

В.П. БЛАЖКО^{1,*}, Л.Н. СМИРНОВА²¹ Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство»,

2-я Институтская ул., д. 6, к. 5, г. Москва, 109428, Российская Федерация

² АО «НИЦ «Строительство», 2-я Институтская ул., д. 6, к. 1,
г. Москва, 109428, Российская Федерация

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СБОРНО–МОНОЛИТНОГО ЗДАНИЯ ДЛЯ ЗАВОДОВ ЖБИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Аннотация

Введение. В статье рассматривается инновационная конструктивная система КПСМ (каркас пространственный сборно-монолитный) в части ее практической реализации на предприятиях, производящих сборные железобетонные конструкции. В частности, имеются в виду заводы малой мощности, расположенные в регионах и не располагающие развитой технологической базой. Внедрение КПСМ на этих предприятиях позволит организовать выпуск изделий для строительства объектов соцкультбыта, а также жилых зданий в обычных и сейсмоактивных районах. Конструктивная система состоит из Н-образных рам, расположенных ортогонально друг другу и связанных между собой по высоте монолитными вставками, а по горизонтали – стяжками. Перекрытия сборные из полнотелых железобетонных плит, соединяемых между собой через закладные детали с помощью сварки. Возможно применение многопустотного настила. Ограждающие конструкции из мелкоштучных элементов либо навесных панелей на каркасе с эффективным утеплителем. Н-образные рамы располагаются на сетке осей 6 × 3 м или 6 × 6 м – в случае применения многопустотного настила. Рама изготавливается в горизонтальном положении. Габарит форм по длине не превышает 3 000 мм, в форме изготавливается одна полурама. Габариты полурамы – 2 000 × 3 000 мм. Полурамы имеют арматурные выпуски в ригельной части для последующей укрупнительной сборки. Укрупнительная сборка может производиться на заводе или на стройплощадке в процессе монтажа. Перевозятся изделия в горизонтальном положении бортовыми трейлерами.

Для зданий малоэтажной застройки предусмотрена сейсмозащита с помощью технологии «скользящий фундамент».

Материалы и методы. На основании заданного архитектурно-планировочного решения жилого 4-этажного дома, расположенного в районе г. Прокопьевск, для завода ЖБИ ООО «Промкомбинатъ» в г. Калтане Новокузнецкой области на стадии «концепции» были разработаны схемы расположения рам, плит перекрытий, а также основные технические решения узловых соединений, выполнен расчет здания.

Номенклатура изделий для возведения надземной части дома состоит из 10 позиций: полурама – 2 ед.; плиты перекрытий – 2 ед.; диафрагмы жесткости – 2 ед.; лестничные площадки – 2 ед.; лестничные марши – 2 ед.

Фундамент под здание предусматривается из монолитного бетона с устройством активной сейсмоизоляции в виде скользящего пояса, который устраивается под стойками Н-образных рам. В качестве элемента скольжения рассматривается пара фторопласт Ф-4 – сталь.

Результаты. Дан практический пример реализации инновационной каркасной системы КПСМ на конкретном предприятии.

Выводы. В процессе опытно-конструкторских работ по адаптации каркасной системы КПСМ на заводе ЖБИ получены технические решения для 4-этажного жилого дома, расположенного в районе с сейсмической активностью 8 баллов. Основные несущие элементы каркаса Н-образной рамы и перекрытия изготавливаются в горизонтальных формах, имеющихся в наличии у предприятия. Габариты изделий не превышают установленных для перевозки бортовым автотранспортом. Внедрение на предприятии данной системы позволяет наладить в регионе выпуск жилых домов, а также объектов соцкультбыта.

Ключевые слова: каркасная система КПСМ, сейсмоизоляция, агрегатно-поточная технология, транспортировка изделий без применения панелевозов

Для цитирования: Блажко В.П., Смирнова Л.Н. Технические решения сборно-монолитного здания для заводов ЖБИ с ограниченными технологическими возможностями // Бетон и железобетон. 2023. № 4 (618). С. 28–35. DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-4\(618\)-28-35](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-4(618)-28-35).

