

УДК 721.01

Ю.Н. ЖУК, канд. техн. наук, зав. ЛАИПС, В.В. КУРНАВИН, зам. зав. ЛАИПС,  
Ю.В. ПАНАСЕНКО, руководитель группы экспертных расчетов  
ЛАИПС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО» (109428, Москва, 2-я Институтская ул., 6)

## Особенности проектирования крупнопанельных зданий с применением программных платформ для информационного моделирования (BIM) и программных комплексов расчета конструкций

*Рассмотрены особенности обмена данными между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах, основанных на МКЭ. Представлен универсальный алгоритм перехода от информационной модели здания до расчетной, даны определения различным терминам, используемые в практике. Приведены различные особенности формирования расчетной модели панельных зданий в российском программном комплексе STARK ES. Наиболее подробно рассмотрены методы описания конструктивных решений для горизонтальных и вертикальных стыков и способов описания их работы в расчетных схемах и моделях. Представлены основные методы определения эквивалентной жесткости сечений, характерных для панельных зданий.*

**Ключевые слова:** BIM, Информационная модель объекта, аналитическая модель, расчетная схема, расчетная модель, горизонтальный стык, вертикальный стык, крупнопанельное здание, закладная деталь, эквивалентная жесткость, приведенная жесткость.

**Для цитирования:** Жук Ю.Н., Курнавин В.В., Панасенко Ю.В. Особенности проектирования крупнопанельных зданий с применением программных платформ для информационного моделирования (BIM) и программных комплексов расчета конструкций // *Жилищное строительство*. 2017. № 5. С. 20–25.

Shuk Y.N., Kurnavin V.V., Panasenko Y.V.  
Research Institute of Building Constructions (TSNIISK) named after V. A. Koucherenko

### Особенности проектирования крупнопанельных зданий с применением программных платформ для информационного моделирования (BIM) и программных комплексов расчета конструкций

Рассмотрены особенности обмена данными между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах. Приведены различные варианты формирования расчетной модели в российском программном комплексе STARK ES. Отмечено, что основной сложностью при проведении расчетов панельных зданий является учет сопряжений готовых изделий между собой. Сопряжение и взаимодействие панелей между собой происходит в стыках или швах. Существует большое количество стыковых соединений, разрабатываемых различными компаниями, но делятся они на два основных вида: вертикальные и горизонтальные стыки. Приведены особенности моделирования стыков в расчетных программах. Описаны особенности применения информационной модели здания для выполнения расчетов на прочность, устойчивость и колебания.

**Keywords:** нормативно-техническая база, информационное моделирование; эквивалентная жесткость сечения; информационная модель объекта; сборный железобетон; программный комплекс.

**For citation:** Shuk Y.N., Kurnavin V.V., Panasenko Y.V. Особенности проектирования крупнопанельных зданий с применением программных платформ для информационного моделирования (BIM) и программных комплексов расчета конструкций. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 5, pp. 20–25. (In Russian).

#### Информационная модель здания

Технология информационного моделирования (СП «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах», 2016; СП «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла», 2016; СП «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели», 2016; ГОСТ Р ИСО «Моделирование информационное зданий и сооружений. Руководство по доставке информации. Методология и формат» (ISO 29481-1:2010), 2016; ГОСТ Р ИСО «Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов» (ISO 16354:2013), 2016; ГОСТ Р «Информационное моделирование в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершеного строительства», 2016) основана на единой модели, с которой работают специалисты всех профилей, от архитектора до сметчика, строителя и эксплуатационника. В BIM-модели легко можно понять, какая марка бетона использована для изготовления той или иной стеновой панели или плиты, какого она типоразмера, и даже на каком предприятии изготовлена. На объемной модели наглядно видно, какие ошибки и неточности были допущены, их можно намного

дология и формат» (ISO 29481-1:2010), 2016; ГОСТ Р ИСО «Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов» (ISO 16354:2013), 2016; ГОСТ Р «Информационное моделирование в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершеного строительства», 2016) основана на единой модели, с которой работают специалисты всех профилей, от архитектора до сметчика, строителя и эксплуатационника. В BIM-модели легко можно понять, какая марка бетона использована для изготовления той или иной стеновой панели или плиты, какого она типоразмера, и даже на каком предприятии изготовлена. На объемной модели наглядно видно, какие ошибки и неточности были допущены, их можно намного

