

С.А. ЗЕНИН, канд. техн. наук (lab01@mail.ru), Р.Ш. ШАРИПОВ, канд. техн. наук, О.В. КУДИНОВ, инженер

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева (НИИЖБ), АО «НИЦ «Строительство» (109428, Москва, ул. 2-я Институтская, 6)

Предложения по общим правилам расчета и конструирования сборно-монолитных каркасных безригельных конструктивных систем многоэтажных жилых и общественных зданий

Приведены положения по общим правилам расчета и конструирования сборно-монолитных каркасных безригельных конструктивных систем для зданий различного функционального назначения. Разработка общих правил расчета обусловлена недостатками существующей нормативной базы, а также большим числом вопросов проектных и экспертных организаций при разработке и оценке конструктивных решений указанных зданий. Предложены общие положения по расчету конструктивных систем, включая общий расчет конструктивной системы и расчет ее элементов и узлов. Расчеты предлагается выполнять в двухэтапной постановке. На первом этапе определяются основные параметры конструктивной системы, на втором этапе выполняются расчеты основных представителей несущих конструкций и узлов их сопряжений на действие усилий, полученных из общего расчета конструктивной системы. Помимо основных правил расчета предложены методы конструирования сборно-монолитных каркасных безригельных конструктивных систем, включая методы конструирования элементов и узлов их сопряжений.

Ключевые слова: каркас, безригельная конструктивная система, сборно-монолитные конструкции, бетон, железобетон, многоэтажные жилые и общественные здания.

Для цитирования: Зенин С.А., Шарипов Р.Ш., Кудинов О.В. Предложения по общим правилам расчета и конструирования сборно-монолитных каркасных безригельных конструктивных систем многоэтажных жилых и общественных зданий // *Строительные материалы*. 2018. № 12. С. 61–65. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-766-12-61-65>

S.A. ZENIN, Candidate of Science (Engineering) (lab01@mail.ru), R.Sh. SHARIPOV, Candidate of Science (Engineering), O.V. KUDINOV, Engineer
Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete named after A.A. Gvozdev (NIIZHB), JSC "Research Center of Construction"
(6, 2nd Institutskaya Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

Suggestions for General Rules of Calculation and Design of Precast-Monolithic Frame Girderless Structural Systems of Multi-Storey Residential and Public Buildings

The provisions of the general rules of calculation and design of precast frame girderless structural systems for buildings of various functional purposes are presented. The development of general rules of calculation is due to the shortcomings of the existing regulatory framework, as well as a large number of problems of design and expert organizations when developing and evaluating structural solutions of these buildings. The general provisions for the calculation of structural systems, including the general calculation of the structural system and the calculation of its elements and components are proposed. The calculations are proposed to be performed in a two-stage formulation. At the first stage, the main parameters of the structural system are determined, at the second stage, the calculations of the main representatives of the bearing structures and their conjugation units are performed on the action of the forces obtained from the general calculation of the structural system are made. In addition to the basic rules of calculation, methods are proposed for the design of precast frame jointless structural systems, including design methods of elements and nodes of their mates.

Keywords: frame, girderless structural system, precast-monolithic structures, concrete, reinforced concrete, multi-storey residential and public buildings.

For citation: Zenin S.A., Sharipov R.Sh., Kudinov O.V. Suggestions for general rules of calculation and design of precast-monolithic frame girderless structural systems of multi-storey residential and public buildings. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 12, pp. 61–65. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-766-12-61-65> (In Russian).

Каркасные сборно-монолитные конструктивные системы с плоскими перекрытиями (безригельные системы) для многоэтажных зданий различного функционального назначения являются достаточно выгодными с точки зрения свободы объемно-планировочных решений и являются гибкими в реакции на запросы рынка недвижимости, чем выгодно отличаются от крупнопанельного домостроения. Наряду с этим данные конструктивные системы также имеют очевидные плюсы индустриального домостроения.

