

УДК 621.565.23/95

М. Е. САМОЙЛЕНКО

Донецкий ПромстройНИИпроект

КОНСТРУКТИВНАЯ СИСТЕМА СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЗДАНИЙ С ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ ПИЛОНАМИ И ПЛИТАМИ-РИГЕЛЯМИ

Аннотация. Рассмотрена новая конструктивная система сборных железобетонных зданий с пространственными пилонами и плитами-ригелями. Соединения пилонов и плит-ригелей реализованы посредством свободного опирания. За счет развитого в плане сечения пространственные пилоны обеспечивают пространственную жесткость и устойчивость здания. Предложенная система позволяет реализовать принцип свободной планировки, возводить здания любой этажности, назначения, с различными типологическими схемами, в разнообразных геотехнических условиях. При этом во время монтажа исключаются сварочные работы, «мокрые» процессы, необходимость раскреплять конструкции. Система позволяет существенно снизить стоимость сборных зданий.

Ключевые слова: здание, конструктивная система, сборный железобетон, пилон, ригель.

Системы сборных многоэтажных зданий позволяют существенно сократить стоимость объектов капитального строительства за счет меньшей стоимости сборных конструкций, сокращения сроков строительства, упрощения монтажа. В настоящее время разработано большое число каркасно-панельных, бескаркасных (панельных) и комбинированных систем. Существенным недостатком существующих систем сборных железобетонных зданий является необходимость выполнения большого числа сварных соединений, осуществления «мокрых» процессов, обеспечения устойчивости конструкций на момент монтажа. Сложно создать систему, одинаково хорошо работающую и экономически эффективную как при статических нагрузках, так и в условиях высокой сейсмичности площадки строительства.

Универсальная система должна обеспечивать возможность создания различных вариантов планировочных решений для размещения любых типов жилых и общественных зданий. Указанные недостатки практически невозможно решить в рамках традиционных каркасно-панельных, бескаркасных или комбинированных систем. Панельные системы практически лишены возможности применять гибкие планировки, каркасно-панельные дорожки, имеют высокие ригели, затрудняющие пропуск коммуникаций и, таким образом, сокращающие эффективную высоту этажа.

В Донецком ПромстройНИИпроекте разработана новая конструктивная система (НКС) сборных железобетонных зданий с пространственными пилонами и плитами-ригелями, позволяющая реализовать принцип свободной планировки и при этом исключая сварочные работы при монтаже, «мокрые» процессы, необходимость раскреплять конструкций.

Указанная система позволяет существенно снизить стоимость и сроки строительства жилых и общественных зданий. При этом возможно возводить здания любой этажности, назначения, с различными типологическими схемами, в разнообразных геотехнических условиях в любое время года без дополнительных затрат на ведение работ в холодный период. Это особенно актуально для восстановления инфраструктуры Донбасса.

Система включает пространственные пилоны крестового, таврового и уголкового сечения и плиты-ригели, сопрягаемые с пилонами с помощью специальных монтажных элементов (стержней, вставляемых в отверстия). Плиты-ригели расположены вдоль цифровых осей и имеют полки для опирания сборных типовых плит перекрытия. Работа системы базируется на инновационном техническом решении (патенты Украины UA№93439, UA№95834, UA№99847-C2 10.10.2012).

Соединения пространственных пилонов и плит-ригелей реализованы посредством свободного опирания. Одновременно с передачей вертикальных нагрузок пространственные пилоны за счет развитого в плане сечения обеспечивают пространственную жесткость и восприятие горизонтальных нагрузок. Дополнительная пространственная жесткость создается конструкциями лестнично-лифтового блока.

Размеры пилонов принимаются на основании расчета таким образом, чтобы в стыке не возникало растягивающих напряжений при различных вариантах РСУ (результатирующая продольная сила N при действии эксплуатационных нагрузок не выходила за пределы ядра сечения). При этом в поперечном сечении реализуется трапецевидная (или в предельном состоянии – треугольная) эпюра напряжений сжатия (рис. 1). При таких условиях горизонтальные стыки пространственных пилонов могут выполняться без соединения продольной арматуры, а сама продольная арматура, как правило, является конструктивной. Дополнительного усиления требуют приопорные зоны, где возможно появление локальных напряжений при работе стыка.