Вклад авторов

Блажко В.П. – основной текст статьи, технические решения.

Смирнова Л.Н. – частично текст статьи, расчетное обоснование принятых технических решений.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 05.07.2023

Поступила после рецензирования 11.08.2023

Принята к публикации 17.08.2023

V.P. BLAZHKO^{1,*}, L.N. SMIRNOVA²

¹ Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete (NIIZHB) named after A.A. Gvozdev,
JSC Research Center of Construction, 2nd Institutskaya str., 6, bld. 5, Moscow, 109428,
Russian Federation

² JSC Research Center of Construction, 2nd Institutskaya str., 6, bld. 1, Moscow, 109428,
Russian Federation

TECHNICAL SOLUTIONS OF A PREFABRICATED MONOLITHIC BUILDING FOR REINFORCED CONCRETE PLANTS WITH LIMITED TECHNOLOGICAL CAPABILITIES

Abstract

Introduction. The article discusses the innovative structural system of SPMF (prefabricated monolithic spatial frame) in terms of its practical implementation at enterprises producing precast reinforced concrete structures. In particular, we mean low-capacity plants located in the regions and not having a developed technological base. The introduction of SPMF at these enterprises will allow to organize the production of products for the construction of social and cultural facilities, as well as residential buildings in conventional and seismically active areas. The structural system consists of H-shaped frames arranged orthogonally to each other and interconnected in height by monolithic inserts, and horizontally by ties. The floors are prefabricated from solid reinforced concrete slabs, connected to each other through embedded

parts by welding. It is possible to use multi-hollow flooring. Enclosing structures made of small-piece elements or hinged panels on a frame with effective insulation.

H-shaped frames are located on a grid of axes of 6 × 3 m or 6 × 6 m – in the case of multi-hollow flooring. The frame is manufactured in a horizontal position. The size of the molds in length does not exceed 3,000 mm, one half-frame is made in the mold. The dimensions of the half-frame are 2,000 × 3,000 mm. The half-frames have rebar outlets in the crossbar part for subsequent enlargement assembly. The consolidation assembly can be carried out at the factory or on the construction site during the installation process. Products are transported in a horizontal position by flatbed trailers.

For low-rise buildings, seismic protection is provided using the "sliding foundation" technology.

Materials and methods. On the basis of a given architectural and planning solution of a residential 4-storey building located in the Prokopyevsk area, for the concrete plant of LLC Promkombinat in Kaltan, Novokuznetsk region, at the "concept" stage, the layout schemes of frames, floor slabs, as well as the main technical solutions of nodal connections were developed, the calculation of the building was carried out.

The range of products for the construction of the above-ground part of the house consists of 10 positions: half-frame – 2 units; floor slabs – 2 units; stiffness diaphragms – 2 units; staircases – 2 units; staircases – 2 units.

The foundation for the building is provided from monolithic concrete with an active seismic isolation device in the form of a sliding belt, which is arranged under the pillars of H-shaped frames. A pair of fluoroplast F-4 – steel is considered as a sliding element.

Results. A practical example of the implementation of an innovative frame system of SPMF at a specific enterprise is given.

Conclusions. During the development work on the adaptation of the SPMF frame system at the precast concrete plant, technical solutions were obtained for a 4-storey residential building located in an area with seismic activity of 8 points. The main load-bearing elements of the H-shaped frame and the ceiling are made in horizontal forms available at the enterprise. The dimensions of the

products do not exceed those established for transportation by flatbed vehicles. The introduction of this system at the enterprise makes it possible to establish the production of residential buildings in the region, as well as social and cultural facilities.

Keywords: SPMF frame system, seismic isolation, aggregate flow technology, transportation of products without the use of panel carriers

For citation: Blazhko V.P., Smirnova L.N. Technical solutions of a prefabricated monolithic building for reinforced concrete plants with limited technological capabilities. *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2023, no. 4 (618), pp. 28–35. (In Russian). DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-4\(618\)-28-35](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2023-4(618)-28-35)

Author contribution statements

Blazhko V.P. – the main text of the article, technical solutions.

