

Трудности и возможности современного панельного домостроения

Д.Н. Блажко ^{1*} А.Л. Гусева ²

^{1,2} Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье УДК 69.01

Аннотация

Крупнопанельное домостроение распространилось в России в 40-х годах 20-го века и активно используется в настоящее время. Такой вид строительства более экономичен и требует меньше трудозатрат, что позволяет быстро возводить качественные дома. Целью данной статьи является анализ достижений в многоэтажном панельном домостроении последних лет для определения его достоинств относительно других видов строительства и недостатков, для задания направления развития в данной сфере. В статье были изучены виды несущих конструкций панельных сооружений и для подробного изучения взяты крупнопанельные дома. Отдельно рассмотрены несущие конструкции крупнопанельных сооружений, такие как фундамент, стеновые панели и перекрытия, сделан упор на виды стыков между панелями. Стыки - это основной недостаток, из-за которого панельное домостроение проигрывает монолитному, но в настоящее время появляются новые материалы для того, чтобы сделать их более надёжными, а для расчета стыков стало удобно применять компьютерное моделирование.

Ключевые слова: строительство зданий, крупнопанельное домостроение, жилые здания, прочность материалов, компьютерное моделирование, быстровозводимые сооружения, сборный железобетон, панельное строительство, прочность конструкции.

Содержание

1.	Введение	112
2.	Обзор литературы	112
3.	Цель исследования	113
4.	Крупнопанельное домостроение в настоящий момент	113
5.	Виды несущих конструкций панельных сооружений	113
6.	Достоинства и недостатки железобетонных панелей	114
7.	Железобетонные перекрытия крупнопанельных домов	114
8.	Стеновые панели	114
9.	Способы изготовления панелей	115
10.	Стыки между панелями	115
11.	Фундамент в крупнопанельных зданиях	115
12.	Заключение	116

Контактный автор:

1*. +7(911)7977237, dan221098@gmail.com (Блажко Даниил Николаевич, студент)

2. +7(911)9513279, gusevaarina1412@rambler.ru (Гусева Арина Леонидовна, студент)

1. Введение

Развитие панельного домостроения началось в конце 1940-х годов. Это произошло в силу того, что военная промышленность отошла на второй план и производство страны было направлено на изготовление потребительских товаров. В то время в СССР существовала проблема переизбытка коммунальных квартир, что являлось экономически невыгодным и неправильным согласно этическим соображениям.

К 60-м годам жилищное строительство стало основываться на промышленном домостроении, сооружались целые микрорайоны, состоящие из типовых (серийных) 5-ти, а затем в начале 70-х годов и 9-ти этажных домов. Для всех серий, в отличие от сооружений сталинской эпохи, была характерна простота, строгость форм и экономичности решений, именно по этой причине крупнопанельные дома получили самое широкое распространение. Планировалось, что к 1980 году каждая семья будет иметь отдельную квартиру, но в поставленный срок только 85% имели свое жилье, поэтому сроки были отодвинуты еще на 15 лет.

В конечном итоге произошел распад Советского Союза, из-за которого большая часть заводов по изготовлению панелей приостановила производство, из-за чего данный вид строительства практически сошел на нет. В последние десятилетия в связи с открытием новых заводов и с ростом мировой популярности данной технологии она снова начала стремительно развиваться на территории России.

2. Обзор литературы

В статьях [5, 13, 14, 22] представлены новые конструкции стыков между панелями.

Исследование Vella J. P., Vollum R.L., Jackson A. посвящено определению наиболее прочного способа скрепления железобетонных панелей с использованием стальных стержней. Проводится испытание панелей на растяжение. Была установлена оптимальная длина полотна, при которой жесткость конструкции достигает максимального значения [5].

Статья Кривилёва И.С. посвящена вопросам, связанным с внедрением наиболее эффективных технологий для герметизации сборных железобетонных конструкций подземных и заглубленных сооружений, позволяющих значительно ускорить сроки герметизации, повысить эксплуатационные характеристики действующих сооружений и сократить стоимость их обслуживания [13].

В своей работе Митасов В.М., Пантелеев Н.Н., Нарушевич А.Н. разработали конструктивное решение сопряжения вертикальных и горизонтальных конструкций для крупнопанельных зданий повышенной этажности. Экспериментальные исследования показали, что исчерпание несущей способности стыка новой конструкции вызвано разрушением основного сечения стеновой панели [14].

В статье Мироновой Ю.В., Абдрахимовой Н.С., Халиуллина А.Р. представлены результаты численного исследования напряженно-деформированного состояния несущей системы многоэтажного бескаркасного здания при аварийном воздействии. Рассмотрены возможные конструктивные решения бескаркасного вертикального стыка стеновых панелей и проведен анализ их НДС. Представлено решение, которое значительно повышает сопротивляемость многоэтажного бескаркасного здания прогрессирующему разрушению при внештатных ситуациях.

