно необходимо применять технику, а это дополнительные затраты, но применение техники так же ускоряет строительство.

4.1.2. Дерево

Дерево в основном распространено в малоэтажном строительстве. В качестве бревен и брусов, а также в форме досок в каркасных домах. А так же из дерева устраивают перекрытия в каменных домах [9].

Преимущества древесины:

- Прочность

Древесина не изотропный материал, поэтому по разным направлениям она имеет разные характеристики прочности. Прочность на сжатие вдоль волокон у сосны $R=13\text{МПа}$ [6].

- Морозостойкость

Древесина способна выдерживать любой перепад температур, быстрое замерзание и быстрое оттаивание.

- Вес

Малый вес конструкций. 1 м³ дерева весит 0.8 тонны. Для строительства необходимо минимальное количество рабочих рук [6].

- Податливость

Из Дерева легко вырезать практические любые архитектурные формы.

- Теплоизоляция

Древесина имеет низкую теплопроводность, поэтому дополнительно применять специальные теплоизоляционные материалы нет необходимости [10].

- Звукоизоляция

Древесина имеет низкую звукопроводимость, поэтому дополнительно применять специальные звукоизоляционные материалы нет необходимости [10].

- Техника

Из-за малого веса и легкости обработки, нет необходимости применять специальную технику. Возможна установка без кранов, распил материала возможен прямо на месте строительства.

Недостатки древесины:

- Стоимость

Самым распространенным является оцилиндрованное бревно диаметром 200мм, его средняя рыночная стоимость 7500р за м³ [11].

- Водобоязнь

Излишняя влага способствует загниванию древесины, процесс загнивания необратим, потому строить срубы в местностях с влажным климатом и частыми дождями не рекомендуется.

- Низкая огнестойкость

Дерево, один из самых горючих материалов. Ряд процедур по обработке брёвен смесями, не поддерживающими горение, один из «до строительных» этапов. Тем не менее, строго следовать правилам пожарной безопасности при проживании в доме из дерева необходимо [7].

- Долговечность

Срок службы конструкции сильно зависит от условий эксплуатации, при неправильном уходе разрушение материала происходит в короткие сроки [12].

Древесина является хорошим выбором при малоэтажном строительстве. Она прочна, легка, и податлива, но в то же время хорошо горит и не долговечна.

4.1.3. Металл

Металл широко распространен во всех видах строительства, но большее предпочтения ему отдают в промышленных объектах и не жилых сооружениях. Это связано с тем, что металлическое здание тяжелее всего отделять. А так же из металла устраивают перекрытия в каменных домах. Рассмотрим сразу несколько вариантов конструкций: стальные балки (двутавры и швеллеры) и ЛСТК (лёгкие стальные тонкостенные конструкции) [13-15].

Преимущества металла:

- Прочность

Сталь в десятки раз превосходит по прочности остальные материалы, и бывает высокопрочной, что позволяет возводить из нее здания высотой более 500 м. Обычное сопротивление стали R=230 МПа для ЛСТК R=250-350 МПа [6].

- Морозостойкость

Сталь не впитывает влагу, а значит, не подвержена воздействию расширения воды при замерзании.

- Податливость

Из стали возможно изготовить конструкции различных форм, но изгибать балки возможно только на производстве, а ЛСТК можно резать на месте.

- Техника

В зависимости от веса необходимо применять кран, в случае ЛСТК он не требуется. Так же узлы возможно крепить болтами, что не требует применения больших машин.

- Долговечность

Конструкции из металла при правильной эксплуатации и соблюдении всех условий могут прослужить более 100 лет.

Недостатки металла:

- Вес

Большой вес стальных балок. 1 м³ стали весит 7.8 тонны. Но сталь имеет высокую прочность поэтому расход материала для выполнения условий по несущей способности очень мал, по сравнению с другими материалами [6].

- Стоимость

Высокая стоимость обусловлена сложностью добычи и производства материала, а также объемами необходимыми при строительстве. Стоимость 1 м³ 250000р [16].

- Водобоязнь

Стальные конструкции подвержены коррозии, для предотвращения необходима дополнительная обработка, которая увеличивает стоимость [17].