Smirnova L.N. – partially the article text, the calculation justification of the adopted technical solutions.

Funding

No funding support was obtained for the research.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 05.07.2023

Revised 11.08.2023

Accepted 17.08.2023

В настоящее время во многих регионах РФ техническое состояние заводов по производству сборного железобетона не позволяет наладить выпуск комплексов изделий для строительства жилья на устаревшем или изношенном оборудовании. В то же время в регионах высока потребность в жилье экономкласса для переселения из ветхого и аварийного жилья.

На примере ЖБИ ООО «Промкомбинатъ», расположенного в Кемеровской области, показано, как при ограниченных ресурсах завода можно наладить выпуск комплексов для строительства жилья, чтобы решить такую важную социальную проблему, как обеспечение жильем мало-обеспеченных слоев населения.

ООО «Промкомбинатъ» имеет возможность изготовления изделий по агрегатно-поточной технологии. Могут изготавливаться изделия шириной 3 000 мм и высотой 2 100 мм. Формование плит происходит на вибростолах. Термовлажностная обработка в ямных пропарочных камерах по четыре формы в штабеле. Панелевозов завод не имеет.

Район относится к сейсмически активным – 7, 8 баллов по шкале МКС. В качестве объекта строительства рассмотрено 4-этажное здание длиной 42 м и шириной 12 м. Высота этажа принята равной 2,7 м. Конструктивные решения здания жилого дома приняты в соответствии с объемно-планировочными решениями, с учетом климатических, инженерно-геологических и сейсмических условий площадки строительства. Здание запроектировано в соответствии с требованиями СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» [1], СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» [2], СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции» [3], СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [4], СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах» [5].

Здание запроектировано с техническим подпольем высотой 2,1 м.

На рис. 1 показан архитектурный план первого этажа, на рис. 2 показан фасад здания.

Таблица
Table

Основные планировочные показатели здания

The main planning indicators of the building

Наименования	Примечания
Количество этажей	4 (без учета техподполья)
Количество квартир	40 (24 однокомнатных, 16 двухкомнатных)
Площадь застройки	562,0 м ²
Общая площадь квартир	1525,6 м ²
Площадь жилого здания	1939,50 м ²
Строительный объем (отапливаемый)	6829 м ³