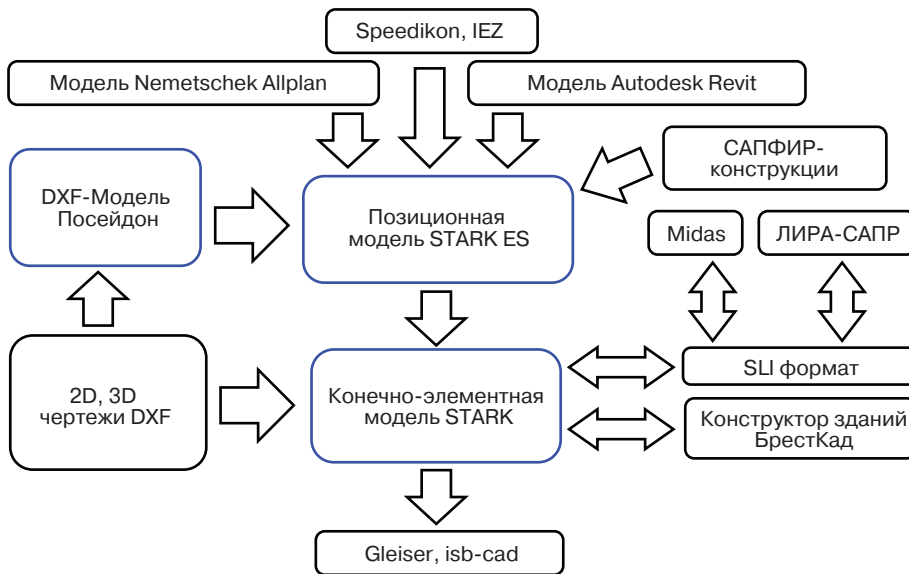


Рис. 1. Схема формирования аналитической модели в ПК СТАРКОН

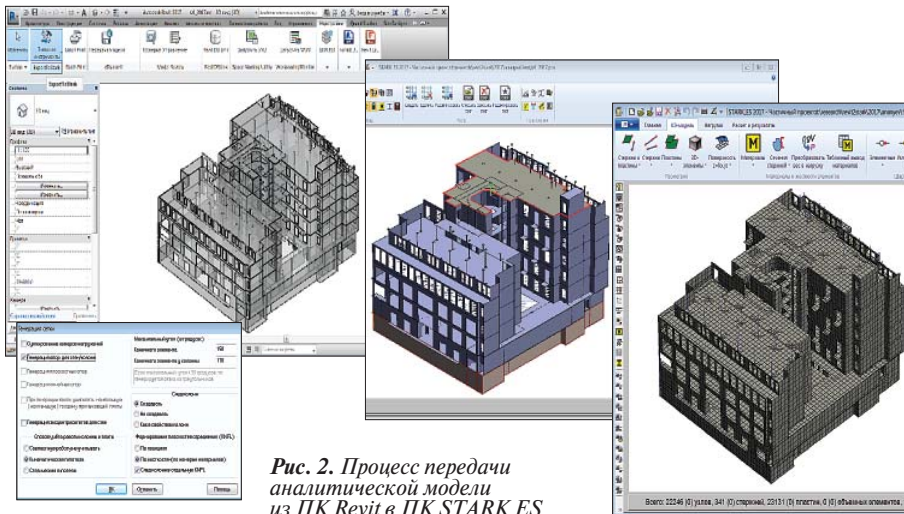


Рис. 2. Процесс передачи аналитической модели из ПК Revit в ПК STARK ES

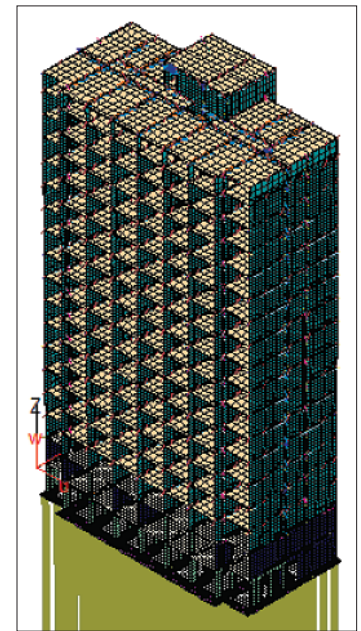
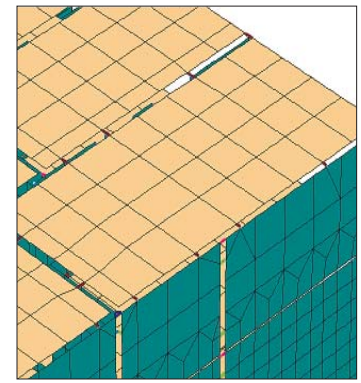


Рис. 3. ПК STARK ES. Расчетная модель панельного здания и его фрагмента

быстрее устранить, и, таким образом, на стройку поступает более качественный проект.