- Низкая огнестойкость

Высокие температуры резко уменьшают несущую способность стали. Необходима дополнительная противопожарная обработка [18].

- Теплоизоляция

Сталь имеет высокую теплопроводность, поэтому дополнительно с ним применяют специальные теплоизоляционные материалы. А так же образуются мосты холода в конструкции [19].

- Звукоизоляция

Металл имеет высокую звукопроводимость, поэтому дополнительно с ним применяют специальные звукоизоляционные материалы.

- Электромагнитная безопасность

Нет достаточного количества информации о том, как здания такого типа реагируют на электромагнитные излучения.

- Отсутствие СНиПа для ЛСТК

Нет разработанных норм для зданий из ЛСТК

Металл, а в частности ЛСТК являются наиболее современными строительными материалами. Но недостаточность нормативной базы для ЛСТК влечет за собой множество сложностей при проектировании. В случае использования стальных балок: их нецелесообразно использовать в жилых зданиях из-за эстетических свойств, а также необходимости дополнительной отделки.

4.2. Выбор архитектурной концепции

Современное строительство все чаще переходит на блочное строительство, так как основным достоинством такого строительства является изготовление на заводе, быстрота в сборке и стоимость.

В настоящее время, форма блоков очень ограничена (рисунок 1).

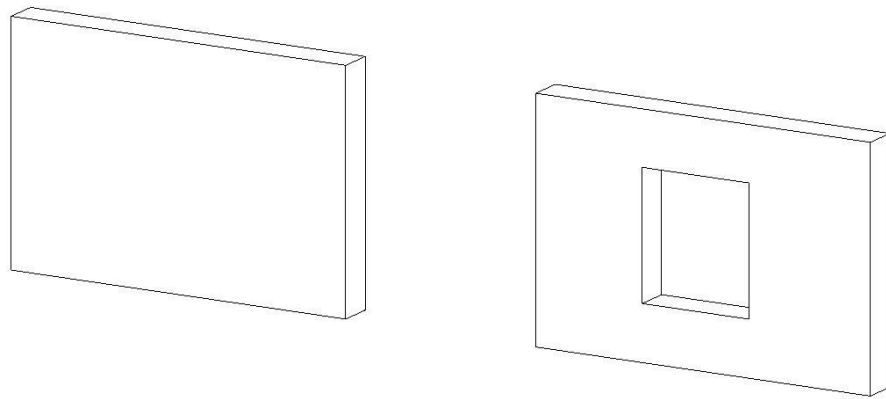


Рисунок 1. Виды панелей в строительстве

Связано это с тем, что при дроблении блоков теряется несущая способность (это применимо к панельным домам). Если рассматривать малоэтажное и загородное строительство, то существует возможность дробления конструкции на отдельные части, так как на здания воздействуют небольшие нагрузки.

В свою очередь, такое дробление конструкции дает возможность создавать различные архитектурные объекты, которые будут легко и быстро возводиться. На рисунке 2 представлены некоторые из блоков.