В работах [15, 18] описываются новые технологии высокоскоростного возведения и монтажа панельных зданий.

Ладнушкин А.А., Авхадеев Р.Р., Хасанов Р.М., Садыков Р.Р. считают, что при отсутствии штатных подъемных механизмов применима технология бескаркасного монтажа. В данной статье выполнен анализ возможности использования в качестве опор монтажной системы существующие конструкции здания - железобетонные ребристые, многопустотные плиты перекрытия и покрытия, рассматривается возможность устройства подвесов в виде сосредоточенных сил и анализ напряженно-деформированного состояния нагруженных сборных плит [15].

В работе Давидюк А.Н., Якобсона М.Я., Тропина В.В., Зейфера А.Р., Починкина И.И., Будаева А.Н. рассмотрены инновационные решения в области проектирования зданий и сооружений из сборного железобетона, монтажа быстровозводимых большепролетных конструкций. Сравнительный анализ технологии сборного железобетона с металлоконструкциями или с монолитным железобетоном показал эффективность, а именно: снижение стоимости изделия, сокращение сроков строительно-монтажных работ [18].

В статьях [25, 26, 29] рассказывается про развитие крупнопанельного домостроения в различных регионах России.

Корниенко В.Д., Чикота С.И. рассмотрели периодизацию строительства жилых многоквартирных домов полносборной конструкции на примере г. Магнитогорска. Представлена основная характеристика таких зданий различных годов постройки. В работе Власовой С. А. отражены особенности развития крупнопанельного домостроения на Дальнем Востоке в годы советской власти, благодаря которому в регионе удалось частично решить жилищную проблему и обеспечить большинство населения благоустроенным жильем. Власов С.А. в своей второй статье исследуется развитие крупнопанельного домостроения на Дальнем Востоке в годы массового жилищного строительства. Показал, что

возведение недорогого социального жилья индустриальным методом стало важным вкладом в решение жилищного вопроса в Дальневосточном регионе в 1960-1991 гг.

В работах [27, 26, 29] описываются приёмы модернизации крупнопанельных жилых зданий.

Ковалёв Д.В. в своей статье провёл анализ приемов модернизации фасадов крупнопанельных домов на основе графоаналитического метода, систематизации существующих аналогов, обзора современных технологий проектирования и строительства КПД проведен. В качестве аналитической базы были взяты крупнопанельные дома России и Европы. Применение на практике приемов модернизации фасадов поможет внести разнообразие в массив жилой застройки городских кварталов, повысит эстетическую привлекательность современных панельных домов и сформирует комфортную среду обитания для жителей.

Работа Ковалёва Д.В. и Чудиновой В. Г. посвящена задачам модернизации жилой среды массовой застройки, научному обоснованию принципов реконструкции. Авторы выявляют проблемные инженерно-технологические и организационные аспекты, показывают тенденции трансформации жилой среды в современных социально-экономических условиях. Предлагают проектные модели модернизации крупнопанельных домов 97-й серии для г. Челябинска.

3. Цель исследования

Целью работы является анализ достижений в многоэтажном панельном домостроении последних лет для определения его достоинств относительно других видов строительства и недостатков, для задания направления развития в данной сфере.

4. Крупнопанельное домостроение в настоящий момент

В данный момент доля строящихся панельных домов составляет около 40%, но в дальнейшем она будет только возрастать с ускорением урбанизации. Стремительное развитие панельного строительства обусловлено:

- Высокой скоростью строительства по сравнению с другими технологиями
- Экономичностью за счет массового производства панелей
- Высоким качеством конечных сооружений
- Гибкостью в производстве (размер и форма панелей ограничиваются только параметрами веса и габаритами при доставке до строительной площадки)

Самой распространенной в России является 125-я серия крупнопанельных домов. Её начали возводить в 1970-е года, она предназначалась для жилого и общественного строительства. Толщина стен наружных ограждающих стен в данной серии составляет 350 мм. В 1999 году 9-ти этажный вариант этой серии был модернизирован, до сих пор активно возводится и соответствует современным стандартам. Данная серия имеет большие кухни и коридоры, комнаты квадратной формы, квартиры в этой серии домов имеют низкую себестоимость по сравнению с домами, построенными традиционным (кирпичные несущие стены) или каркасно-монолитным способом.