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко в настоящее время занимается разработкой нормативно-технической базы информационного моделирования (BIM), в том числе:

- правил обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах (ПК);
- правил описания компонентов информационной модели;
- правил формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла.

Обмен данными между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах, является важной проблемой проектирования зданий и сооружений. К сожалению, большинство применяемых в России BIM-платформ являются дорогостоящими зарубежными разработками: Autodesk Revit, Nemetschek Allplan, Tekla Structures, Graphisoft ArchiCAD и др. В большинстве случаев, используемый для передачи данных IFC-формат не всегда позволяет добиться хорошего качества связи BIM-платформы и расчетного комплекса. Зачастую разработчики программных средств создают технологии

непосредственного обмена между форматами применяемых продуктов. В расчетный комплекс передается аналитическая модель здания, дорабатывается там, после чего генерируется конечно-элементная сетка и выполняются все необходимые расчетные обоснования.

В качестве примера на рис. 1, 2 представлена блок-схема формирования аналитической модели отечественного ПК СТАРКОН.

Применение информационной модели здания для выполнения расчетов на прочность, устойчивость и колебания.

Современные расчетные ПК, такие как STARK ES, используя аналитическую модель здания, позволяют точно формировать расчетную модель с ее физическими и геометрическими свойствами для различных расчетных ситуаций, возникающих в период всего жизненного цикла сооружения [1], включая:

- моделирование процесса возведения;
- моделирование процесса нагружения;
- моделирование процессов «приспособляемости».

Особенно это важно для расчетов зданий с применением сборных железобетонных конструкций (рис. 3). Выполнение прочностного анализа панельных зданий сложнее, чем монолитных, по причинам:

- необходимости выполнения прочностного анализа зданий на первом этапе проектных работ, в том числе с целью разработки проектов повторного использования (типовых);
- необходимости выполнения прочностного анализа зданий в многовариантной постановке: по нагрузкам, планировкам, материалам с целью снижения стоимости строительства и обеспечения надежности и качества принимаемых конструктивных решений;
- необходимости учета особенностей сопряжений панелей между собой и влияния жесткости сопряжений на общую устойчивость и надежность здания.

### Особенности расчетных моделей

Процесс формирования расчетной модели требует перехода от реальной конструкции к идеализированной расчетной схеме, которая отражает фактическую работу конструкций панелей только с определенной долей приближения. Решение по выбору расчетных схем, формируемых в конечно-элементных программных комплексах, принимаются пользователями и являются индивидуальными. Проблема выбора адекватной расчетной схемы сооружения является одной из самых основных и сложных задач, возникающих при расчете конструкций.

Основные отличия расчетной схемы от конструктивной системы здания.

1. В расчетной схеме основные элементы являются одномерными или двумерными (за исключением 3D-элементов). Остальные характеристики элементов (толщина, площадь поперечного сечения, моменты инерции и т. д.) задаются численно и являются свойствами, присваиваемыми элементам.

2. В расчетной схеме идеализируются связи элементов между собой и связи, накладываемые на расчетную модель извне.

3. В расчетной схеме применяются существенные упрощения при задании внешних воздействий.

4. В расчетной схеме ненесущие элементы обычно учитываются только в виде нагрузочного эффекта.

5. В расчетной схеме вводятся упрощающие предположения и накладываются дополнительные ограничения, касающиеся работы конструкций. Факторы, незначительно влияющие на напряженно-деформированное состояние системы, не учитываются.

6. В процессе работы с расчетной схемой необходимо структурировать все накладываемые (на схему) ограничения и учитывать их при разработке конструктивных решений на последующих этапах жизненного цикла здания.

Вывод – конструктивная система является более общей, по отношению к расчетной схеме. Для одной конструктивной системы может существовать несколько расчетных схем, каждая из которых описывает определенную расчетную ситуацию, состоящую из различных сочетаний элементов конструкций, краевых условий, свойств материалов, внутренних и внешних воздействий.