Однако существующая нормативная база не содержит конкретных указаний по расчету и конструированию каркасных сборно-монолитных конструктивных систем. Для решения данной проблемы лаборатория № 1 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева в 2017 г. выполнила НИР по теме «Проведение исследования работы сборно-монолитных каркасных безригельных конструктивных систем многоэтажных жилых и общественных зданий с разра-

боткой предложений по методикам их расчета и конструирования». При выполнении научно-исследовательской работы был выполнен анализ основной нормативно-технической и методической базы по данному вопросу — как отечественной [1–9], так и зарубежной [10–16].

Результатом данной работы явились в том числе предложения по общим правилам расчета и конструирования сборно-монолитных каркасных безригельных конструктивных систем многоэтажных жилых и общественных зданий.

Для сборно-монолитных безригельных каркасных конструктивных систем должны быть сформулированы общие правила расчета. При этом следует отметить, что общие правила расчета должны быть установлены как для конструктивных систем в целом, так и для отдельных представителей несущих конструкций и узлов сопряжений данных конструкций. Необходимо отметить, что в общем случае расчеты должны выполняться в со-

ответствии с требованиями действующих нормативных документов [1–6, 17–22] с целью обеспечения необходимой пожаробезопасности, надежности, долговечности, тепло- и звукоизоляции, коррозионной стойкости, прочности, трещиностойкости и деформативности.

Можно предложить условное разбиение процесса выполнения расчетов на два этапа. На первом этапе выполняется расчет конструктивной системы в целом. На втором этапе выполняется расчет элементов конструктивной системы и узлов их сопряжений.

В общем случае в рамках расчета сборно-монолитной безригельной каркасной конструктивной системы на первом этапе должна быть оценена эксплуатационная пригодность конструктивной системы в целом. Для этого необходимо определить ряд основных параметров конструктивной системы, значения которых должны быть сопоставлены с предельно допустимыми значениями, приведенными в соответствующих нормативных документах.

Кроме того, общими правилами расчета должны быть предусмотрены требования по определению в рамках расчетов первого этапа усилий и деформаций, возникающих в основных представителях несущих конструкций, а также в узлах их сопряжений.

На втором этапе выполняются расчеты по прочности, трещиностойкости и деформациям несущих элементов конструктивной системы и узлов их сопряжений. Расчеты выполняются на действие усилий, полученных на первом этапе. По результатам указанных расчетов производится конструирование элементов и узлов их сопряжений с учетом требований действующих норм.

Далее предлагаются общие требования по выполнению расчетов сборно-монолитной безригельной каркасной конструктивной системы, ее элементов и узлов.

Для сборно-монолитной каркасной безригельной конструктивной системы необходимо выполнять следующие расчеты:

- расчет горизонтальных перемещений верха;
- расчет форм собственных колебаний;
- расчет устойчивости формы и устойчивости положения (опрокидывание);
- расчет перекосов этажных ячеек;
- расчет максимальной (средней) осадки, разности осадок фундамента;
- расчет прогибов плит перекрытий;
- расчет ускорений колебаний перекрытий верхних этажей;
- расчет усилий и перемещений, возникающих в несущих элементах, а также узлах их сопряжений по результатам общего расчета конструктивной системы.

Расчеты конструктивной системы следует выполнять с учетом стадийности возведения (при существенном изменении расчетной ситуации) и для стадии эксплуатации. Также расчет в общем случае следует выполнять в пространственной постановке с учетом совместной работы надземной и подземной частей здания, а также фундамента и основания под ним.

Расчет несущих конструктивных систем выполняют с учетом линейных (упругих) и нелинейных (неупругих) жесткостей железобетонных элементов. Линейные жесткости элементов определяются как для сплошного упругого тела. Нелинейные жесткости определяются по поперечному сечению с учетом фактически установленного армирования, возможного образования трещин и развития неупругих деформаций в бетоне и арматуре, отвечающих кратковременному и длительному действию нагрузки.