За последние годы качество панельных домов значительно улучшилось благодаря наработкам в области производства панелей и материала для создания стыков. Главным недостатком панельного строительства было ограниченное пространство для планировки квартир, из-за чего она была однообразная, а помещения маленького размера, из-за этого многие покупатели, выбирали дома, построенные другим способом, со временем развивается производство, и появилась возможность создавать более совершенные панели, благодаря которым при планировании этажей появляется намного больше возможностей.

Второй по значимости была проблема создания надежных стыков между панелями, с появлением компьютерного моделирования рассчитывать стыки стало намного проще, это делается благодаря программе ЛИРА САПР 2017.

Третьим по значимости недостатком была высокая теплопроводность бетона, что сильно увеличивало затраты на отопление, сейчас, благодаря новым технологиям, эта проблема успешно решена. Дополнительно весомым минусом для будущих владельцев квартир является плохая звукоизоляция панельных домов, в данный момент технологии тоже позволяют справиться с этой проблемой, но требуются высокие денежные затраты.

5. Виды несущих конструкций панельных сооружений

На сегодняшний день во многоэтажном гражданском строительстве основными типами зданий являются каркасно-панельные и бескаркасные (крупнопанельные). Последние используются намного чаще в силу повышенной степени готовности элементов, что значительно ускоряет монтаж и снижает его трудоемкость.

- **Каркасно-панельные**

Данный вид подразделяется на две схемы конструкции: с полным каркасом и с внутренним каркасом.

Несущая рама полнокаркасных сооружений состоит из колонн и ригелей, воспринимающих все основные вертикальные и горизонтальные нагрузки. Панели стен крепятся к стойкам рамы, а ригели имеют специальную форму для удобства закрепления перекрытий. Наружные стены могут быть самонесущими, тогда они опираются на перекрытия и на фундамент.

При внутреннем каркасе отсутствуют внешние несущие колонны, в этом случае наружные стены так же выполняют опорную роль.

• **Бескаркасные (крупнопанельные)**

Бывают с продольными несущими стенами, расположенными продольно, поперечно и в обоих направлениях

В бескаркасных зданиях с продольными несущими стенами наружные поперечные стены самонесущие, а перекрытия опираются на продольные стены. Поперечные стены в таких зданиях устраивают преимущественно в лестничных клетках, в местах, где должны проходить дымовые и вентиляционные каналы, а также в про-межутках между ними.

Возводятся также бескаркасные здания, у которых несущими являются как поперечные, так и продольные стены. В таких зданиях панели перекрытий размером на комнату опираются всеми четырьмя сторонами на поперечные и продольные стены. Количество продольных стен зависит от ширины здания.

Самой выгодной схемой является с поперечными несущими стенами, так как панели перекрытий опираются на внутренние поперечные стены, что позволяет значительно облегчить наружные стеновые панели, которые в данном случае выполняют только ограждающие функции.

Панели для таких зданий проектируют, исходя из размеров комнат. Для изготовления панелей используются наиболее прогрессивные способы.

6. Достоинства и недостатки железобетонных панелей

Главным материалом для плит является именно бетон, потому что он имеет следующий ряд преимуществ:

- Низкая стоимость
- Высокая прочность на сжатие
- Водостойчивость
- Способность принимать любые формы
- Долговечность
- Огнеустойчивость

Так же у него имеются некоторые недостатки:

- Высокая теплопроводность
- Низкая прочность на растяжение
- Низкая шумоизоляция
- Потребность в специальной технике

7. Железобетонные перекрытия крупнопанельных домов

Железобетонные панели изготавливаются из арматуры и бетона. Арматура бывает рабочей (находится в нижней части изделий, работающих на изгиб) и монтажной (задает форму изделию, фиксирует рабочие стержни). Для несущих конструкций используется бетон классов В15-В60, для ограждающих конструкций В2,5-В10.

Основной тип перекрытий, используемый в крупнопанельном строительстве – пустотные панели. Они производятся из железобетона, внутри имеются цилиндрические пустоты. Армирование происходит по периметру. Они имеют следующие преимущества: сниженный вес, в следствие чего упрощается транспортировка и монтаж, увеличенная прочность за счет внутреннего каркаса, образуемого пустотами, возможность использовать отверстия для проводки коммуникаций. На данный момент пустотные перекрытия являются самыми практичными, почему и имеют самое широкое распространение

8. Стеновые панели

Виды стеновых панелей:

Стеновые панели классифицируют по нескольким параметрам:

- По назначению (панели для многоэтажных домов, строительства чердачных помещений, для цокольных этажей).

- По конструкции (составные и с цельной структурой).
- По числу основных слоев (однослойные, двухслойные и трехслойные).