Переход от расчетной схемы к расчетной модели также использует ряд упрощающих гипотез, позволяющих

представить работу конструкции через небольшое число расчетных параметров: гипотеза плоских сечений, гипотеза сплошности (неразрывности) материала, гипотеза однородности и т. п.

Как отмечено выше основной сложностью при проведении расчетов панельных зданий является учет сопряжений готовых изделий между собой. Сопряжение и взаимодействие панелей между собой происходит в стыках или швах.

Существует огромное количество стыковых соединений, разрабатываемых различными компаниями, но делятся они на два основных вида: вертикальные и горизонтальные стыки.

### Особенности моделирования вертикальных стыков

Вертикальные стыки (швы) – отвечают за соединение стеновых панелей между собой. Работает данный стык в основном на горизонтальные нагрузки и на сдвиг панелей в вертикальном направлении относительно друг друга. Вертикальные стыки подразделяются на несколько основных типов:

- омоноличиваемые стыки на гибких и жестких связях;
- сварные стыки на закладных деталях (стальных пластинах, арматурных стержнях);
- механически защемленные стыки (болтовое, замковое, обжимное).

Вертикальные стыки соединения панелей увеличивают пространственную жесткость здания. В общем виде конструктивная схема работы вертикального стыка основана на следующих положениях:

- стык «разрезает» армирование стен;
- вертикальный стык не работает из плоскости панели;
- в работе стыка на сжатие и срез в плоскости панели участвует заполнитель;
- в работе стыка на горизонтальные нагрузки участвуют закладные детали. Не учитываются сжимающие усилия в закладных деталях (рис. 4).

Моделирование вертикальных стыков в расчетных моделях выполняется набором независимых решений:

- зазор шва – моделирует (ограничивает) соединение стеновых панелей только через плиты перекрытия. Совместная работа стеновых панелей между собой не учитывается (в запас прочности);
- раствор шва (мелкозернистый бетон) – моделирует соединение в виде горизонтальных стержней с характеристиками эквивалентной жесткости «куска» раствора/бетона шва приходящимся на один стержень (в зависимости от крупности сетки). Учитывается работа стержней только на сжатие;

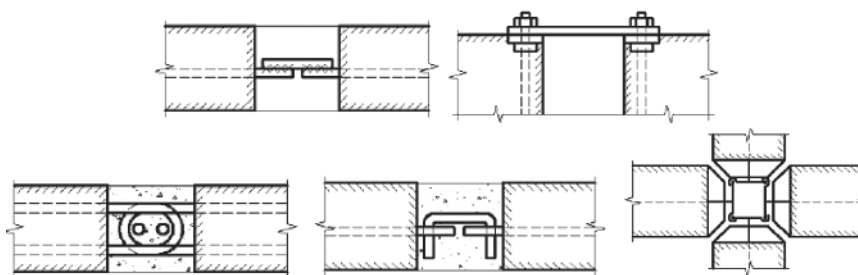


Рис. 4. Различные типы вертикальных стыков [3]