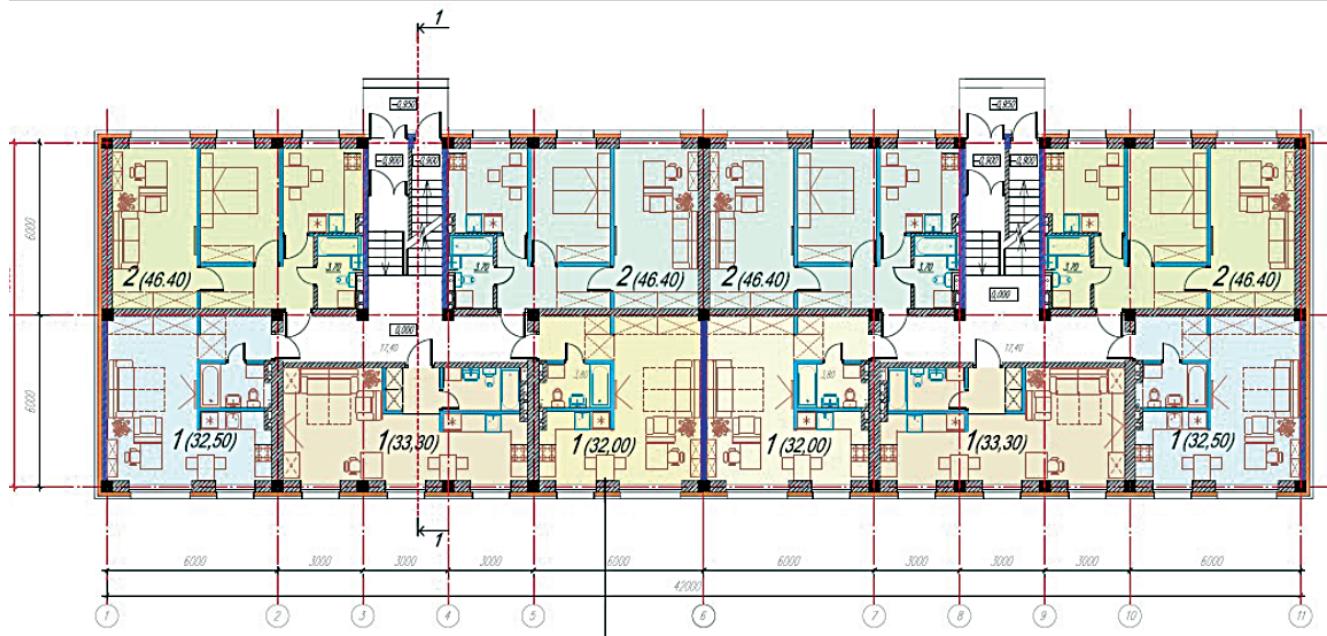


Рис. 1. План первого этажа
Fig. 1. Ground floor plan

Несущие конструкции здания решены в каркасе пространственном сборно-монолитном (КПСМ). Основа каркаса – несущие Н-образные рамы, расположенные вдоль поперечных строительных осей здания. Шаг осей в направлении цифровых осей – 3 000 мм, в направлении буквенных осей – 6 000 мм. Стойки рам приняты сечением 400 × 400 мм. Ригельная часть – 400 × 400 мм. Длина рамы в сборе – 6 190 мм. Принятые сечения в дальнейшем могут уточняться расчетом.

Рама изготавливается в горизонтальном положении. Поскольку габарит форм по длине не превышает

3 000 мм, в форме изготавливается одна полурама. Габариты полурамы – 2 000 × 3 000 мм. Полурамы имеют арматурные выпуски в ригельной части для последующей укрупнительной сборки. Укрупнительная сборка может производиться на заводе или на стройплощадке в процессе монтажа. На торцевых частях стоек также предусмотрены арматурные выпуски длястыковки полурам по высоте. Для увеличения жесткости каркаса в продольном направлении вдоль фасадов предусматриваются связевые рамы Р3 (рис. 3), к которым крепятся балконные плиты. На рис. 3 показана схема расположе-



Рис. 2. Фасад здания
Fig. 2. The facade of the building



Рис. 3. Схема расположения рам на отм. 0,00
Fig. 3. The layout of the frames at the level of 0,00

ния рам, на рис. 4 показана схема расположения рам и диафрагм жесткости, на рис. 5 показана схема расположения плит перекрытий, на рис. 6 показан поперечный разрез по рамам.

На рис. 7 показана полурама Р1, там же показаны полурамы Р1 в сборе. Сборка полурам в раму осуществляется при помощи сварки арматурных выпусков. Сборка рам по вертикали осуществляется с помощью обжимных муфт.

Транспортировка рам и полурам может осуществляться на трейлерах в горизонтальном положении, так как габарит рам по горизонтали не превышает 2,55 м.

Перекрытия выполнены в виде плит габаритами 3 000 × 2 100 мм и толщиной 120 мм.

Перекрытия укладываются на ригели Н-образных рам и фиксируются с помощью закладных деталей и сварки. В составе каркаса предусматриваются диафрагмы жесткости, которые встраиваются между

стойками и ригелями Н-образных рам. Соединения Н-образных рам с диафрагмами осуществляется также через закладные детали на сварке. Габариты плит перекрытий – 3 000 × 2 100 мм. Опирание плит балочное. Плиты для создания диска жесткости соединяются между собой и ригелями посредством закладных деталей на сварке. Транспортировка плит может осуществляться в горизонтальном положении, так как габариты позволяют это делать. Таким образом, для транспортировки всех элементов каркаса не потребуются панелевозы.

Номенклатура изделий для возведения надземной части дома состоит из 10 позиций:

- полурама – 2 ед.;
- плиты перекрытий – 2 ед.;
- диафрагмы жесткости – 2 ед.;
- лестничные площадки – 2 ед.;
- лестничные марши – 2 ед.