Стеновые панели изготавливаются сразу с дверными и оконными проемами, которые имеют определенный стандартный размер, иногда его определяет заказчик. В гражданском многоэтажном строительстве для внешних стен в основном применяют трехслойные панели, ребристые панели, между которыми проложен утеплитель, а для внутренних – однослойные.

9. Способы изготовления панелей

Конвейерное производство – все операции полностью синхронизированы, отличается ритмичностью и высокой производительностью. Панели формируются горизонтально в отдельных формах

Кассетное производство – используются ряд вертикальных щитов или листов, которые служат разделителями кассет и выполняют роль опалубки. Имеет преимущество перед конвейерным, так как требуется намного меньшая площадь помещения, уменьшается время изготовления одного элемента и механизмуется большая часть рабочих процессов.

Стендовое производство – делается в стационарных формах, используется для изготовления крупноразмерных, предварительно напряженных панелей

Способ вибропроката – одновременное воздействие вибрацией и прокатом между валами, что значительно повышает прочность и плотность бетона. Делается на прокатном стане.

10. Стыки между панелями

В настоящий момент панельное домостроение проигрывает монолитному из-за недостаточной надежности стыков и, как правило, используется при муниципальной застройке, когда требуется в максимально короткие сроки отстроить большое количество домов за небольшую стоимость. При коммерческом строительстве чаще прибегают к монолитной технологии, которая считается более долговечной.

Существует множество вариантов создания стыков между панелями, каждый год разрабатываются свежие все более и более надежные варианты.

Некоторые виды стыков:

Ранее в панельном домостроении применялись три вида стыков:

- Закрытый стык – герметизация начала стыка мастиками по прокладкам.
- Дренажный стык – герметизация начала стыка мастиками по прокладкам и дополнительными конструктивными элементами.
- Открытый стык – герметизация обеспечивается конструктивными устройствами, прокладками или оклеечной изоляцией [из ВСН 32–77 п.5].
- Чаще всего сейчас используются другие виды стыков: горизонтальные и вертикальные.

Горизонтальные – обеспечивают передачу нагрузки от внецентренного сжатия, изгиба и сдвига из плоскости стены. Существует несколько типов горизонтальных стыков, в зависимости от вида опоры:

- Платформенные – сжимающая вертикальная нагрузка переходит в два горизонтальных растворных шва через плиты перекрытий.
- Контактные – сжимающая нагрузка передается через растворный шов.
- Комбинированные – сжимающая нагрузка передается через участки нескольких типов.
- Монолитные – сжимающая нагрузка передается через прослойку монолитного бетона, которая находится между плитами перекрытия.
- Сдвигающие усилия в вертикальных стыках:
- С бетонными или железобетонными шпонками, образуемыми путем замоноличивания полости стыка бетоном;
- Бесшпоночными соединениями в виде замоноличенных бетоном арматурных выпусков из панелей;
- Сваренными между собой закладными деталями, заанкеренными в теле панелей;
- Плитами перекрытий, заведенными в платформенные стыки.

11. Фундамент в крупнопанельных зданиях

Для жилых крупнопанельных зданий применяют три типа фундаментов:

- Ленточный – из типовых фундаментных лент или блоков. Ленты используют отдельно или перекрестно, они могут быть с прямоугольным или ступенчатым поперечным сечением.

- Плитный – из монолитного железобетона с постоянной или переменной толщиной под всей площадью здания (толщина 0,5-2 м.) Содержание арматуры не менее 0,3%.
- Свайный – из монолитных ростверков в виде фундаментных или ленточных фундаментных плит и свай различных видов.
- В особых случаях допускается использование и других видов фундаментов, при соответствующем расчетном обосновании. Класс бетона для фундамента рекомендуется применять не менее В20, по водопроницаемости не менее W6.

12. Заключение

С целью определения достоинств и недостатков многоэтажного панельного домостроения были изучены виды несущих конструкций панельных сооружений. В данной работе мы рассмотрели бескаркасные здания, так как считаем их наиболее перспективными благодаря высокой скорости возведения зданий.

Крупнопанельные дома имеют ряд преимуществ, такие как: низкая стоимость, высокая прочность на сжатие, водоустойчивость, способность принимать любые формы, долговечность, огнеустойчивость. К сожалению, они так же имеют свои недостатки: высокая теплопроводность, низкая прочность на растяжение, низкая шумоизоляция, потребность в специальной технике. Но даже эти минусы не мешают быть данному виду домостроения самым популярным среди существующих.

Мы пришли к выводу, что с развитием материаловедения появляются всё новые и новые технологии и материалы для создания надёжных перекрытий, которые позволяют увеличить пролёт между несущими стенами, что способствует созданию блок-схем действительно удобных квартир для рядового потребителя. Будет решена еще одна не менее важная для потребителя проблема – звукоизоляция и теплотехника панельных домов.

