

УДК 624.012.41

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ  
ОЦЕНКИ ПОДАТЛИВОСТИ СВЯЗЕЙ  
КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ***Е. Е. Каргина, В. Е. Чубаров*

Академия строительства и архитектуры, Донской государственной технической университет,  
Ростов-на-Дону, Российская Федерация

[kargina.ee@yandex.ru](mailto:kargina.ee@yandex.ru)[vech62@mail.ru](mailto:vech62@mail.ru)

Были изучены виды повреждений стыковых соединений при строительстве крупнопанельных зданий, выявлены причины их образования. Проанализирована существующая нормативно-техническая документация по данному вопросу, в результате чего удалось дать оценку работе горизонтальных и вертикальных связей. Исследовано такое явление, как податливость стыковых соединений, обнаружены причины её возникновения. Подробно рассмотрены устройства различных стыковых соединений панелей, выявлены основные недостатки их конструктивных систем. Определены причины возникновения деформаций в стыковых соединениях, рассмотрена работа связей на растяжение, сжатие и сдвиг.

**Ключевые слова:** податливость, стыковые соединения, связи, крупнопанельное строительство, закладные детали, панели.

**Введение.** Конструкция крупнопанельных зданий представляет собой сложную, многократно статически неопределимую пространственную систему, состоящую из пластинок, ослабленных проемами и соединенных между собой податливыми связями. Только одна секция пятиэтажного крупнопанельного жилого дома собирается из двухсот с лишним панельных конструкций, соединенных одна с другой связями, сопротивляющимися растяжению (сжатию) и сдвигу [1]. Поэтому задача определения напряженного состояния и деформаций конструкций от нагрузок, температурных воздействий, неравномерных осадок основания является весьма сложной [2]. Проблема крупнопанельного домостроения состоит в том, что нормативная база, которая существует для проектирования таких домов, сильно отстает от развития технологий, применяемых в последнее время в домах из сборного железобетона. Именно поэтому вопросы, связанные с расчетом зданий, использованием новых закладных деталей и прочим, в нормативной базе не освещены. В настоящее время для расчета крупнопанельных зданий применяется метод

UDC 624.012.41

**ANALYSIS OF THE EXISTING METHODS  
OF ASSESSMENT OF STRAIN ABILITY OF  
LARGE-PANEL BUILDINGS***E. E. Kargina, V. E. Chubarov*

Academy of construction and architecture. Don State Technical University. Rostov-on-Don. Russian Federation

[kargina.ee@yandex.ru](mailto:kargina.ee@yandex.ru)[vech62@mail.ru](mailto:vech62@mail.ru)

The article analyzes the types of damages of butt joints at construction and the reasons of their emergence. The existing specifications and technical documentation on this was analyzed, which made it possible to give an assessment of work of horizontal and vertical joints. Such phenomenon as strain ability of butt joints is investigated, the reasons of their emergence are found. The paper examines the construction of various butt joints of panels, the main shortcomings of their constructive systems are revealed. The causes of deformations in butt joints have been defined, stretching, compression and shift of them are considered.

**Keywords:** strain ability, butt joint, large-panel construction, embedded parts, communications, panels.

конечных элементов (МКЭ). Расчет зданий при помощи МКЭ вызывает у проектировщиков определенные трудности, связанные с моделированием податливых стыков сборных элементов. Это приводит к тому, что проектировщики зачастую ошибаются, допускают просчеты при проектировании крупнопанельных зданий, принимают неэффективные и необоснованные конструктивные решения [3].

**Постановка задачи.** Целью данной работы является:

- оценка прочности, деформативности, податливости вертикальных и горизонтальных связей в стыковых соединениях, выявление причин возникновения податливости;
- исследование и анализ устройства стыковых соединений крупнопанельных зданий;
- анализ и оценка крупнопанельного домостроения как одного из самых экономичных способов сборного строительства.