Схема расположения диафрагм жесткостей на отм 0,00

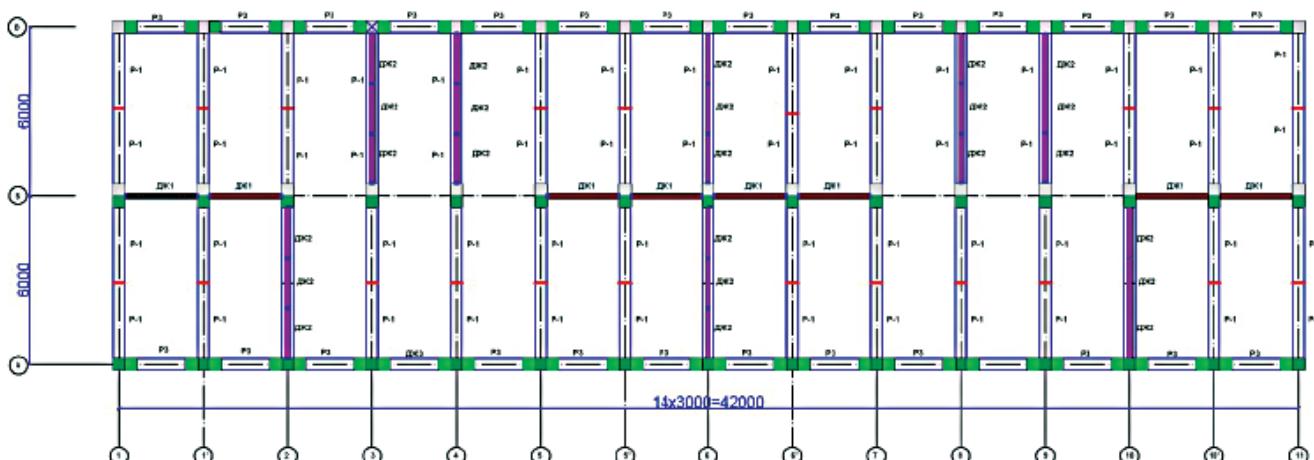


Рис. 4. Схема расположения рам и диафрагм жесткостей на отм. 0,00
Fig. 4. The layout of the frames and rigidity diaphragms at the level of 0,00

Схема расположения плит перекрытий на отм 0,00

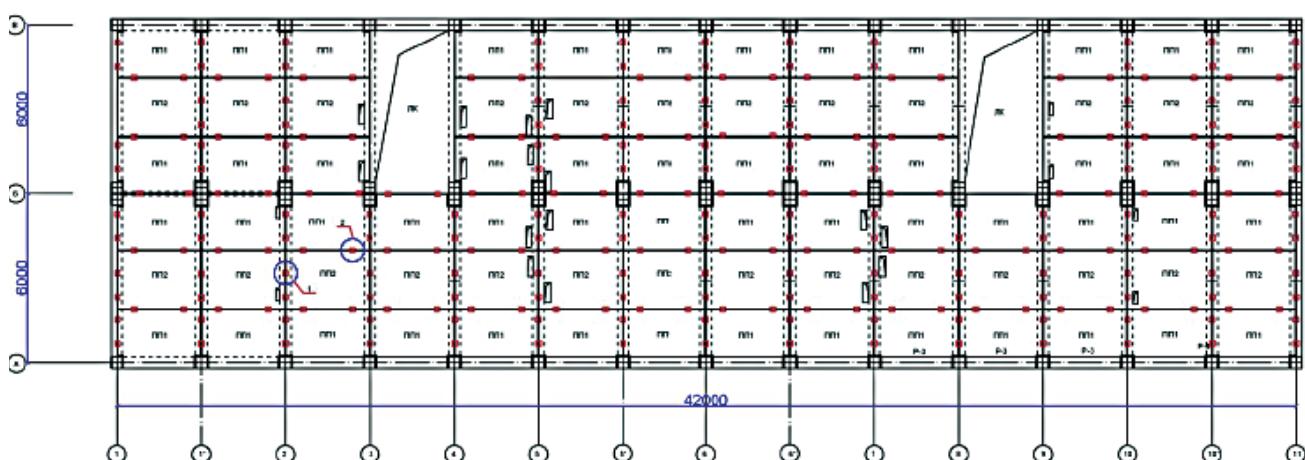


Рис. 5. Схема расположения плит перекрытий на отм. 0,00
Fig. 5. The layout of the floor slabs at the level of 0,00