Одним из основных направлений исследования является поиск способов ещё больше облегчить панели, но при этом не потерять их прочность. Не менее актуальной задачей будет поиск способов сделать производство панелей гибкими, предоставить возможность отливать высококачественные панели прямо на стройплощадке.

Самая главная задача панельного домостроения, это разработка стыков, с которыми панельные дома не будут уступать по долговечности монолитным. Стыки - это основная проблема крупнопанельных домов, но пути её решения активно ищутся и скоро они будут доведены до совершенства окончательно, а панельное домостроение займет лидирующую позицию во всём объёме строительства.

Благодарности

Авторы выражают признательность научному консультанту Назмеевой Татьяне Вильсовне, ст. преп., за оказанную помощь при проведении данного исследования и написании настоящей статьи.

Литература

- [1]. Vella J.P., Vollum R.L., Jackson, A. Investigation of headed bar joints between precast concrete panels. *Engineering Structures*. 2017. No. 138. Pp. 351-366.
- [2]. Кривилёв И.С. Экспериментальные технологические методы и материалы по герметизации стыков сборных железобетонных конструкций подземных и заглубленных сооружений // *Гуманитарный вестник*. 2015. №2(33). 305-308.
- [3]. Митасов В.М., Пантелеев Н.Н., Нарусевич А.Н. Экспериментальные исследования новой конструкции стыка стеновых панелей с перекрытием в крупнопанельных зданиях // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2014. №12(672). С. 5-12.
- [4]. Миронова Ю.В., Абдрахимова Н.С., Халиуллин А.Р. Повышение сопротивляемости несущей системы бескаркасного здания с бессварными вертикальными стыками прогрессирующему разрушению // *Известия казанского государственного архитектурно-*

References

- [1]. Vella J.P., Vollum R.L., Jackson, A. Investigation of headed bar joints between precast concrete panels. *Engineering Structures*. 2017. No. 138. Pp. 351-366.
- [2]. Krivilev I.S. Eksperimental'nye tekhnologicheskie metody i materialy po germetizatsii stykov sbornykh zhelezobetonnykh konstruktсий podzemnykh i zaglublennykh sooruzheniy [Experimental methods and materials for germetization of joints of underground panel structures]. *Gumanitarian bulletin*. 2015. No. 2(33). Pp. 305-308. (rus)
- [3]. Mitasov V.M., Panteleev N.N., Narushevich A.N. Eksperimental'nye issledovaniya novoy konstruktсий styka stenovykh paneley s perekrytiem v krupnpanel'nykh zdaniyakh [Experimental studies of the new construction of the joint of wall panels with overlapping in large-panel buildings]. *Higher News Educational institutions. Building*. 2014. No. 12(672). Pp. 5-12. (rus)
- [4]. Mironova Yu.V., Abdrakhimova N.S., Khaliullin A.R. Povyshenie soprotivlyaemosti nesushchey sistemy beskarkasnogo zdaniya s bessvarnymi vertikal'nyimi stykami progressiruyushchemu razrusheniyu [Increase of the resistance of the load-bearing system of the frameless building with the unaltered vertical joints to the progressive destruction]. *The Kazan State University of*