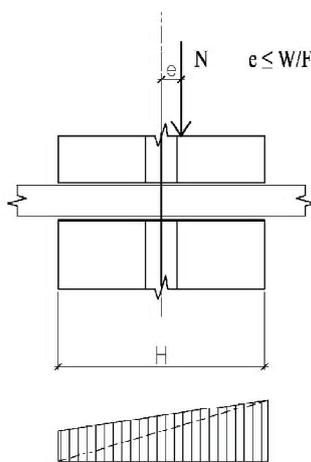


Рисунок 1 – Схема стыка пространственных пилонов и перекрытия.

Горизонтальные усилия в стыках, в основном, воспринимаются силами трения. Для удобства монтажа, обеспечения соосности и предотвращения случайных смещений, в торцевых поверхностях пространственных пилонов предусмотрены несколько несквозных отверстий, а в сборных элементах плит-ригелей соосные сквозные отверстия.

Исследования поведения системы при действии сейсмических нагрузок (расчет по сейсмограмме) показал возможность работы системы при амплитуде максимального ускорения $A=0,4g$ и более (9–10 баллов по шкале МСК). Для сейсмичности 10 баллов высота здания должна быть ограничена 3–4 этажами.

Жесткость и устойчивость здания при действии горизонтальных нагрузок обеспечивается за счет устойчивости и жесткости пространственных пилонов. Для равномерного распределения напряжений по всей поверхности контакта сборные конструкции (пилоны, ригели, марши, панели и диафрагмы) устанавливаются на прокладку из технической резины толщиной 5 мм.

Габаритные размеры поперечного сечения пространственных пилонов (рис. 2) определены расчетом из условия обеспечения однозначной эпюры (сжатия) по всему поперечному сечению на действие квазипостоянных нагрузок. Анализ системы показал, что в несейсмической зоне для всего диапазона нагрузок, предусмотренных ДБН, для 9-этажных зданий (при высоте этажа около 3,3 м) достаточно развивать пилоны до 1 500 мм в каждом направлении. Такой размер в полной мере обеспечивает устойчивость системы. При увеличении высоты здания необходимо развивать сечение пилонов или вводить дополнительные диафрагменные элементы. В зданиях выше 16 этажей установка диафрагм на нижних этажах обязательна. Толщина стенки пилона – 230 мм. Такая толщина обеспечивает нормальную укладку смеси (при вертикальном бетонировании) и позволяет обеспечить соответствие плоскости граней пилонов и примыкающих к ним перегородок (200 мм – стеновой блок, 2×15 мм – слой штукатурки). Для зданий высотой до 16 этажей достаточно применение бетона класса С20/25 (В25).

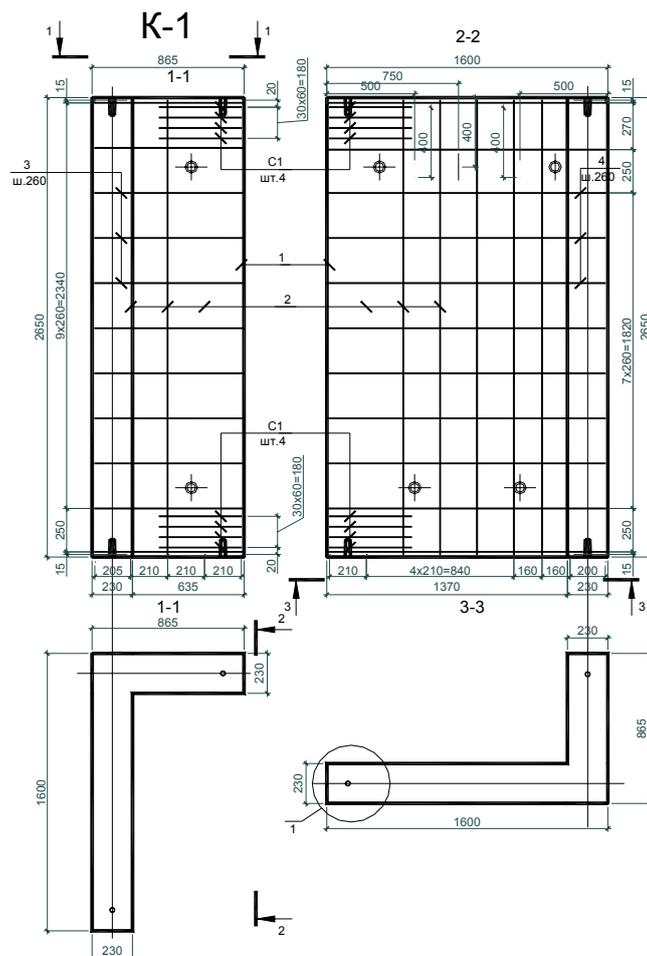


Рисунок 2 – Схема пилон.