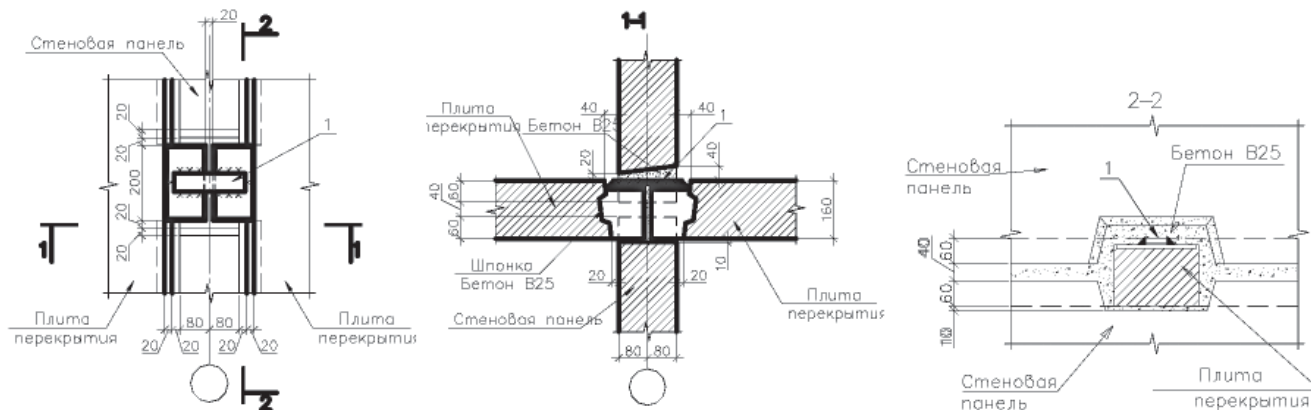


Рис. 5. Горизонтальный стык шпоночного сопряжения плит перекрытий и стен

– закладные детали в швах – моделирует соединение в виде горизонтальных стержней с характеристиками эквивалентной жесткости закладных деталей. Учитывается работа стержней в зависимости от типа закладных деталей.

– растягивающие усилия могут появляться в основном при аварийных воздействиях и действии горизонтальных нагрузок от ветровых и сейсмических воздействий.

Моделирование горизонтальных стыков в расчетных моделях выполняется набором независимых решений для следующих сопряжений (рис. 5).

#### Особенности моделирования горизонтальных стыков

Горизонтальные стыки (швы) – отвечают за соединение панелей плит перекрытий между собой и со стеновыми панелями. Работает данный стык в основном на вертикальные нагрузки, передавая их с плит перекрытий на несущие стеновые панели. Горизонтальные стыки подразделяются на следующие основные схемы работы:

- опирание плит перекрытий на стены по двум, трем и четырем сторонам;
- шпоночное опирание панелей плит на стены;
- сварные стыки с применением закладных деталей (стальные пластины, арматурные стержни).

«Плита–плита» – соединение описывается горизонтальными стержнями с характеристиками эквивалентной жесткости соответствующих закладных деталей. Учитывается работа закладных деталей только на растяжение.

«Плита–стена» – соединение описывается горизонтальными стержнями с характеристиками эквивалентной жесткости «куска» бетона плиты приходящимся на один стержень (в зависимости от крупности сетки). Дополнительно требуется учет эксцентриситета опирания плиты на стену и жесткости заделки плиты (учет изгибающего момента в вертикальной плоскости).

Горизонтальные стыки сопряжения панелей увеличивают пространственную жесткость здания. В общем виде конструктивная схема работы горизонтального стыка основана на следующих положениях:

- стык «разрезает» армирование всех панелей в узле;
- в работе стыка на сжатие и срез участвует заполнитель (раствор или бетон);
- в работе стыка на горизонтальные нагрузки участвует диск плиты перекрытия;
- в закладных деталях, обычно, не учитываются сжимающие усилия;

«Стена–плита–стена» – соединение описывается вертикальными стержнями с характеристиками эквивалентной жесткости «куска» бетона плиты и стены приходящимся на один стержень, в зависимости от крупности сетки. Обычно, учитывается работа стержней только на сжатие.

Шпоночная деталь «плита–стена» – соединение описывается горизонтальным консольным стержнем с характеристиками жесткости сечения шпонки. Дополнительно требуется учет эксцентриситета опирания плиты через шпонку

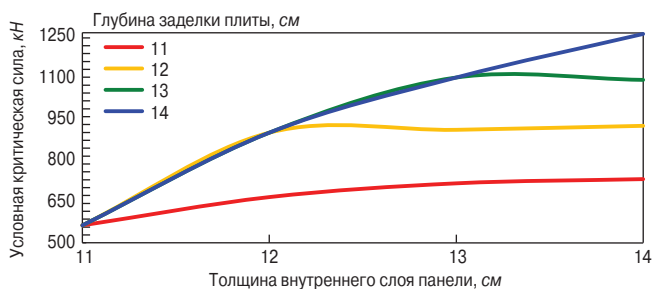


Рис. 6. Влияние эксцентриситета опирания плиты на значение условной критической силы в трехслойной стеновой панели