- строительного университета. 2016. №4(38). С. 229-235.
- [5]. Ладнушкин А.А., Авхадеев Р.Р., Хасанов Р.М., Садыков Р.Р. Анализ использования железобетонных плит промышленных зданий для технологии бескранового монтажа при модернизации действующих производств // Известия Казанского Государственного Архитектурно-Строительного Университета. 2016. №1(35). С. 233-239.
- [6]. Давидюк А.Н., Якобсон М.Я., Тропин В.В., Зейфер А.Р., Починкин И.И., Будаев А.Н. Проектно-компонованная высокоскоростная технология возведения промышленных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2017. №1. С. 11-15.
- [7]. Корниенко В.Д., Чикота С. И. Этапы развития многоквартирных жилых домов для массовой застройки городов России // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2014. №1. С. 19-23.
- [8]. Власов С. А. Из истории крупнопанельного домостроения на дальнем востоке (конец 1950-х – 1980-е гг.) // Ученые записки Комсомольского - на - Амуре государственного технического университета. 2016. №3(27). С. 4-9.
- [9]. Власов С.А. Развитие крупнопанельного домостроения на дальнем востоке в годы массового жилищного строительства (1960-1991 гг.) // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2012. №12-3(26). С. 40-45.
- [10]. Ковалёв Д.В. Приемы модернизации фасадов крупнопанельных домов // Современные проблемы науки и образования. 2015. №2(2). С. 875.
- [11]. Schoenwitz M., Potter A., Gosling J., Naim, M. Product, Process and customer preference alignment in prefabricated house building. International Journal of Production Economics. 2017. No. 138 Pp. 79-90.
- [12]. Loss, C.Frangi, A. Experimental investigation on in-plane stiffness and strength of innovative steel-timber hybrid floor diaphragms. Engineering Structures. 2017. No.183. Pp. 229-244.
- [13]. Fernando P., Jayasinghe M., Jayasinghe C. Structural feasibility of Expanded Polystyrene (EPS) based lightweight concrete sandwich wall panels. Construction and Building Materials. 2017. No. 139. Pp. 45-51.
- [14]. Yuniarsya E., Kono S., Tani M., Taleb R., Watanabe H., Obara T., Mukai T. Experimental study of lightly reinforced concrete walls upgraded with various schemes under seismic loading. Engineering Structures. 2017. No. 138. Pp. 131-145.
- [15]. Li H., Shi G. Material Modeling of Concrete for the Numerical Simulation of Steel Plate Reinforced Concrete Panels Subjected to Impacting Loading. Journal of Engineering Materials and Technology, Transactions of the ASME. 2017. No. 139. Pp. 351-366.
- [16]. Dal Lago B., Muhaxheri M., Ferrara, L. Numerical and experimental analysis of an innovative lightweight precast concrete wall. Engineering Structures. 2017. No. 137. Pp. 204-222.
- [17]. Kayello A., Ge H., Athienitis A., Rao J. Experimental study of thermal and airtightness performance of Architecture and Civil Engineering. 2016. No. 4(38). Pp. 229-235. (rus)
- [5]. Ladnushkin A.A., Avkhadeev R.R., Khasanov R.M., Sadykov R.R. Analiz Ispol'zovaniya zhelezobetonnykh плит promyshlennykh zdaniy dlya tekhnologii beskranovogo montazha pri modernizatsii deystvuyushchikh proizvodstv [Analysis of the use of reinforced concrete slabs for industrial buildings for the technology of screenless mounting while modernizing existing production facilities]. News of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. 2016. No. 1(35). Pp. 233-239. (rus)
- [6]. Davidyuk A.N., Yakobson M.Ya., Tropin V.V., Zeyfer A.R., Pochinkin I.I., Budaev A.N. Proektno-komponuemaya vysokoskorostnaya tekhnologiya vozvedeniya promyshlennykh zdaniy [Design-assembled high-speed technology for building industrial buildings]. Industrial and civil construction. 2017. No. 1. Pp. 11-15. (rus)
- [7]. Kornienko V.D., Chikota S. I. Etapy razvitiya mnogokvartirnykh zhilykh domov dlya massovoy zastroyki gorodov Rossii [Kornienko VD, Chikota SI Stages of development of multi-apartment houses for mass development of Russian cities]. Actual problems of modern science, technology and education. 2014. №1. Pp. 19-23. (rus)
- [8]. Vlasov S. A. Iz istorii krupnpanel'nogo domostroeniya na dal'nem vostoке (konets 1950-kh – 1980-e gg.) [From the history of large-panel housing in the far east]. Scientific notes Komsomolskogo - na - Amur State Technical University. 2016. No. 3(27). Pp. 4-9. (rus)
- [9]. Vlasov S.A. Razvitie krupnpanel'nogo domostroeniya na dal'nem vostoке v gody massovogo zhilishchnogo stroitel'stva (1960-1991 gg.) [Development of large-panel housing construction in the far east during the years of mass housing construction (1960-1991)]. Historical, philosophical, political and legal sciences, cultural studies and art history. 2012. No. 12-3(26). Pp. 40-45.
- [10]. Kovalev D.V. Priemy modernizatsii fasadov krupnpanel'nykh domov [Methods of upgrading the facades of large-panel houses]. Modern problems of science and education. 2015. No. 2(2). Pp. 875. (rus)
- [11]. Schoenwitz M., Potter A., Gosling J., Naim, M. Product, Process and customer preference alignment in prefabricated house building. International Journal of Production Economics. 2017. No. 138 Pp. 79-90.
- [12]. Loss, C.Frangi, A. Experimental investigation on in-plane stiffness and strength of innovative steel-timber hybrid floor diaphragms. Engineering Structures. 2017. No.183. Pp. 229-244.
- [13]. Fernando P., Jayasinghe M., Jayasinghe C. Structural feasibility of Expanded Polystyrene (EPS) based lightweight concrete sandwich wall panels. Construction and Building Materials. 2017. No. 139. Pp. 45-51.
- [14]. Yuniarsya E., Kono S., Tani M., Taleb R., Watanabe H., Obara T., Mukai T. Experimental study of lightly reinforced concrete walls upgraded with various schemes under seismic loading. Engineering Structures. 2017. No. 138. Pp. 131-145.
- [15]. Li H., Shi G. Material Modeling of Concrete for the Numerical Simulation of Steel Plate Reinforced Concrete Panels Subjected to Impacting Loading. Journal of Engineering Materials and Technology, Transactions of the ASME. 2017. No. 139. Pp. 351-366.
- [16]. Dal Lago B., Muhaxheri M., Ferrara, L. Numerical and experimental analysis of an innovative lightweight precast concrete wall. Engineering Structures. 2017. No. 137. Pp. 204-222.
- [17]. Kayello A., Ge H., Athienitis A., Rao J. Experimental study of thermal and airtightness performance of