**Крупнопанельное домостроение: плюсы и минусы.** Развитие российского крупнопанельного строительства началось в 1931–1933 годах, оно основывалось на отечественном опыте возведения зданий из крупных блоков. В 1949 году в Москве (район Хорошевского шоссе) начинается строительство экспериментальных каркасно-панельных секционных домов, разработанных Мосгорпроектом, а именно «отцом советского крупнопанельного строительства» В. Лагутенко и архитектором М. Посохиним [4]. Железобетонный каркас домов этой серии состоит из двухэтажных колонн с консолями и опирающихся на консоли ригелей. Высота домов могла составлять до 10 этажей к 1952 году. Такое здание возводилось за рекордно короткие сроки: вначале за 90–100, а к 1951 году за 60 рабочих дней [4]. В 1948 году началась массовая застройка района Песчаных улиц (Москва), это был эксперимент по скоростному строительству новым поточным методом сборных каркасно-панельных домов. Такие здания отличались высоким качеством и комфортом. В конце 1950-х в СССР начали строиться типовые серии жилых домов — «хрущёвки». Задача такого строительства: построить как можно больше и дешевле отдельных квартир. Скорость возведения «хрущёвок» была очень высокой, из-за этого нередко страдало качество домов. Как правило, они имеют низкую теплоизоляцию наружных стен и плохую шумоизоляцию внутри [5]. Срок эксплуатации «хрущёвок» был определен всего в несколько десятилетий, но такие дома до сих пор являются неотъемлемой частью рынка недвижимости.

**Виды повреждений стыковых соединений.** Крупнопанельные дома сильно подвержены повреждениям конструкций и стыковых соединений. К таким повреждениям относятся:

- трещины в конструкциях и стыках, подвижка по швам стеновых панелей, плит перекрытий и покрытий (рис. 1);
- разрушение и очищение бетона, взаимные сдвиги элементов, отрыв закладных деталей стеновых панелей (рис. 2, 3, 4);
- обвалы отдельных частей или всего здания [6].

Всё это может образовываться из-за температурных деформаций, концентрации нагрузок в местах стыкования панелей, неравномерной осадки здания, а также из-за коррозии закладных деталей.



Рис. 1. Трещины в стыках, подвижка по швам стеновых панелей



Рис. 2. Взаимные сдвиги элементов



Рис. 3, 4. Отрыв закладных деталей стеновых панелей

По расположению различают вертикальные и горизонтальные стыки.

**Вертикальные стыки.** Такие стыки по способу связей панелей между собой разделяют на упругоподатливые (рис. 5) и жесткие (монолитные) [7].

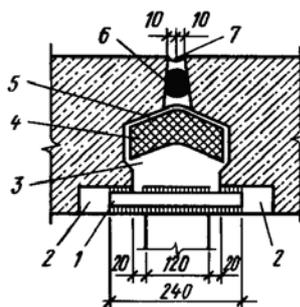


Рис. 5. Упругоподатливый стык:

- 1 — стальная накладка, 2 — закладные детали, 3 — тяжелый бетон,  
4 — термовкладыш, 5 — полоса гидроизола или рубероида, 6 — пароизол,  
7 — герметик

Главное требование, которое предъявляется к стыкам крупнопанельных наружных стен, в частности, к упруго-податливым, является герметичность, т. е. низкая воздухопроницаемость стыков, исключение проникания через них дождевой воды, а также недопустимость образования зимой в месте стыка конденсата. Если герметичность не будет соблюдаться, то в упруго-

податливом стыке будет происходить коррозия закладных деталей панелей, что приведет к нарушению связей между слоями панелей, а затем и к трещинам [2].

Устройство упруго-податливого стыка заключается в том, что панели соединяются с помощью стальных связей, которые привариваются к закладным деталям стыкуемых элементов. Такие крепления обладают податливостью. Под податливостью стыка понимается повышенная деформативность соединения на малом по отношению к высоте сечения участке длины стыка по сравнению с деформативностью стыкуемых элементов. По физической сути податливость соединения равна смещению, вызванному единичной сосредоточенной или распределенной силой — при сжатии-растяжении, сдвиге или повороте. В существующих рекомендациях [8, 10] деформативность связей характеризуется коэффициентом податливости  $\lambda$ , измеряемым в см/кгс.

При растяжении ( $\lambda t$ ) коэффициент податливости определяется в зависимости от возможной ширины раскрытия трещин. Трещины образуются между бетоном замоноличивания шва и бетоном соединяемых панелей от действия растягивающей силы [3]. Хорошо работают на растяжение железобетонные монолитные стыки, так как они отличаются наибольшей прочностью и жесткостью (рис. 6). Такие соединения требуют больших затрат труда на выполнение и усложнение формовочного оборудования. Поэтому железобетонные монолитные связи применяют только при необходимости такого решения по требованиям прочности, например, при строительстве сейсмостойких домов повышенной этажности [9].