Плиты-ригели выполнены шириной 1 500 мм (по ширине пилон) с полками 120 мм для опирания пустотных плит перекрытия (рис. 3). Общая высота ригелей (340 мм) назначена таким образом, чтобы верхняя поверхность ригелей соответствовала поверхности уложенных на них стандартных пустотных плит (220 мм). Возможный пролет плит-ригелей – до 9 м. Ригели для облегчения конструкции выполнены с внутренними пустотами, заполненными пенопластовыми вкладышами. Для плит-ригелей принят бетон класса С16/20 (В20). Бетон относительно невысокого класса позволяет развиваться пластическим деформациям, компенсирующим возможные геометрические несовершенства при монтаже системы. Исследования показали, что при наличии геометрических несовершенств конструкций и монтажа, находящихся в пределах нормируемых величин, дополнительные усилия в плитах-ригелях могут достигать 40...50 %. Для создания жестких дисков перекрытий предусмотрено соединение плит-ригелей и пустотных плит между собой скобами из круглой арматуры 10 с последующим замоноличиванием стыков между плитами. Опирание пустотных плит предусмотрено через стандартную резиновую прокладку.

Стены лестничной клетки и подвала выполняются из сборных железобетонных панелей толщиной до 230 мм. Стены лифтовой шахты – сборные железобетонные панели толщиной 150 мм. Для обеспечения устойчивости конструкций на период монтажа предусмотрена разрезка стен лестничной клетки со сдвигом смежных панелей на высоту половины этажа. Сборные лестничные марши представляют собой Z-образные элементы с полуплощадками (предусмотрено покрытие маршей накладными железобетонными проступями).

Фундамент в здании предполагается выполнять в виде монолитной железобетонной плиты расчетной толщины и армирования, запроектированной в соответствии с данными инженерно-геологических изысканий. Для системы важно, чтобы фундамент был достаточно жестким и не вызывал

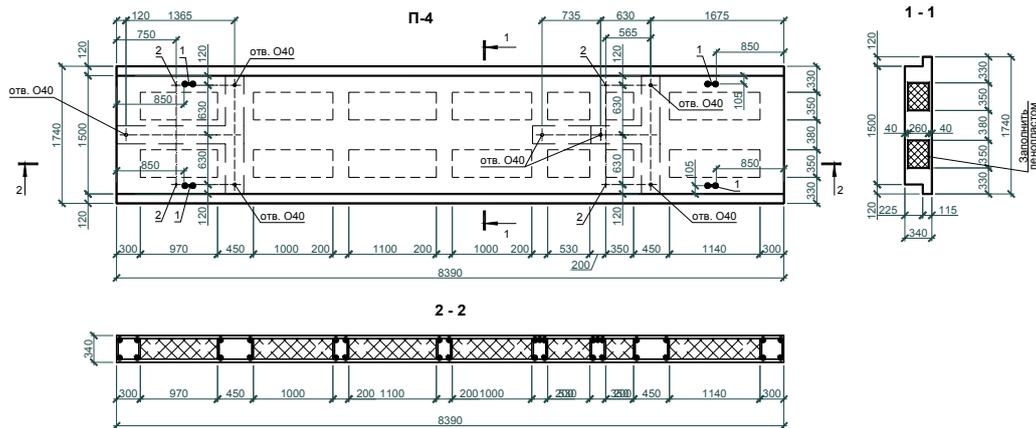


Рисунок 3 – Схема плиты-ригеля.

деформаций системы, приводящей к появлению дополнительных усилий в стыках пилон-ригель. Поэтому для обеспечения дополнительной жесткости здания предусмотрена установка сборных железобетонных диафрагм толщиной 230 мм между пилонами подвала вдоль цифровых осей.

В качестве наружного стенового ограждения система позволяет использовать навесные стеновые панели или стеновое ограждение из мелкоформатных блоков. Можно дополнительно установить фасадную систему.