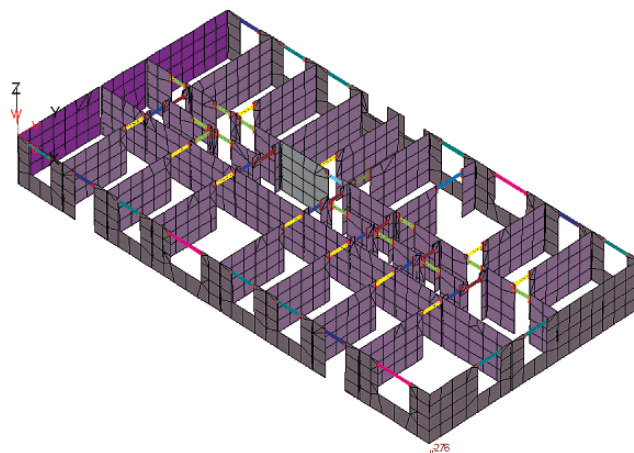


Рис. 7. ПК STARK ES. Расчетная модель стеновых панелей этажа здания серии 121-Т1

на стену и жесткости заделки шпонки (учет изгибающего момента в вертикальной плоскости).

Закладная деталь «стена–стена» – соединение описывается вертикальными стержнями с характеристиками эквивалентной жесткости закладных деталей и выпусков включающихся при аварийных воздействиях. Учитывается работа закладных деталей только на растяжение.

**Особенности моделирования стыков в расчетных программах. Возможности ПК STARK ES для проведения расчетов панельных зданий**

Как видно из конструктивных решений, представленных выше, главной особенностью работы стыков, является факт «разрезания» в узлах сопряжения панелей, по сравнению с монолитными конструкциями. В первом приближении «разрезанность» в узлах сопряжений уменьшает опорные моменты в элементах, увеличивая пролетные. При этом, увеличивается податливость сооружения и изменяется схема работы узла:

- при опирании плит на стены необходимо учитывать эксцентриситет опирания (изгибающий момент от вертикальной силы).

На рис. 6 представлена зависимость условной критической силы от величины эксцентриситета в стеновых панелях различной толщины;

- плиты перекрытий в данных узлах могут передавать изгибающий момент в опорах только за счет учета вертикальных сил в опорной зоне плит. Поэтому жесткость опирания плит выше на нижних этажах и минимальна на покрытии, где плиты лежат свободно.

Программный комплекс STARK ES в составе ПК СТАРКОН, включенный в единый реестр российских программ под порядковым номером № 325, позволяет эффективно выполнять расчеты крупнопанельных зданий. Основные достоинства ПК являются:

- выполнение расчетов зданий как единой расчетной модели с учетом совместной работы упругого основания, в том числе при ветровых и сейсмических воздействиях и конструктивной нелинейности;
- использование ортотропных материалов эквивалентной жесткости для описания работы сборных пустотных плит перекрытия;
- применение эффективных конечных элементов, позволяющих получать точные результаты расчетов на грубых сетках;
- шесть степеней свободы в узле и отсутствие проблем сопряжения КЭ разных типов, например, сопряжение закладных деталей и связей между панелями;
- простота формирования расчетной модели, оптимизированная для работы со зданиями регулярной планировки;

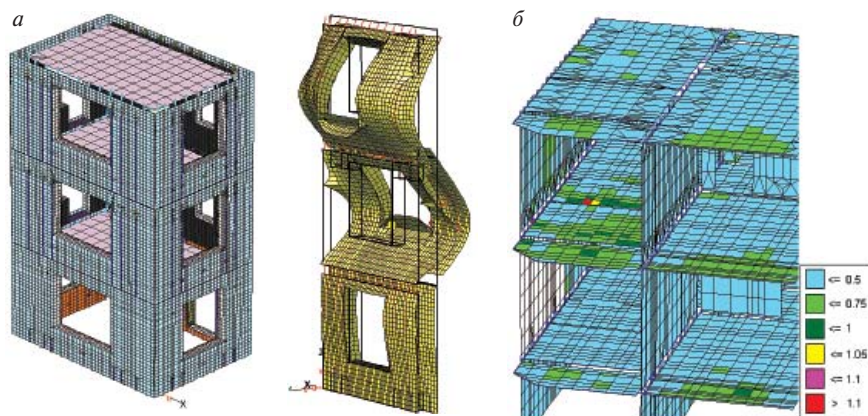


Рис. 8. Примеры в ПК STARK ES: а – 3D-модель фрагмента панельного здания серии 121-Т1 и формы потери устойчивости. Анализ работы внутренних и наружных слоев бетона; б – оценка прочности при аварийном выключении из работы стеновой панели и шкала цветов коэффициента использования прочности  $K_u$