Значения жесткостей железобетонных элементов устанавливаются в зависимости от стадии расчета, требований к расчету, а также характера напряженно-деформированного состояния элемента.

При расчете сборно-монолитных безригельных каркасных конструктивных систем следует учитывать податливость связей между несущими железобетонными элементами и конструктивные особенности горизонтальных и вертикальных стыков конструкций.

В результате расчета несущей конструктивной системы должны быть установлены следующие параметры:

- горизонтальные перемещения верха конструктивной системы;
- перекосы этажных ячеек;
- прогибы плит перекрытий;
- коэффициент запаса устойчивости формы конструктивной системы;
- коэффициент запаса устойчивости положения конструктивной системы;
- ускорения колебаний перекрытия верхнего жилого этажа;
- максимальная (средняя) осадка, разность осадок фундамента;

Предельно допустимая величина ускорения колебаний в уровне перекрытия верхнего жилого этажа здания, возникающая в результате пульсаций скоростного напора ветра, устанавливается в соответствии с требованиями СП 20.13330 [2].

Горизонтальные перемещения верха конструктивной системы определяются при действии нагрузок, отвечающих соответствующей расчетной ситуации по второй группе предельных состояний (постоянные, длительные и кратковременные вертикальные и горизонтальные нагрузки с коэффициентом надежности по нагрузке, равным единице). Необходимо также учитывать податливость соединений и работу основания.

Величина горизонтальных перемещений верха здания не должна превышать предельно допустимой величины, установленной согласно требованиям СП 20.13330 [2].

Расчет перекосов вертикальных этажных ячеек выполняется от неравномерности вертикальных и горизонтальных деформаций соседних несущих конструкций стен. Данный расчет выполняется с учетом стадий возведения, а также времени и длительности приложения нагрузок. В расчете необходимо учитывать податливость соединений и работу основания.

Величина перекосов вертикальных ячеек не должна превышать $h_s/300$, где h_s – высота этажа, равная расстоянию между срединными плоскостями плит смежных этажей.

Расчет на устойчивость формы и положения выполняют на действие расчетных постоянных, длительных и кратковременных нагрузок с учетом работы основания.

Запас по устойчивости формы конструктивной системы должен быть не менее чем двукратным. Запас по устойчивости характеризует превышение эксплуатационной нагрузки на конструктивную систему, при которой возникает возможность потери общей устойчивости здания.

Расчет конструктивной системы на устойчивость положения (опрокидывание) выполняется на действие опрокидывающего (от горизонтальной нагрузки) и удерживающего (от вертикальной нагрузки) моментов. Величины моментов принимаются относительно крайней точки фундамента. Коэффициент запаса по устойчивости положения конструктивной системы должен быть более полутора.

В случае если полученные параметры конструктивной системы превышают предельно допустимые нормативными документами значения, требуется корректировка принятых проектных решений.

Для повышения пространственной жесткости (обеспечения устойчивости формы, уменьшения горизонтального перемещения верха и перекосов) применяют следующие мероприятия:

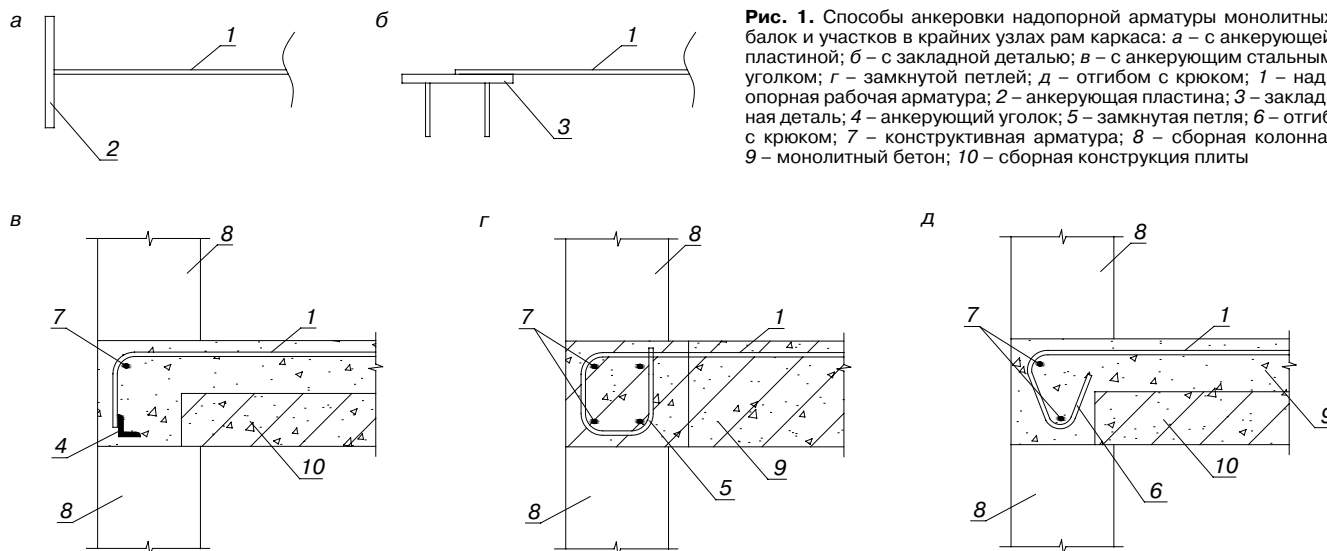


Рис. 1. Способы анкерки надопорной арматуры монолитных балок и участков в крайних узлах рам каркаса: а – с анкерующей пластиной; б – с закладной деталью; в – с анкерующим стальным уголком; г – замкнутой петлей; д – отгибом с крюком; 1 – надопорная рабочая арматура; 2 – анкерующая пластина; 3 – закладная деталь; 4 – анкерующий уголок; 5 – замкнутая петля; 6 – отгиб с крюком; 7 – конструктивная арматура; 8 – сборная колонна; 9 – монолитный бетон; 10 – сборная конструкция плиты

- увеличение количества диафрагм жесткости;
- увеличение размеров поперечных сечений вертикальных конструкций в необходимом направлении;
- уменьшение шага вертикальных несущих конструкций (пролетов плит перекрытий).

При несоблюдении условий устойчивости положения (опрокидывания) конструктивной системы выполняют корректировку конструктивной системы с целью снижения опрокидывающего момента или увеличения удерживающего. При этом допускается увеличение площади фундамента.

Прогибы из плоскости плит перекрытий определяются при действии нагрузок, отвечающих соответствующей расчетной ситуации по второй группе предельных состояний (постоянные и временные длительные нагрузки с коэффициентом надежности по нагрузке, равным единице).

Предельно допустимая величина прогибов устанавливается в соответствии с требованиями СП 20.13330 [2].

Расчет основания (несущей способности и деформации) следует выполнять в соответствии с указаниями действующих нормативных документов (СП 22.13330 [3], СП 24.13330 [4]) на действие усилий, полученных из расчета общей конструктивной системы здания. Предельные осадки основания ограничиваются в соответствии с указаниями СП 22.13330 [3].

Возникающие вследствие деформаций основания крены здания должны ограничиваться исходя из условий эксплуатации технологического оборудования, указанных в задании на проектирование.

Предельно допустимые значения совместных неравномерных деформаций основания и здания устанавливаются расчетом исходя из обеспечения необходимой прочности, устойчивости и трещиностойкости конструкций.

Расчет на устойчивость против прогрессирующего обрушения должен обеспечивать прочность и устойчивость конструктивной системы в целом при выходе из строя какого-либо фрагмента стен (допускается рассматривать наиболее опасные схемы аварийных воздействий). В случае если грунты основания здания опасны в карстовом отношении, следует также рассматривать возможность образования карстовой воронки. Данные виды расчетов выполняются по отдельным нормативным документам, а также с привлечением специализированных организаций.