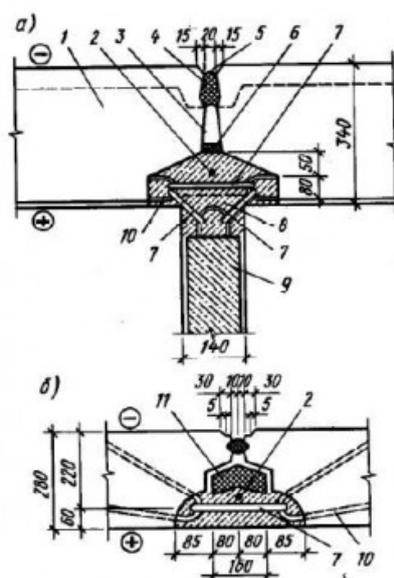


Рис. 6. Монолитный вертикальный стык:

- а — вертикальный стык, б — то же, с утепляющим пакетом, 1 — наружная керамзито-бетонная панель, 2 — анкер диаметром 12 мм, 3 — дренажный канал, 4 — пороизолоидный жгут, 5 — герметик, 6 — прокладка, 7 — скобы, 8 — бетон, 9 — внутренняя несущая панель из железобетона, 10 — петля, 11 — минераловатный пакет

Податливость стыка при сдвиге ( $\lambda_{сд}$ ) представляет собой взаимное смещение сборных элементов друг относительно друга при единичном силовом воздействии. При действии сдвигающей силы в направлении, перпендикулярном оси стержня, возникают реактивные силы в бетоне под стержнем и в самом стержне. При действии сдвигающих усилий методики расчета

армированных и неармированных швов основываются на расчетных моделях, которые учитывают сопротивление бетона в контактном шве за счет сцепления бетона соединяемых элементов, среза шпонок, трения по контакту и сопротивления сдвигу поперечной арматуры. Разница заключается в учете степени влияния усилий обжатия шва и соотношения усилий, воспринимаемых бетоном и поперечной арматурой [3]. Для ограничения взаимного сдвига торцов стеновых панелей в вертикальных стыках следует предусматривать железобетонные шпонки, образуемые путем соединения горизонтальных арматурных выпусков панелей и заполнения бетонной смесью полости стыка. Шпонки следует проектировать распределенными по всей высоте стыка (рис. 7) [10].

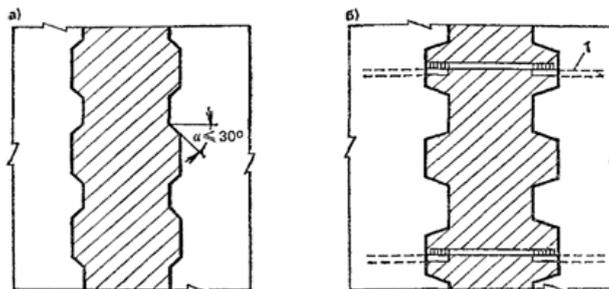


Рис. 7. Железобетонные шпонки в вертикальных стыках стеновых панелей:

1 — сварная арматурная связь

**Горизонтальные стыки.** Горизонтальные непрерывные связи в основном работают на сжатие ( $\lambda c$ ). Главная задача горизонтальных стыков панельных стен — обеспечение передачи усилий от внецентренного сжатия из плоскости стены, а также от изгиба и сдвига в плоскости стены. Связи, препятствующие взаимному сдвигу панелей вдоль горизонтальных швов, следует размещать равномерно по длине стены. В качестве таких связей следует применять бетонные шпоночные соединения, замоноличенные бетонной смесью арматурные выпуски или металлические закладные детали. Связи, ограничивающие раскрытие горизонтальных швов при изгибе стены в собственной плоскости, следует размещать с учетом мест возможной концентрации растягивающих усилий. При этом обязательно предусматривать сквозную вертикальную арматуру по краям стен и по граням дверных проёмов. В качестве таких связей допускается использовать арматурные выпуски из панелей и сквозную вертикальную арматуру, устанавливаемую в панелях и в замоноличенных бетоном шпоночных стыках [10]. Существует несколько типов горизонтальных стыков, их различают в зависимости от характера опирания перекрытий: платформенные, монолитные, контактные и комбинированные. В платформенном стыке сжимающая вертикальная нагрузка передается через опорные участки плит перекрытий и два горизонтальных растворных шва. Сжимающая нагрузка в монолитном стыке передается через слой монолитного бетона, который укладывается в полость между торцами плит перекрытий. В контактном стыке сжимающая нагрузка передается через упругую прокладку между стыкуемыми поверхностями сборных элементов стены или через растворный шов [11].

Стоит отметить стыковое соединение панелей в виде ласточкиного хвоста, разработанное в Центральном научно-исследовательском и проектно-институте жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища). В этом соединении почти полностью отсутствуют стальные связи (рис. 8). Устройство горизонтального стыка заключается в укладке верхней стеновой панели на нижнюю на цементном растворе. При таком соединении через горизонтальный шов, плотно заполненный раствором, дождевая вода может проникать вследствие капиллярного подсоса воды через раствор. Чтобы это предотвратить, в горизонтальном стыке устраивают противодождевой барьер (рис. 9).