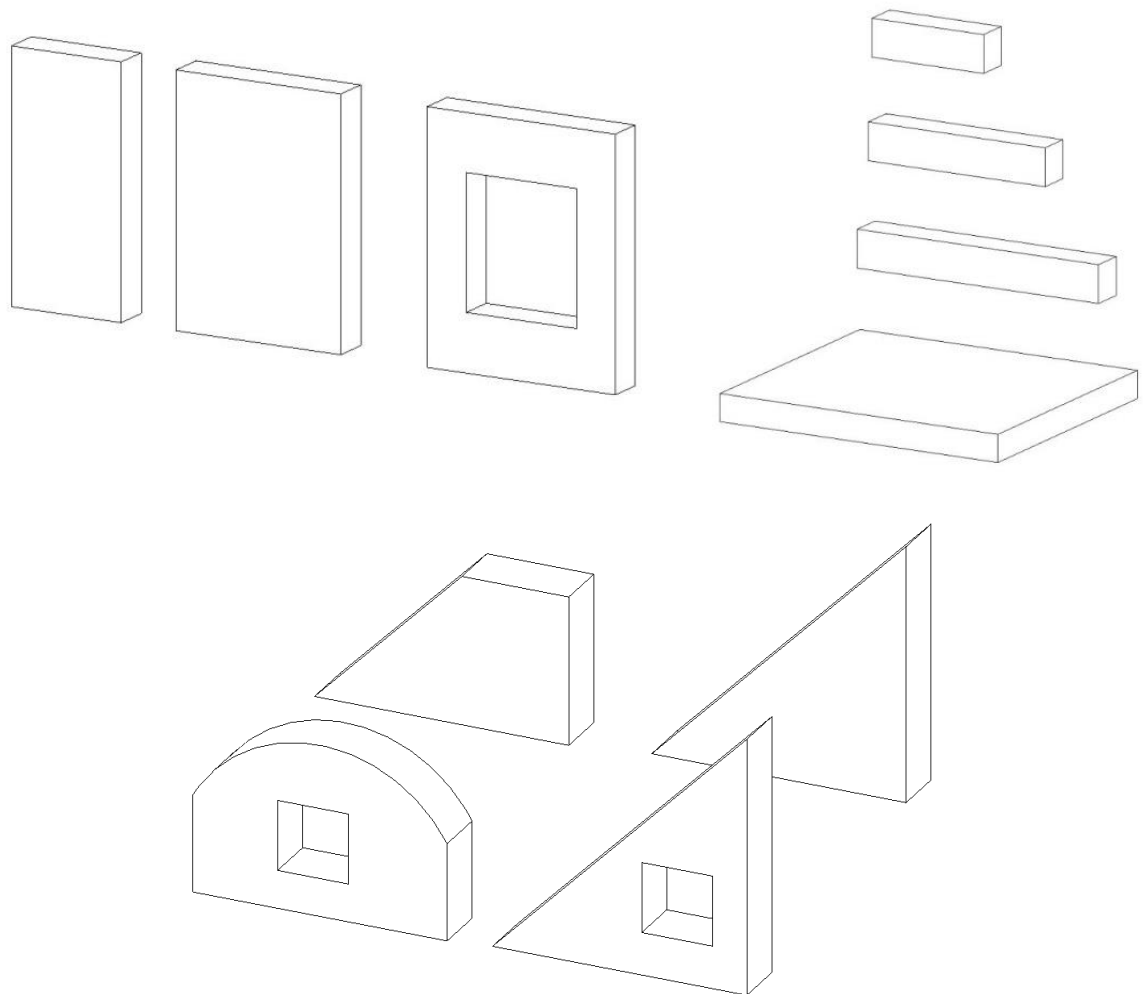


Рисунок 2. Виды блоков в строительстве

Детальная разработка панелей позволит создать универсальные блоки, которые можно собрать в номенклатуру, которая, в свою очередь, будет полезна в использовании не только исполнителю, при проектировании здания, но и потребителю при монтаже. Так же данная номенклатура позволит автоматизировать проектирование.

4.3. Рассмотрение узлов

Основные критерии применения узлов: абсолютная геометричность, отсутствие мостиков холода, прочность соединений, простота в изготовлении и сборке.

Существует 4 основных способа соединения панелей между собой, предназначенные для разных конструкций (рисунок 3):

1 - для соединения наружных панелей;

2 - для соединения внутренних панелей;

3,4 - для соединения панелей наружного монтажа на готовом каркасе, например, из металлоконструкций при строительстве ангаров, производственных цехов, теплиц, для небольших и больших помещений соответственно.