По результатам общего расчета конструктивной системы в основных представителях несущих элементов

(плитах, колоннах, диафрагмах жесткости) и узлах их сопряжений (с учетом их фактической работы в конструктивной системе) должны быть установлены значения действующих усилий изгибающих и крутящих моментов, продольных и поперечных сил.

После определения действующих в основных представителях несущих элементов усилий выполняются соответствующие расчеты этих элементов и узлов их сопряжений по предельным состояниям двух групп согласно указаниям действующих нормативных документов СП 63.13330 [5], СП 16.13330 [17].

При этом для конструкций вертикальных диафрагм жесткости приведена также отдельная методика расчета.

Проверку прочности диафрагм жесткости на действие продольных сил и изгибающих моментов выполняют для нормальных сечений из условия:

$$N \cdot e \leq \gamma_d \cdot N_{ult}, \quad (1)$$

где N_{ult} – несущая способность нормального сечения диафрагмы жесткости, определяемая согласно указаниям СП 63.13330 [5] как для внецентренно сжатых конструкций (правая часть условий 8.10 и 8.16); γ_d – коэффициент условий работы диафрагмы, принимаемый равным:

$$\gamma_d = \frac{1}{1 + 0,02m + 0,05p}, \quad (2)$$

где m – число вертикальных швов между сборными элементами, для монолитных диафрагм $m=0$; p – число проемов в проверяемом горизонтальном сечении диафрагмы.

Коэффициент условий работы диафрагмы также может быть установлен экспериментальным путем.

Проверку прочности диафрагм при сдвиге выполняют по вертикальным и горизонтальным швам соединения с конструкциями колонн, плит перекрытий и покрытия, включая вертикальные швы соединения сборных диафрагм друг с другом (для составных диафрагм) из условия:

$$Q \leq \gamma_q \cdot Q_{ult}, \quad (3)$$

где Q_{ult} – несущая способность проверяемого вертикального или горизонтального сечения при сдвиге. Несущая способность определяется в зависимости от вида соединений: для соединений сборных конструкций – согласно указаниям СП 335.1325800 [21] по крупнопанельным конструктивным системам; для сборно-монолитных со-

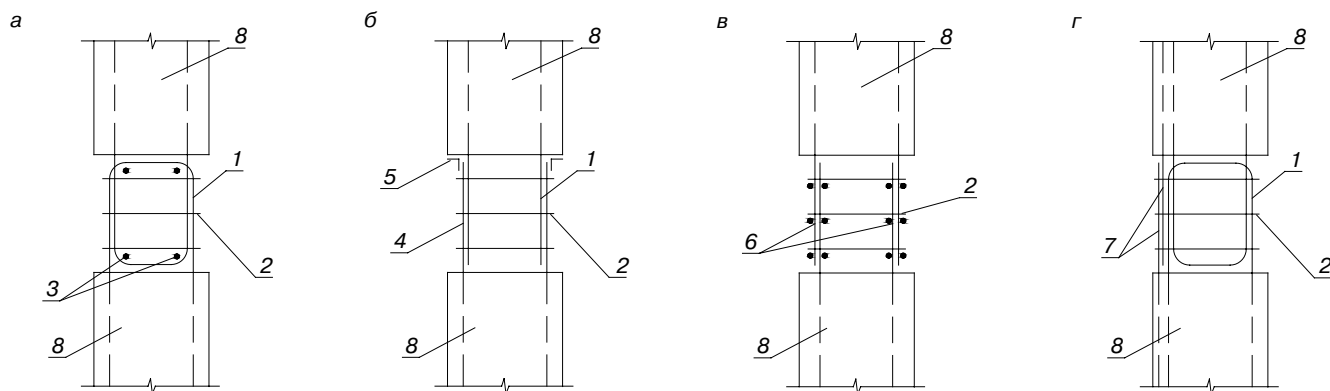


Рис. 2. Армирование стыка сборных колонн в узлах каркасных систем: а – петлевой стык внахлестку; б – стык петлевых и стержневых выпусков; в – стык внахлестку плоских арматурных каркасов; г – стык петлевых выпусков с дополнительной продольной арматурой; 1 – петлевой выпуск рабочей арматуры; 2 – хомуты; 3 – анкерующие стержни; 4 – стержневые выпуски рабочей арматуры; 5 – анкерующий уголок; 6 – выпуски плоских каркасов рабочей арматуры; 7 – дополнительная арматура; 8 – сборная колонна