На наклонной части раствор прерывают и создают воздушный зазор, в пределах которого подъем влаги прекращается [7].

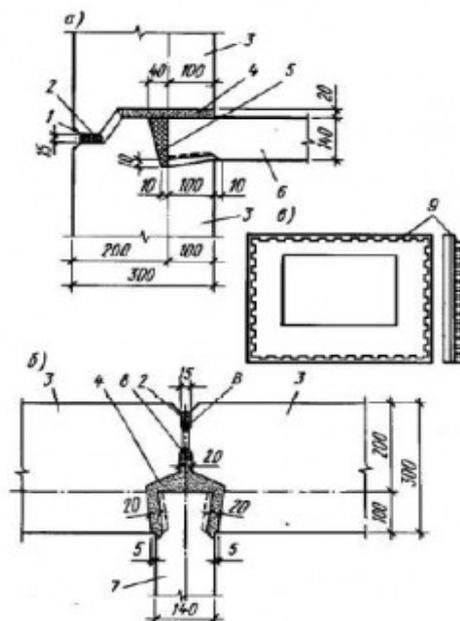


Рис. 8. Безметалльный стык панелей:

- а — горизонтальный стык, б — вертикальный стык, в — схема панели,  
 1 — герметизирующая мастика, 2 — уплотнительный шнур, 3 — панель наружной стены,  
 4 — раствор, 5 — утеплитель, 6 — панель перекрытия,  
 7 — панель внутренней поперечной стены, 8 — гернит, 9 — шпонка

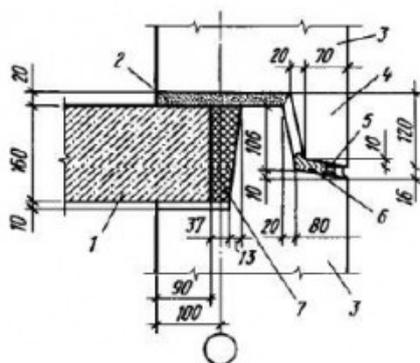


Рис. 9. Конструкция горизонтального стыка однослойных стеновых панелей:

- 1 — железобетонная панель перекрытия, 2 — цементный раствор, 3 — стеновая панель,  
 4 — противодождевой барьер, 5 — герметизирующая мастика, 6 — поризол,  
 7 — термовкладыш в гидроизоляционной оболочке

Рассмотрим соединение панелей внутренних стен бескаркасных зданий (рис. 10). Их соединение осуществляется путем сварки соединительных стержней к закладным деталям по верху панели. Вертикальные швы между панелями заполняют упругими прокладками из антисептированных древесноволокнистых плит, а вертикальный канал заполняют мелкозернистым бетоном [7]. В данном случае закладные детали представляют собой ромбовидную конструкцию. Если хотя бы одна деталь потеряет коррозионную стойкость, то связь панелей и общая устойчивость здания может нарушиться. Такую технологию соединения

панелей применяли при строительстве «хрущёвок». В таких домах по причине нарушения связи в панелях зачастую появляются трещины.

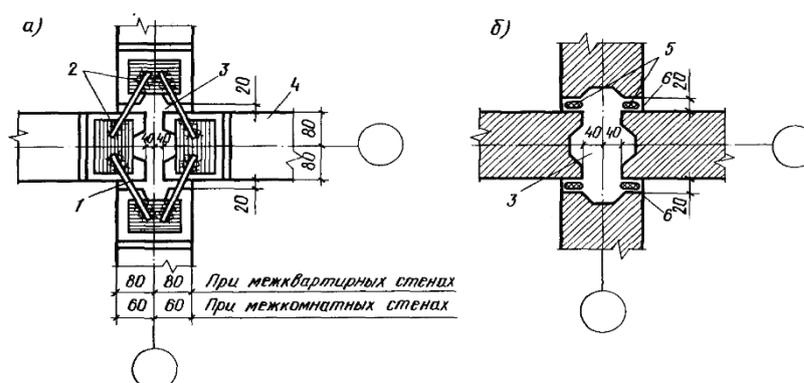


Рис. 10. Конструкция стыка внутренних стен:

- а — на уровне перекрытий, б — на уровне сечения панелей, 1 — соединительные стержни диаметром 12 мм, 2 — закладные детали, 3 — монолитный бетон, 4 — панель продольной внутренней стены, 5 — упругая прокладка, 6 — цементный раствор