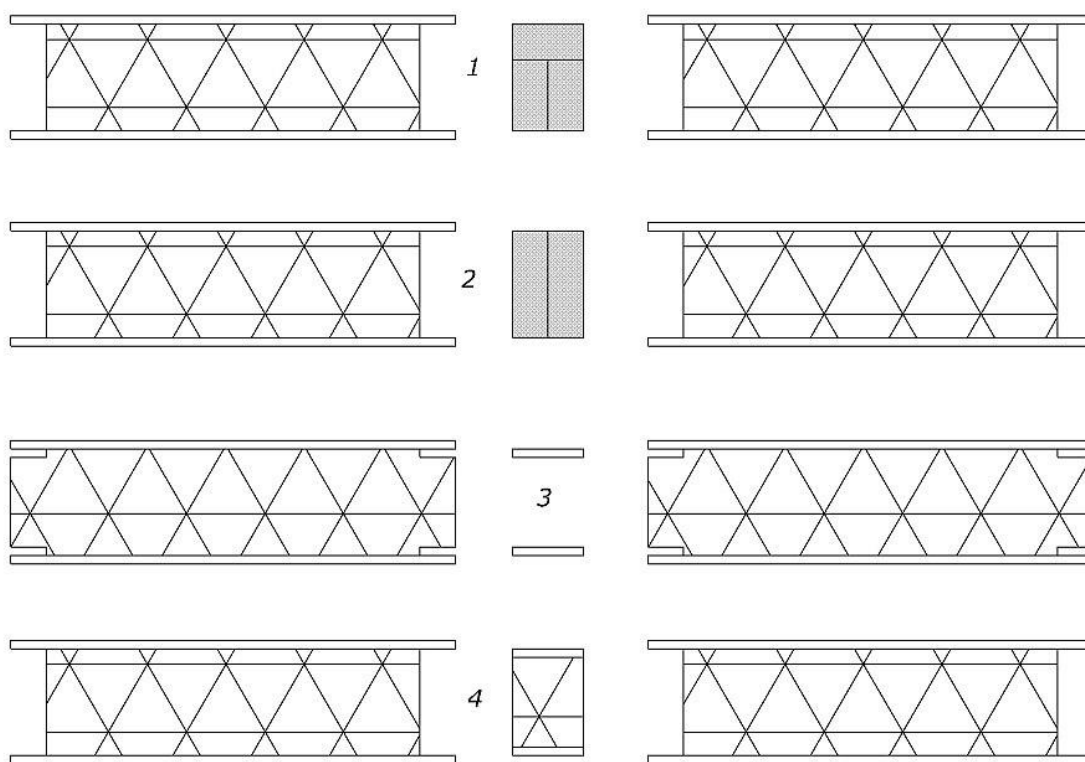


Рисунок 3. Типы соединений панелей

1 - соединение деревянной шпонкой, изготовленной из 3-х досок 50*100;

2 - соединение деревянной шпонкой, изготовленной из 2-х досок 50*150;

3 - соединение полосой ОСП 12*100;

4 - соединение полосой сэндвич панели, размерами со шпоночный паз (для соединения панелей толщиной 174 мм применяется соединительная панель толщиной 150 мм и шириной 100 мм.) [20].

Для блоков из бетона такие типы плохо применимы, поэтому предстоит рассмотреть более подробно узлы, используемые в бетонном строительстве и разработать их самостоятельно.

5. Заключение

Блочное строительство имеет множество преимуществ по сравнению с обычным строительством. В нынешних условиях кризиса экономики, главным критерием становится стоимость строительства. Опираясь на нее нужно выбрать бетон. Наладить производство бетонных изделий проще и дешевле относительно других материалов, и сам бетон дешевле остальных материалов. Все эти факторы говорят о минимальной конечной цене для потребителя. При этом рассматриваемый типовой бетон В25 достаточно прочен даже для многоэтажного строительства. В малоэтажном его можно заменить на бетон меньшего класса прочности, а также на более легкий, если применить керамзитовый заполнитель. Это одновременно решит две проблемы: излишний вес, и возможность использования менее габаритного крана и частично улучшит теплоизоляцию бетона.

Бетон широко используется для создания различных архитектурных элементов, так как он производится в жидком виде, то его можно залить в любые архитектурные формы. А так же бетонные излишки поддаются переработке и вновь включаются в производство.

Есть и негативные составляющие, такие как необходимость использования крана. Но скорость строительства возрастает в разы. Стандартный дом из кирпича строится от 4 до 6 месяцев бригадой в 6 человек. А дом из блоков на готовый фундамент можно собрать за неделю силами 3-х рабочих и крановщика. Так что деньги, потраченные на бригаду, во много раз превышают затраты на кран.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что бетон является наиболее подходящим выбором для блочного малоэтажного строительства.