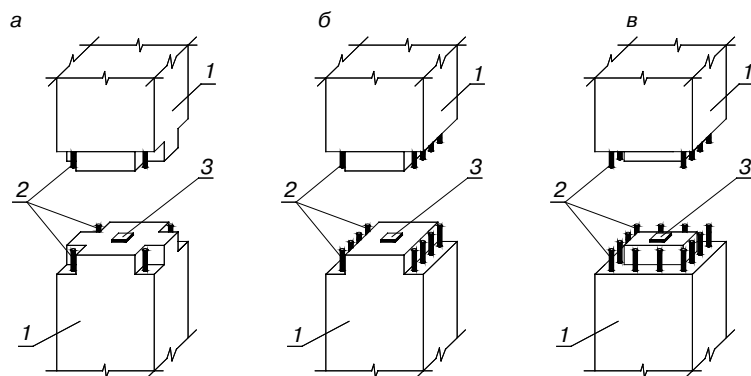


Рис. 3. Примеры плоских стыков сборных колонн с применением сварных соединений выпусков: а – с угловой подрезкой; б – с боковой подрезкой; в – с подрезкой по периметру; 1 – сборная колонна; 2 – выпуски рабочей арматуры колонны; 3 – стальная прокладка

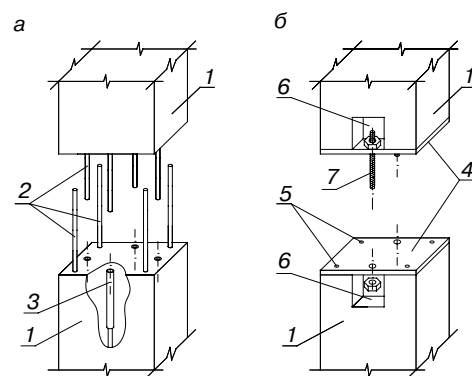


Рис. 4. Примеры плоских стыков сборных колонн с применением штепсельных и болтовых соединений: а – стык штепсельного типа; б – болтовой стык; 1 – сборная колонна; 2 – выпуски рабочей арматуры колонны; 3 – стальная трубка или канал; 4 – стальная пластина; 5 – анкера стальной пластины; 6 – проем в колонне под устройство болтового стыка; 7 – болтовое соединение

единений – согласно указаниям СП 337.1325800 [21] по сборно-монокрипным конструкциям; для монокрипных конструкций – согласно указаниям СП 63.13330 [5]; γ_q – коэффициент условий работы диафрагмы при сдвиге, принимаемый равным 0,75.

Также необходимо проверять прочность перемычек в диафрагмах жесткости на действие поперечных сил и изгибающих моментов.

В части конструирования элементов и стыков сборно-монокрипных каркасных безригельных конструктивных систем можно отметить следующие основные моменты.

Для обеспечения необходимой анкеровки растянутой рабочей арматуры (надпорной в узлах сопряжения монокрипных балок с колоннами, в опорных зонах плит, в связевых поясах), устанавливаемой в монокрипном бетоне, рекомендуется выполнять следующие мероприятия:

- приварку к концам стержней анкерующих пластин, уголков или закладных деталей (рис. 1, а, б);
- устройство отгибов, замкнутых петель на концах анкеруемых стержней (рис. 1, в, д);
- установку дополнительных хомутов на выпусках продольной арматуры колонн или дополнительной распределительной арматуры в местах перегибов анкеруемой арматуры.