- [17]. Kayello A., Ge H., Athienitis A., Rao J. Experimental study of thermal and airtightness performance of structural insulated panel joints in cold climates. *Building and Environment*. 2017. No. 115. Pp. 345-357.
- [18]. Wang J., Li B. Cyclic testing of square CFST frames with ALC panel or block walls. *Journal of Constructional Steel Research*. 2017. No. 130. Pp. 264-279.
- [19]. Dissanayake D., Jayasinghe C., Jayasinghe M. A comparative embodied energy analysis of a house with recycled expanded polystyrene (EPS) based foam concrete wall panels. *Energy and Buildings*. 2017. No. 135. Pp. 85-94.
- [20]. Ветрова Г. Панельные дома могут быть энергоэффективными // Кровельные и изоляционные материалы. 2014. №4. С. 12-13.
- [21]. Даминев И.И., Самородов Д.П. Развитие крупнопанельного домостроения в башкирской аср в годы массового жилищного строительства (1965-1985 гг.) // Наука и бизнес: пути развития. 2015. №8. С. 73-78.
- [22]. В.В. Лещенко В.В. Экспериментально-теоретическое исследование работы сборно-монолитной плиты перекрытия для крупнопанельных зданий // Вестник полоцкого государственного университета. Серия f: строительство. Прикладные науки 2007. №12. С. 30-33.
- [23]. Секо Е. В. О Применении геометрического программирования к обоснованию строительных конструкций // Вестник гражданских инженеров. 2011. №2. С. 190-195.
- [24]. Шогенов С.Х., Балов А.А., Афашагов Б.З. Новые конструкции универсальных панелей зданий // Инженерный вестник Дона. 2016. №2(41). С. 66.
- [25]. Евтушенко С.И. Несущая способность и осадки сплошных сборных плитных фундаментов из структурных элементов // Вестник Волгоградского Государственного Архитектурно-Строительного Университета. Серия: Строительство и архитектура. 2011. №23. С. 47-53.
- [26]. Колодяжный С.А., Кузнецова Л.В. Повышение безопасности зданий с высокотехнологичными сборными ограждающими конструкциями // Научный вестник Воронежского Государственного Архитектурно-Строительного Университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2014. №1. С. 63-68.
- [27]. Медяник Ю. В. О перспективах развития рынка жилья эконо - класса // Жилищные стратегии. 2014. №1. С. 45-60.
- [28]. Волков Ю.С. Сборный железобетон: история и перспективы // Технологии бетонов. 2012. №9-10 (74-75). С. 30-33.
- [29]. Ковалёв Д.В., Чудинова В. Г. Реконструкция и модернизация жилой среды крупнопанельных домов массовых серий // Вестник Южно - Уральского государственного университета. Серия: строительство и архитектура. 2013. №1. С. 4-8.
- [30]. Захаров А. В., Забалуева Т. Р., Леонтьева М. П. Новые подходы к проектированию structural insulated panel joints in cold climates. *Building and Environment*. 2017. No. 115. Pp. 345-357.
- [18]. Wang J., Li B. Cyclic testing of square CFST frames with ALC panel or block walls. *Journal of constructional steel research*. 2017. No. 130. Pp. 264-279.
- [19]. Dissanayake D., Jayasinghe C., Jayasinghe M. A comparative embodied energy analysis of a house with recycled expanded polystyrene (EPS) based foam concrete wall panels. *Energy and buildings*. 2017. No. 135. Pp. 85-94.
- [20]. Vetrova G. Panel'nye doma mogut byt' energoeffektivnymi. *Krovel'nye i izolyatsionnye materialy* [Panel buildings can be enegrgeffective]. Roofing and isolating materials. 2014. No. 4. Pp. 12-13. (rus)
- [21]. Daminev I.I., Samorodov D.P. Razvitie krupnpanel'nogo domostroeniya v bashkirskoy asr v gody massovogo zhilishchnogo stroitel'stva (1965-1985 gg.) [Develepment of large panel building in Bashkiria during massive civil building]. *Science and business*. 2015. №8. Pp. 73-78.
- [22]. Taletskogo V.V. Leshchenko V.V. Eksperimental'no-teoreticheskoe issledovanie raboty sborno-monolitnoy plity perekrytiya dlya krupnpanel'nykh zdaniy [Experimental-theoretical study of the work of a prefabricated-monolithic slab for large-panel buildings]. *Bulletin of the Polotsk State University. Building*. 2007. No. 12. Pp. 30-33. (rus)
- [23]. Seko E. V. O Primenenii geometricheskogo programmirovaniya k obosnovaniyu stroitel'nykh konstruksiy [On the Application of Geometric Programming to the Substantiation of Building Constructions]. *Herald of civil engineers*. 2011. No. 2. Pp. 190-195. (rus)
- [24]. Shogenov S.Kh., Balov A.A., Afashagov B.Z. Novye konstruksii universal'nykh paneley zdaniy [New designs of universal panels of buildings]. *The engineer's messenger of the Don*. 2016. No. 2(41). Pp. 66. (rus)
- [25]. Evtushenko S.I. Nesushchaya sposobnost' i osadki sploshnykh sbornykh plitnykh fundamentov iz strukturnykh elementov [Bearing capacity and sediments of solid prefabricated slab foundation of structural elements]. *Bulletin of the Volgograd State Architectural and Construction University*. 2011. No. 23. Pp. 47-53. (rus)
- [26]. Kolodyazhnyy S.A., Kuznetsova L.V. Povyshenie bezopasnosti zdaniy s vysokotekhnologichnymi sbornymi ograzhdayushchimi konstruksiyami [Increase the safety of buildings with high-tech prefabricated enclosing structures]. *Scientific herald of the Voronezh State Architectural and Construction University*. 2014. No. 1. Pp. 63-68. (rus)
- [27]. Medyanik Yu. V. O perspektivakh razvitiya rynka zhil'ya ekonom – klassa [On the prospects for the development of the housing market economy class]. *Housing strategies*. 2014. No. 1. Pp. 45-60. (rus)
- [28]. Volkov Yu.S. Sbornyy zhelezobeton: istoriya i perspektivy [Precast reinforced concrete: history and perspectives]. *Technologies of concrete*. 2012. No. 9-10 (74-75). Pp. 30-33. (rus)
- [29]. Kovalev D.V., Chudinova V. G. Rekonstruksiya i modernizatsiya zhiloy sredy krupnpanel'nykh domov massovykh seriy [Reconstruction and modernization of the residential environment of large-panel houses of mass series]. *Bulletin of South Ural State University. Series: construction and architecture*. 2013. No. 1. Pp. 4-8. (rus)
- [30]. Zakharov A. V., Zabalueva T. R., Leont'yeva M. P. Novye podkhody k proektirovaniyu krupnpanel'nykh zdaniy s prodol'nymi nesushchimi stenami [New approaches to the design of large-panel buildings with longitudinal bearing