Фундамент под здание предусматривается из монолитного бетона с устройством активной сейсмозащиты в виде скользящего пояса, который устраивается под стойками Н-образных рам. В качестве элемента скольжения рассматривается пара фторопласт Ф-4 – сталь. Ограждающими конструкциями в рассмотренной системе может служить мелкоштучный заполнитель с дополнительным утеплением фасада и системой «мокрый фасад». Возможно применение навесных стеновых панелей на каркасе с минераловатным утеплителем.

Таким образом, при весьма ограниченной по возможностям технологии завод может без особых переналадок и затрат приступить к изготовлению комплектов жилых домов. Также можно использовать рамы, составленные из двух полурам на сетке осей 6 × 6 м. Только для этого заводу потребуется приобретать на стороне многогрустотные плиты стенового формования пролетом 6 м.

В рассмотренной конструктивной системе сейсмостойкость зданий обеспечивается несущей способностью пространственного каркаса и применением сейсмоизоляции. Учитывая печальные последствия землетрясения в Турции, где преобладающим воздействием была ударная волна, применение сейсмоизоляции в виде скользящих фундаментов вполне оправдано, учитывая тот факт, что стоимость таких фундаментов ниже, а срок службы выше, чем для систем с резинометаллическими амортизаторами. Система скользящих опор органично вписывается в каркасную систему КПСМ, так как стойки в опорной части здания обладают малой гибкостью и устанавливаются непосредственно на фторопластовые пластины.

Список литературы

1. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.
2. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*.
3. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80.
4. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия.
5. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.
6. Блажко В.П. Каркас сборный из Н-элементов для жилищного строительства // Жилищное строительство. 2019. № 10. С. 3–8. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-10-3-8>
7. Аптикаев Ф.Ф., Масляев А.В. Защита жизни и здоровья людей не признается главной целью при возведении зданий в России // Жилищное строительство. 2019. № 11. С. 58–64. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-11-58-64>
8. Николаев С.В. Инновационная замена КПД на панельно-монолитное домостроение (ПМД) // Жилищное строительство. 2019. № 3. С. 3–10. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-3-10>
9. Масляев А.В. Защита жизни и здоровья людей – главная функция зданий и сооружений при землетрясении // Жилищное строительство. 2019. № 1–2. С. 69–75. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-1-2-69-75>
10. Масляев А.В. О безопасности массовых жилых и общественных зданий при опасных природных воздействиях // Жилищное строительство. 2021. № 1–2. С. 40–49. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-1-2-40-49>

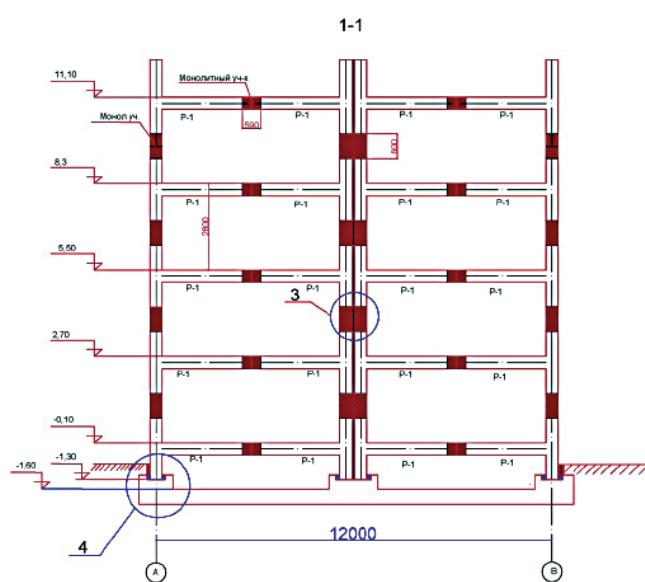


Рис. 6. Схема расположения рам (разрез)
Fig. 6. The layout of the frames (section)