Также предлагается предусматривать конструктивные меры для надежной анкеровки выпусков продольной арматуры колонн, обеспечивающих ее работу с полным расчетным сопротивлением.

Для этой цели рекомендуется выполнение следующих мероприятий (рис. 2):

- устройство петлевых стыков арматуры внахлестку;
- применение выпусков плоских каркасов с расположением по длине нахлестки не менее двух поперечных стержней;
- приварка анкерующих пластин или уголков к стыкуемому выпуску продольной арматуры колонн.

Стыки многоэтажных сборных колонн рекомендуется проектировать плоскими с применением сварных соединений арматурных выпусков и последующей заделкой монокрипным бетоном (рис. 3) либо стыков штепсельного типа с заведением выпусков рабочей арматуры на торцах одного элемента в армированные каналы другого с заполнением каналов полимерным или цементным раствором (рис. 4, а). Также при соединениях колонн могут быть использованы иные типы соединений и анкерные устройства, позволяющие воспринимать растягивающие напряжения в стыке в продольном направлении (рис. 4, б).

Также приведены рекомендации по проектированию данных каркасных систем в сейсмических районах, рекомендации по обеспечению совместной работы монокрипного и сборного железобетона.

Выполненная работа предполагает, что по результатам проведенной НИР на последующих этапах могут быть разработаны как общие, так и детальные правила проектирования сборно-монокрипных каркасных безригельных конструктивных систем. Данные правила могут быть сформулированы в виде отдельного норма-

тивного документа, ранг которого рекомендуется установить позже после выполнения дополнительных научно-исследовательских работ с учетом разрабатываемых и утверждаемых в настоящее время проектов новых норм.

При этом следует отметить, что перед разработкой нормативного документа необходимо выполнить ряд дополнительных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в сборно-монокристаллических каркасных безригельных конструктивных системах по следующим вопросам:

- теоретическая и экспериментальная оценка жесткости соединений конструкций перекрытий и колонн;
- теоретическая и экспериментальная оценка жесткости соединений колонн и вертикальных диафрагм жесткости;
- теоретическая и экспериментальная оценка жесткости соединений сборных многослойных панелей плит перекрытий.

Выполнение данных НИОКР позволит в значительной мере расширить и дополнить предлагаемые в настоящей работе положения и методики по проектированию и расчету сборно-монокристаллических каркасных безригельных конструктивных систем.

Список литературы

1. СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции». М.: Стандартинформ, 2017.
2. СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия». М., 2016.
3. СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений». М.: Стандартинформ, 2017.
4. СП 24.13330.2011 «СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты». М.: АО «Кодекс», 2011.
5. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии». М.: Минрегион России, 2012.
6. СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». М., 2013.
7. Пособие по проектированию жилых зданий. Вып. 3. Ч. 1, 2. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85). М.: ЦНИИЭП жилища Госкомархитектуры, 1986.
8. Ханджи В.В. Расчет многоэтажных зданий со связевым каркасом. М.: Стройиздат, 1977. 192 с.
9. Дыховичный Ю.А., Максименко В.А. Сборный железобетонный унифицированный каркас. М.: Стройиздат, 1985. 296 с.
10. BS 8110-1: 1997. Structural use of concrete — Part 1: Code of practice for design and construction. <https://csrcrecruits.files.wordpress.com/2014/04/bs8110-1-1997-structural-use-of-concrete-design-construction.pdf>
11. Elliott K.S., Tovey A.K. Precast concrete frame buildings. Design guide. British Cement Association. 1992, 96 p.
12. Design Recommendations of Precast Prestressed Hollow Core Floors. CEB-FIP Commission draft manual, 2016.
13. Design of Hybrid Concrete Buildings. The Concrete Centre, 2009.
14. Technical Manual. Deltabeam. Composite beam. Peikko Group 8/2014.
15. Design of hollow-core floors as composite members. FIP commission on prefabrication. Preliminary report, 1992.
16. PCI Manual for the design of hollow core slabs. Precast/Prestressed Concrete Institute, 1998.
17. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования. М.: Стандартинформ, 2015.
18. СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2012.
19. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. Минрегион России. М.: ОАО «ЦПП», 2011.
20. СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции». М.: АО «Кодекс», 2012.
21. СП 335.1325800.2017 «Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования». М., 2017.
22. СП 337.1325800.2017 «Конструкции железобетонные сборно-монокристаллические. Правила проектирования». М., 2017.