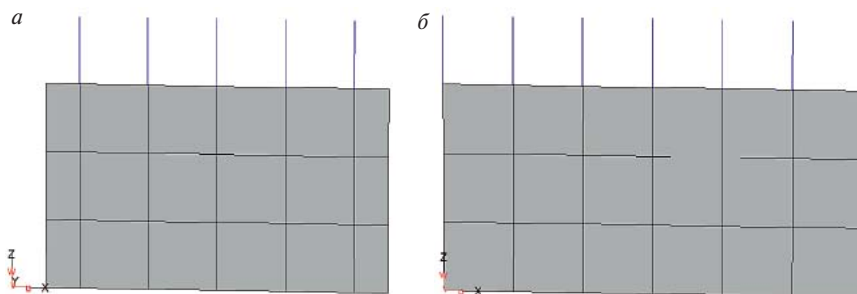


Рис. 9. Горизонтальный растворный шов: а – шов без выделения крайних стержней; б – шов с выделенными крайними стержнями

- скорость выполнения расчетов, подтвержденная многочисленными тестами и реальной практикой расчетов уникальных зданий и сооружений;
  - замена пластин опорной части панелей на стержни эквивалентной жесткости, с целью повышения качества сопряжения панелей между собой и упрощения анализа результатов расчета;
  - выполнение расчетов с учетом физической и конструктивной нелинейности с применением плоских расчетных моделей;
  - учет возможной изменчивости (вариации) модели и последовательности возведения крупнопанельных зданий.
- В ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко развиваются методики и алгоритмы расчета методом конечных элементов панельных зданий по пространственным расчетным схемам с учетом: упругого основания, податливости стыков, многовариантности расчетных схем и случаев нагружений. Заказчики расчетов панельных домов – наиболее известные инвесторы и производители в области сборного домостроения. Опыт выполнения расчетов учитывается при разработке новых версий ПК СТАРКОН сотрудниками ООО «ЕВРОСОФТ» [2–9].

**Эквивалентная жесткость сечения**

Эквивалентная или приведенная жесткость сечения используется в расчетных моделях для описания свойств сложных сечений (сечения многопустотных плит, пространственная структура связей и др.) или упрощения при моде-

лировании сопряжений. Упрощение используется в основном для анализа прочности сечений элементов по усилиям, вместо напряжений. Для достижения этой цели производится замена пластин на стержни, например, при моделировании шпонок или опирания панелей через вертикальные и горизонтальные швы.

Рассмотрим подробнее конструктивные решения, характерные для панельных зданий.

**Растворный шов.** Учитывается его работа только на сжатие и срез. В расчетных моделях растворный шов описывают рядом независимых стержневых элементов прямоугольного сечения. Растворный шов есть в вертикальном и горизонтальном стыке. Жесткость сечения отдельного стержня зависит от высоты сечения прямоугольного элемента. Возможно выделение жесткости крайних стержней, у которых высота сечения в два раза меньше чем у рядовых. Формулы определения высоты сечения в общем виде:

$$h_{ef}^{ряд} = L/(n - j), \quad h_{ef}^{край} = h_{ef}^{ряд} / (1 + j), \quad (1)$$

где  $h_{ef}^{ряд}$  – высота сечения рядовых стержней;  $h_{ef}^{край}$  – высота сечения крайних стержней;  $L$  – длина плиты/стены;  $n$  – количество стержней по длине, обычно принимается равным количеству узлов соединяемых элементов;  $j=0$  – при отсутствии стержней в углах плиты/стены (рис. 9, а);  $j=1$  – при выделении стержней в углах плиты/стены (рис. 9, б).