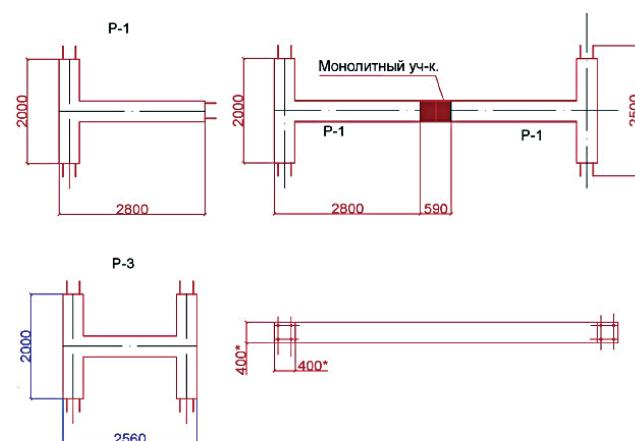


Рис. 7. Полурамы P1, P3, рама P2 (составная)
Fig. 7. Half-frames P1, P3, frame P2 (composite)

11. Казин А.С. Дефицит промышленных мощностей индустриального домостроения – реальная угроза для исполнения государственной программы «Обеспечение жильем граждан России» // *Жилищное строительство*. 2021. № 5. С. 10–13. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-5-10-13>

12. Николаев С.В. Строительство панельно-монолитных домов из домокомплектов заводского производства // *Жилищное строительство*. 2021. № 10. С. 10–16. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-10-10-16>

References

1. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures. General provisions. (In Russian).
2. SP 16.13330.2017. Steel structures. Updated version of SNiP II-23-81*. (In Russian).
3. SP 64.13330.2017. Timber structures. Updated version of SNiP II-25-80. (In Russian).
4. SP 20.13330.2016. Loads and actions. (In Russian).
5. SP 14.13330.2018. Seismic building design code. Updated version of SNiP II-7-81*. (In Russian).
6. Blazhko V.P. Prefabricated frame of H-elements for housing construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019, no. 10, pp. 3–8. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-10-3-8>
7. Aptikaev F.F., Maslyaev A.V. Protection of life and health of people is not recognized as the main goal in the construction of buildings in Russia. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019, no. 11, pp. 58–64. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-11-58-64>
8. Nikolaev S.V. Innovative Replacement of Large-Panel Housing Construction by Panel-Monolithic Housing Construction (PMHC). *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019, no. 3, pp. 3–10. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-3-10>
9. Maslyaev A.V. Protection of life and health of people – the main function of buildings and facilities during earthquake. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019, no. 1–2, pp. 69–75. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-1-2-69-75>
10. Maslyaev A.V. About the safety of mass residential and public buildings in case of dangerous natural influences. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021, no. 1–2, pp. 40–49. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-1-2-40-49>
11. Kazin A.S. The shortage of industrial capacities of industrial housing construction is a real threat to the implementation of the State Program “Providing Housing for Russian Citizens”. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021, no. 5, pp. 10–13. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-5-10-13>
12. Nikolaev S.V. Construction of panel-monolithic houses from factory-made house kits. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021, no. 10, pp. 10–16. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-10-10-16>

Информация об авторах /**Information about the authors**

Владимир Павлович Блажко✉, канд. техн. наук, заместитель руководителя центра № 21 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва e-mail: ihtias46@mail.ru

Vladimir P. Blazhko✉, Cand. Sci. (Engineering), Deputy Head of Center No. 21, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow
e-mail: ihtias46@mail.ru

Любовь Николаевна Смирнова, канд. техн. наук, ученый секретарь АО «НИЦ «Строительство», Москва e-mail: lyubovsmirnova80@gmail.com

Lyubov N. Smirnova, Cand. Sci. (Engineering), Academic Secretary, JSC Research Center of Construction, Moscow
e-mail: lyubovsmirnova80@gmail.com

✉ Автор, ответственный за переписку / Corresponding author