References

1. SP 16.13330.2017 "SNiP II-23-81* Steel Structures". Moscow: Standardinform, 2017. (In Russian).
2. SP 20.13330.2016 "SNiP 2.01.07-85* Loads and Impacts". Moscow. 2016. (In Russian).
3. SP 22.13330.2016 "SNiP 2.02.01-83* Foundations of buildings and structures". Moscow: Standardinform. 2017. (In Russian).
4. SP 24.13330.2011 "SNiP 2.02.03-85 Pile foundations". Moscow: JSC "Code". 2011. (In Russian).
5. SP 28.13330.2012 "Protection of building structures against corrosion". Moscow: Ministry of Regional Development of Russia. 2012. (In Russian).
6. SP 63.13330.2012 "SNiP 52-01-2003 Concrete and reinforced concrete structures. The main provisions". Moscow: 2013. (In Russian).
7. Posobiye po proyektirovaniyu zhilykh zdaniy. Vyp. 3. Chast' 1, 2. Konstruktsii zhilykh zdaniy (k SNiP 2.08.01-85) [Handbook for the design of residential buildings. Issue 3. Part 1, 2. Designs of residential buildings (to SNiP 2.08.01-85)., 1986.]. Moscow: TSNIIEP zhilishcha of the State Committee on Architecture. 1986.
8. Khandzhi V.V. Raschet mnogoetazhnykh zdaniy so svyazevym karkasom [Calculation of multi-storey buildings with a tie frame]. Moscow: Stroyizdat. 1977. 192 p.
9. Dykhovichnyy Yu.A., Maksimenko V.A. Sbornyy zhelezobetonnyy unifitsirovanny karkas [Precast reinforced concrete unified frame]. Moscow: Stroyizdat. 1985. 296 p.
10. BS 8110-1: 1997. Structural use of concrete — Part 1: Code of practice for design and construction. <https://csrcrecruits.files.wordpress.com/2014/04/bs8110-1-1997-structural-use-of-concrete-design-construction.pdf>
11. Elliott K.S., Tovey A.K. Precast concrete frame buildings. Design guide. British Cement Association. 1992, 96 p.
12. Design Recommendations of Precast Prestressed Hollow Core Floors. CEB-FIP Commission draft manual, 2016.
13. Design of Hybrid Concrete Buildings. The Concrete Centre, 2009.
14. Technical Manual. Deltabeam. Composite beam. Peikko Group 8/2014.
15. Design of hollow-core floors as composite members. FIP commission on prefabrication. Preliminary report, 1992.
16. PCI Manual for the design of hollow core slabs. Precast/Prestressed Concrete Institute, 1998.
17. GOST 27751-2014 Reliability of building structures and bases. Basic provisions and requirements. Moscow: Standardinform, 2015. (In Russian).
18. SP 2.13130.2012 Fire protection systems. Providing fire resistance of objects of protection. Moscow: MES of Russia; FSBI VNIPO MES of Russia, 2012. (In Russian).
19. SP 14.13330.2011 Construction in seismic areas. Ministry of Regional Development of Russia. Moscow: OJSC "ZPP", 2011. (In Russian).
20. SP 70.13330.2012 Bearing and enclosing structures. Moscow: JSC "Code", 2012. (In Russian).
21. SP 335.1325800.2017 "Large-panel structural systems. Design rules". Moscow, 2017. (In Russian).
22. SP 337.1325800.2017 "Reinforced concrete prefabricated monolithic structures. Design rules". Moscow, 2017. (In Russian).