#### Список литературы

1. Городецкий А.С., Евзеров И.Д., Компьютерные модели конструкций. Киев: ФАКТ, 2005. 344 с.
2. Данель В.В. Параметры 3D-стержней, моделирующих стыки в конечно-элементных моделях // *Жилищное строительство*, 2012. № 5. С. 22–27.
3. Жук Ю.Н., Симбиркин В.Н. Программный комплекс STARK ES. В кн.: Современное высотное строительство. М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. 464 с.
4. Маклакова Т.Г. Конструирование крупнопанельных зданий. М.: Стройиздат, 1975. 159 с.
5. Назаров Ю.П., Жук Ю.Н., Симбиркин В.Н. Автоматизированное проектирование плоских монолитных и сборно-монолитных перекрытий каркасных зданий // *Промышленное и гражданское строительство*. 2006. №10. С. 48–50.
6. Программный комплекс для расчета строительных конструкций на прочность устойчивость и колебания STARK ES. Версия 4x4 (2007). Руководство пользователя. М.: ЕВРОСОФТ, 2008. 399 с.
7. Симбиркин В.Н. Проектирование железобетонных каркасов многоэтажных зданий с помощью ПК STARK ES// *Информационный вестник Мособлгосэкспертизы*. 2005. № 3 (10). С. 42–48.
8. Симбиркин В.Н., Курнавина С.О. Статический и динамический расчет железобетонных монолитных каркасов зданий с помощью программного комплекса STARK ES. М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», ООО «ЕВРОСОФТ», 2007. 158 с.
9. Симбиркин В.Н., Курнавина С.О. Решение задач проектирования строительных конструкций с помощью программного комплекса STARK ES. Расчет монолитных железобетонных каркасов зданий. М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, ООО «ЕВРОСОФТ», 2009. 141 с.

**Пустотные плиты.** Необходимо учитывать различия свойств плиты вдоль и поперек волокон. В расчетных моделях ортотропные свойства описываются приведенными характеристиками к прямоугольному сечению на 1 п. м. ширины плиты. Искомые параметры:  $t_{ef}$  и  $E_{ef}$ , определяются по формулам:

$$t_{ef} = \sqrt{\frac{12 \cdot J^{пуст}}{A^{пуст}}}, \quad E_{ef} = \frac{E_b^{пуст} A^{пуст}}{t_{ef} \cdot L_{п.м.}}, \quad (2)$$

где  $t_{ef}$  – эффективная толщина плиты, приведенная к прямоугольному сечению;  $E_{ef}$  – модуль упругости бетона плиты, приведенного к прямоугольному сечению;  $E_b^{пуст}$  – модуль упругости бетона многопустотной плиты;  $J^{пуст}$  – момент инерции сечения многопустотной плиты, поперек отверстиям;  $A^{пуст}$  – площадь сечения многопустотной плиты, поперек отверстиям;  $L_{п.м.}$  – длина приведенного сечения, равная 1 п. м.

**Закладные детали.** Имеют сложное составное сечение. Моделирование возможно двумя способами: одним стержнем сложного сечения или набором связанных стержней простых сечений. Характеристики сечений определяются вручную стандартными формулами сопряжения или автоматически, например, в программе ProfilMaker.

**Перекрытия над проемами.** В расчетных моделях перекрытия описывают стержневыми элементами прямоугольного сечения, жестко сопряженными с простенками стеновой панели с одной или двух сторон (рис. 7).

#### References

1. Gorodetsky A.S., Evzerov I.D., Computer models of designs. Kiev: FAKT, 2005. 344 p.
2. Danel V.V. The 3D parameters – the cores modeling joints in final and element models. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2012. No. 5, pp. 22–27. (In Russian).
3. Bug Yu.N., Simbirkin V. N. Program STARK ES complex. In book: Modern high-rise construction. Moscow: GUP «ITTs Moskomarkhitektury», 2007. 464 p.
4. Maklakova T. G. Designing of large-panel buildings. Moscow: Stroyizdat, 1975. 159 p.
5. Nazarov Yu.P., Bug Yu.N., Simbirkin V.N. The automated design of flat monolithic and combined and monolithic overlappings of frame buildings *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2006. No. 10, pp. 48–50. (In Russian).
6. A program complex for calculation of building constructions on durability stability and fluctuations of STARK ES. Version 4x4 (2007). *Rukovodstvo pol'zovatelya*. Moscow: EVROSOFT, 2008. 399 p.
7. Simbirkin V.N. Design of reinforced concrete frameworks of multystoried buildings by means of the STARK ES personal computer. *Informatsionnyi vestnik Mosobl'gosekspertizy*. 2005. No. 3 (10), pp. 42–48. (In Russian).
8. Simbirkin V.N., Kurnavina S.O. Statically and dynamic calculation of reinforced concrete monolithic frameworks of buildings by means of the program STARK ES complex. Moscow: FGUP «NITs «Stroitel'stvo», ООО «EVROSOFT», 2007. 158 p.
9. Simbirkin V.N., Kurnavina S.O. The solution of problems of design of building constructions by means of the program STARK ES complex. Calculation of monolithic reinforced concrete frameworks of buildings. Moscow: TsNIISK im. V.A. Kucherenko, ООО «EVROSOFT», 2009. 141 p.