крупнопанельных зданий с продольными несущими стенами // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №7. С. 66-69.

walls]. Industrial and civil construction. 2014. No. 7. Pp. 66-69.

Блажко Д.Н., Гусева А.Л., Трудности и возможности современного панельного домостроения // Alfabuild. 2017. №1 (1). С. 111-120

Blazhko D.N., Guseva A.L. Difficulties and possibilities of modern panel building. Alfabuild, 2017, 1 (1), Pp. 111-120(rus)

Difficulties and possibilities of modern panel building

D.N. Blazhko ^{1*} A.L. Guseva ²

^{1,2} Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Article info

review article

Abstract

Nowadays large panel building construction is universally used technology because it is cost-cutting and the easiest way to build quickly erectable structures. The objective of research was to define the way to develop panel structures by evaluation of Russian and English articles concluding achievements in multistory housing construction. Also to find out merits and demerits. During the research were examined structures of panel buildings. The results of study show that joint is the weakest part of modern large panel buildings, so the further study is required to improve joints. The most suitable way to calculate joints is to do computer simulation for example in Lira 2017.

Keywords:

strength of materials, building construction, computer simulation, engineering research, constructive solutions, large panel buildings, residential buildings, prefabricated concrete, quickly erectable structures

Corresponding author:

1*. +7(911)7977237, dan221098@gmail.com (Blazhko Daniil, Student)

2. +7(911)9513279, gusevaarina1412@rambler.ru (Guseva Arina, Student)