В дальнейшем исследовании необходимо разработать самый оптимальный вариант блоков на основании архитектуры и материала.

Литература

- [1]. Калихман А.Д., Иванова А.Е. Навесные фасадные системы в новом строительстве и реконструкции жилых домов в Иркутске // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2011. №1(1). С. 166-173.
- [2]. Калихман А.Д. Строительная физика: проектирование и расчеты. Ч. 1. Тепловая защита зданий: учебное пособие. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2010. 162 с.
- [3]. Life cycle environmental and economic analysis of polyurethane insulation in low energy buildings. BRE Global 2010 Client report number 254-665. Brussels, Belgium. 121 p.
- [4]. Немова Д.В. Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 5. С. 7-11.
- [5]. Scheufele, D.A., Messages and heuristics: How audiences form attitudes about emerging technologies (2006) Engaging Science: Thoughts, Deeds, Analysis and Action, pp. 20-25., J. Turney, The Wellcome Trust London.
- [6]. Ватин Н.И., Горшков А.С., Немова Д.В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте // Строительство уникальных зданий и сооружений. №3 (8). 2013. С. 1-11.
- [7]. Life cycle environmental and economic analysis of polyurethane insulation in low energy buildings. BRE Global 2010 Client report number 254-665. Brussels, Belgium. 121 p.
- [8]. Самарин О.Д. О влиянии изменения климата на окупаемость дополнительного утепления несветопрозрачных ограждений. // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. С. 561-563.
- [9]. Ватин Н.И., Величкин В.З., Горшков А.С., Пестряков И.И., Пешков А.А., Немова Д.В., Киски С.С. Альбом технических решений по применению теплоизоляционных изделий из пенополиуретана марки «SPUINSULATION» в строительстве жилых общественных и промышленных зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. №3 (8). С. 1-264.
- [10]. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 4-у, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1973. с. 287.
- [11]. Соминский М.Б. Герметизация и утепление стыков наружных ограждений эксплуатируемых панельных зданий. Л.: Стройиздат. 1995, 72 с.
- [12]. Баглай А.П., Карапузов Е.К., Кузнецов А.Д. Герметизация стыков // Строительство и архитектура. 2003. №5. С.15-16.
- [13]. Панельные здания Петербурга. Технические характеристики. Проектные решения. Методы ремонта. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Winrar. URL <http://dwg.ru/dnl/load.php?id=4105&z=.rar> (дата обращения 02.04.2015).
- [14]. Альхименко А. И., Ватин Н. И., Рыбаков В. А. Технология легких стальных тонкостенных конструкций. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. 27с.
- [15]. Постановление Правительства РФ от 17 декабря 2010 г. N 1050 "О федеральной целевой программе "Жилище" на 2011 - 2015 годы".
- [16]. Кузьменко Д.В., Ватин Н.И. Ограждающая конструкция «нулевой толщины» - термопанель // Инженерно-строительный журнал. 2008. № 1. С. 13-21.
- [17]. Федяева П. В., Шеина С. Г. Комплексная оценка энергосберегающих мероприятий при эксплуатации объектов недвижимости // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 165-166.
- [18]. Ежелева Л. Конструкции для малоэтажек // Промышленно-строительное обозрение. №107. 2008. С. 7-12.
- [19]. Chen Y., Zhu Y. Cases for life-cycle energy consumption and environmental emissions in residential buildings // Journal of Tsinghua University. Vol. 50. 2010. Pp. 330-334.
- [20]. Копытенкова О.И., Турсунов З.Ш. Оценки риска и направления совершенствования охраны труда в строительстве при использовании минеральных ват // Интернет-журнал Науковедение. 2013. №1(14). С.17-23.
- [21]. Al-Tayyib A.J., Jung H.J., Shamin Khan M. Development of calcium silicate thermal insulator in Saudi Arabia // Cement and Concrete Research. 1990. Vol. 20. Issue 5. Pp. 767-777.

Characteristics of modern types of panels in low-rise building

A.V. Fedorec¹, E.I. Lysiakova², A.A. Naboka³, S.S. Zimin³

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia.