**Выводы.** Изучив виды повреждений стыковых соединений, авторы делают вывод о том, что существенным недостатком крупнопанельного строительства является податливость стыков панелей. Существующая нормативно-техническая документация по рассматриваемому вопросу, использование существующих зависимостей для расчета податливостей стыковых соединений элементов крупнопанельных зданий не всегда позволяют применить их к описанию или моделированию работы того или иного соединения. Это происходит по причине того, что имеющиеся в литературе данные значительно устарели и требуют обновления. Необходимо анализировать старые методы расчета конструктивных систем крупнопанельных зданий с учетом податливости стыковых соединений и создавать новые, усовершенствованные методы. Благодаря всему этому начнут развиваться современные технологии крупнопанельного домостроения, и, как следствие, возникнет тенденция к строительству высококачественных крупнопанельных домов. Развитию строительства крупнопанельных зданий также должен послужить и тот факт, что стоимость их возведения на 50% ниже, чем получивших в последнее время общее признание монолитно-каркасных домов. Сроки возведения крупнопанельных домов на 30–40% выше монолитных. Качество российского крупнопанельного строительства с каждым годом повышается. Этому послужили, в первую очередь, развитие и модернизация комбинатов крупнопанельного домостроения. Там внедряют современные технологии изготовления ЖБИ для строительства полносборных жилых домов новых серий, создают современные материалы для герметизации стыков и швов. Также совершенствуются стеновые панели и межэтажные перекрытия, они позволяют решать вопросы энергосбережения и водонепроницаемости, а также обеспечивают надежную звуко- и теплоизоляцию жилья. Крупнопанельное домостроение очень перспективно, но нужно радикально менять его технологии, продолжать модернизировать крупные производства, вновь открывать технологические институты.

#### Библиографический список

1. Косицын, Б. А. Статический расчет крупнопанельных и каркасных зданий / Б. А. Косицын. — Москва : Стройиздат, 1971. — 215 с.

2. Дыховичный, Ю.А. Конструирование и расчет жилых и общественных зданий повышенной этажности / Ю. А. Дыховичный. — Москва : Стройиздат, 1970. — 250 с.
3. Зенин, С. А. Анализ существующих методов оценки податливости связей крупнопанельных зданий / С. А. Зенин, Р. Ш. Шарипов // Бетон и железобетон. — 2016. — № 3 (300). — 26 с.
4. История индустриального домостроения: эксперименты к каркасом и панелью [Электронный ресурс] / Архсовет Москвы. — Режим доступа: <http://archsovet.msk.ru/article/aktualno/istoriya-industrial-nogo-domostroeniya-eksperimenty-s-karkasom-i-panel-yu> (дата обращения: 20.03.17).
5. Хрущёвка [Электронный ресурс] / Википедия. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Хрущёвка> (дата обращения: 20.03.17).
6. Предупреждение аварий. Надежность и долговечность конструкций, зданий и сооружений [Электронный ресурс] / Книги для всех. — Режим доступа: <http://lib4all.ru/base/V1887/V1887Part36-181.php> (дата обращения: 22.03.17).
7. Стыки стеновых панелей [Электронный ресурс] / Строительство гражданских и промышленных зданий и сооружений. — Режим доступа: [http://grstroyka.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=41:2010-04-27-16-15-54&catid=2:2010-02-18-21-44-28&Itemid=3](http://grstroyka.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=41:2010-04-27-16-15-54&catid=2:2010-02-18-21-44-28&Itemid=3) (дата обращения: 25.03.17).
8. Пособие по расчету крупнопанельных зданий. Выпуск 1. Характеристики жесткости стен, элементов и соединений крупнопанельных зданий : вып. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. — Москва : Стройиздат, 1974. — С. 16–17.
9. Конструкции стыков наружных стен по способу их сопряжения [Электронный ресурс] / Science. — Режим доступа: <https://cities-bлаго.ru/lektsii-po-distsipline-gradostroitelstvo/23-arhitekturno-konstruktivnoe-proektirovanie-zdanij/562-konstrukcii-stykov-naruzhnyh-sten-po-sposobu-ih.html> (дата обращения: 25.03.17).
10. Инструкция по проектированию конструкций панельных жилых зданий. — Москва : Стройиздат, 1978. — 84–85 с.
11. Крупнопанельные здания [Электронный ресурс] / Библиотека научно-технического портала «Технар». — Режим доступа: <http://tehlib.com/tehnicheskaya-tipologiya/krupnpanelnye-zdaniya/> (дата обращения: 20.03.17).
12. Крымов, А. Крупнопанельное домостроение: история и перспективы / А. Крымов // Промышленные страницы Сибири. — 2014. — №87. — С. 40–42.