ARTICLE INFO

Original research article

Article history

Received 12 May 2015
Accepted 08 June 2015

Keywords

block houses,
prefabricated houses,
the thermal conductivity of the walls,
insulation materials for houses,
development of universal nodes,
the nodes,
LSTC,
concret

ABSTRACT

More people pay attention to the environment, taking care of their health. This is one of the reasons for the growth of suburban low-rise building. To increase the quality of construction is necessary to develop new technologies in this area, improving the quality of materials, reduce the cost of construction. The aim of the paper is the selection of suitable materials, components and mounting block designs, as well as the architectural concept of rustic construction. The paper reviewed the advantages and disadvantages of the most popular materials and using them to block the construction of the most suitable and convenient architectural elements, as well as mounting structures. Based on the analysis we selected the most suitable material, which will not only reduce costs but also to realize any architectural idea.

1 Corresponding author:
+7 (911) 770 5493, fedorec93@gmail.com (Fedorec Alexey Vadimovich, Student)
2 +7 (921) 870 4750, LKate26@mail.ru (Lysiakova Ekaterina Igorevna, Student)
3 +7 (911) 827 6941, naboka1994@bk.ru (Naboka Aleksandr Andreevich, Graduate Student)
4 +7 (921) 347 7701, zimin_sergei@mail.ru (Zimin Sergej Sergeevich, Student)

References

- [1]. Kalikhman A.D, Ivanova A.Ye. *Navesnyye fasadnyye sistemy v novom stroitelstve i rekonstruktsii zhilykh domov v Irkutstke* [Suspended facade systems for new construction and reconstruction of residential buildings in Irkutsk city] *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost.* 2011. № 1(1). Pp. 166- 173. (rus)
- [2]. Kalikhman A.D. *Stroitel'naya fizika: proyektirovaniye i raschety. Ch. 1. Teplovaya zashchita zdaniy: uchebnoye posobiye.* [Building physics: design and calculations. Part 1. Thermal protection of buildings: a tutorial. Irkutsk: Irkutsk State Technical University Publishing House] *Irkutsk: Izd-vo IrGTU*, 2010. 162 p. (rus)
- [3]. Life cycle environmental and economic analysis of polyurethane insulation in low energy buildings. BRE Global 2010 Client report number 254-665. Brussels, Belgium. 121 p.
- [4]. Nemova D.V. *Navesnyye ventiliruyemyye fasady: obzor osnovnykh problem* [Ventilated facades: an overview of the main problems] *Magazine of Civil Engineering.* 2010. № 5. Pp. 7-11. (rus)
- [5]. Scheufele, D.A., Messages and heuristics: How audiences form attitudes about emerging technologies (2006) *Engaging Science: Thoughts, Deeds, Analysis and Action*, pp. 20-25, J. Turney, The Wellcome Trust London.
- [6]. Vatin N.I., Gorshkov A.S., Nemova D.V. *Energoeffektivnost ograzhdayushchikh konstruktsiy pri kapitalnom remonte* [Energy efficiency building envelopes during overhaul] *Construction of Unique Buildings and Structures.* 3 (8). 2013. Pp. 1-11. (rus)
- [7]. Life cycle environmental and economic analysis of polyurethane insulation in low energy buildings. BRE Global 2010 Client report number 254-665. Brussels, Belgium. 121 p.
- [8]. Samarin O.D. *O vliyani izmeneniya klimata na okupayemost dopolnitelnogo utepleniya nesvetoprozrachnykh ograzhdeniy* [The effect of climate change on the return on the additional insulation Non transparent enclosures] *Academia. Arkhitektura i stroitelstvo.* 2009. 5. Pp. 561-563. (rus)
- [9]. Vatin N.I., Velichkin V.Z., Gorshkov A.S., Pestryakov I.I., Peshkov A.A., Nemova D.V., Kiski S.S. *Albom tekhnicheskikh resheniy po primeneniyu teploizolyatsionnykh izdeliy iz penopoliuretana marki «SPUINSULATION» v stroitelstve zhilykh obshchestvennykh i promyshlennykh zdaniy* [Album of technical solutions for the application of polyurethane foam insulation products brand «SPUINSULATION» in the construction of residential public and industrial buildings] *Construction of Unique Buildings and Structures.* 2013. 3 (8). Pp. 1-264. (rus)
- [10]. Fokin K.F. *Stroitel'naya teplotekhnika ograzhdayushchikh chastey zdaniy. Izd. 4-u, pererab. i dop. M., Stroyizdat,* 1973. 287 p. [Thermal Engineering envelope of the building] (rus)
- [11]. Sominskiy M.B. *Germetizatsiya i utepleniye stykov naruzhnykh ograzhdeniy ekspluatiruyemykh panelnykh zdaniy.* [Sealing and insulation joints outdoor enclosures exploited panel buildings] L.: *Stroyizdat.* 1995, 72 p. (rus)
- [12]. Baglay A.P. Karapuzov Ye.K., Kuznetsov A.D. *Germetizatsiya stykov* [Sealing joints] *Stroitelstvo i arkhitektura.* 2003. №5. Pp.15-16. (rus)
- [13]. *Panelnyye zdaniya Peterburga. Tekhnicheskiye kharakteristiki. Proyektnyye resheniya. Metody remonta.* [web source]. Sistem. trebovaniya: Winrar. URL <http://dwg.ru/dnl/load.php?id=4105&z=.rar> (date of reference 02.04.2015).
- [14]. Alkhimenko A. I., Vatin N. I., Rybakov V. A. *Tekhnologiya legkikh stalnykh tonkostennykh konstruktsiy.* [Tech light steel thin-walled structures.] SPb: Izd-vo Politekh. un-ta, 2008. 27 p. (rus)
- [15]. *Postanovleniye Pravitelstva RF ot 17 dekabrya 2010 g. N 1050 "O federalnoy tselevoy programme "Zhilishche" na 2011 - 2015 gody".* [Government Resolution of December 17, 2010 N 1050 "On the federal targeted program" Housing "for 2011 - 2015".] (rus)
- [16]. Kuzmenko D.V., Vatin N.I. *Ograzhdayushchaya konstruktsiya «nulevoy tolshchiny» - termopanel* [Walling "zero thickness" - thermopanel] *Magazine of Civil Engineering.* 2008. Vol.1. Pp. 13-21. (rus)
- [17]. Fedayeva P. V., Sheina S. G. *Kompleksnaya otsenka energosberegayushchikh meropriyatiy pri ekspluatatsii obyektov nedvizhimosti* [Comprehensive assessment of energy saving measures in the operation of real estate] *Academia. Arkhitektura i stroitelstvo.* 2010. Vol. 3. Pp. 165-166.
- [18]. Yezheleva L. *Konstruktsii dlya maloetazhek* [Designs for low-rise buildings] *Promyshlennno-stroitelnoye obozreniye.* Vol. 107. 2008. Pp. 7-12. (rus)
- [19]. Chen Y., Zhu Y. Cases for life-cycle energy consumption and environmental emissions in residential buildings // *Journal of Tsinghua University.* Vol. 50. 2010. Pp. 330-334.

[20]. Kopytenkova O.I., Tursunov Z.Sh. *Otsenki riska i napravleniya sovershenstvovaniya okhrany truda v stroitelstve pri ispolzovanii mineralnykh vat* [Risk assessment and ways of improving occupational safety and health in construction using mineral wools] *Naukovedeniye*. 2013. 1(14). Pp.17-23. (rus)

[21]. Al-Tayyib A.J., Jung H.J., Shamin Khan M. Development of calcium silicate thermal insulator in Saudi Arabia // *Cement and Concrete Research*. 1990. Vol. 20. Issue 5. Pp. 767–777.

Федорец А.В., Лысякова Е.И., Набока А.А., Зимин С.С. Характеристика современных видов панелей в малоэтажном строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №6(33). С. 62-73.

Fedorec A.V., Lysiakova E.I., Naboka A.A., Zimin S.S. Characteristics of modern types of panels in low-rise building. Construction of Unique Buildings and Structures, 2015, 6(33), Pp. 62-73. (rus)