Предложенная конструктивная система обеспечивает возведение зданий любой этажности, назначения, с различными типологическими схемами. Варианты планировочных решений с использованием НКС, разработанные автором, показаны на рис. 4–7.

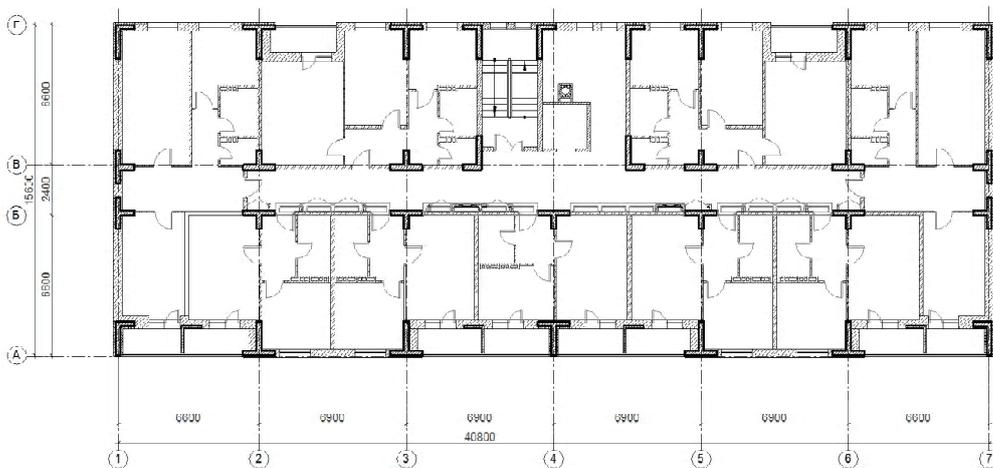


Рисунок 4 – Типовая блок-секция, разработанная для ООО «Альтком».

В 2016 г. по заказу ООО «Альтком» разработан проект повторного применения с использованием рассмотренной системы (рис. 4). Применение НКС позволило существенно сократить сметную стоимость здания. Себестоимость 1 м^2 полностью готового жилого здания («под ключ») при строительстве в г. Киеве составила 315 долл/м².

ВЫВОДЫ

1. Существенным недостатком существующих систем сборных железобетонных зданий является необходимость выполнения большого числа сварных соединений, осуществления «мокрых» процессов, обеспечения устойчивости конструкций на момент монтажа.

2. Предложена новая конструктивная система сборных железобетонных зданий с пространственными пилонами и плитами-ригелям в которой соединения пилонов и плит-ригелей, реализованы

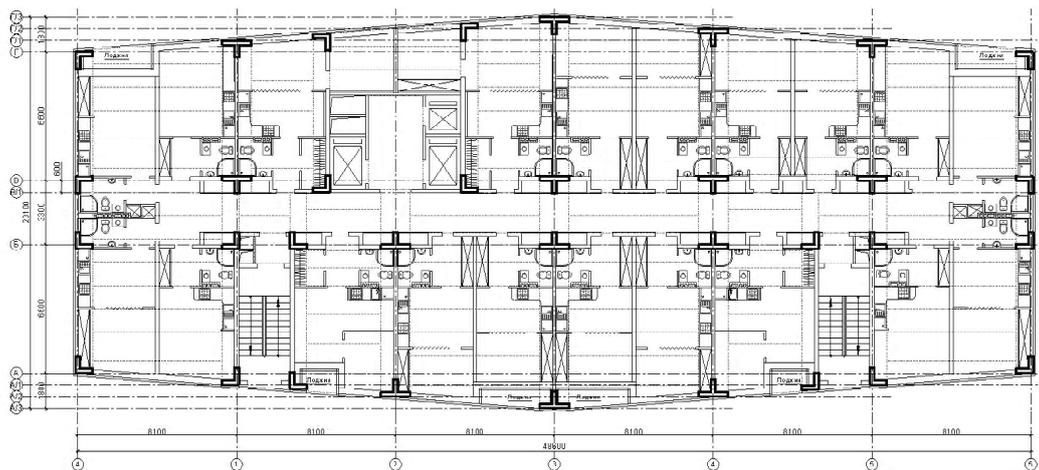


Рисунок 5 – Здание коридорного типа (г. Киев).

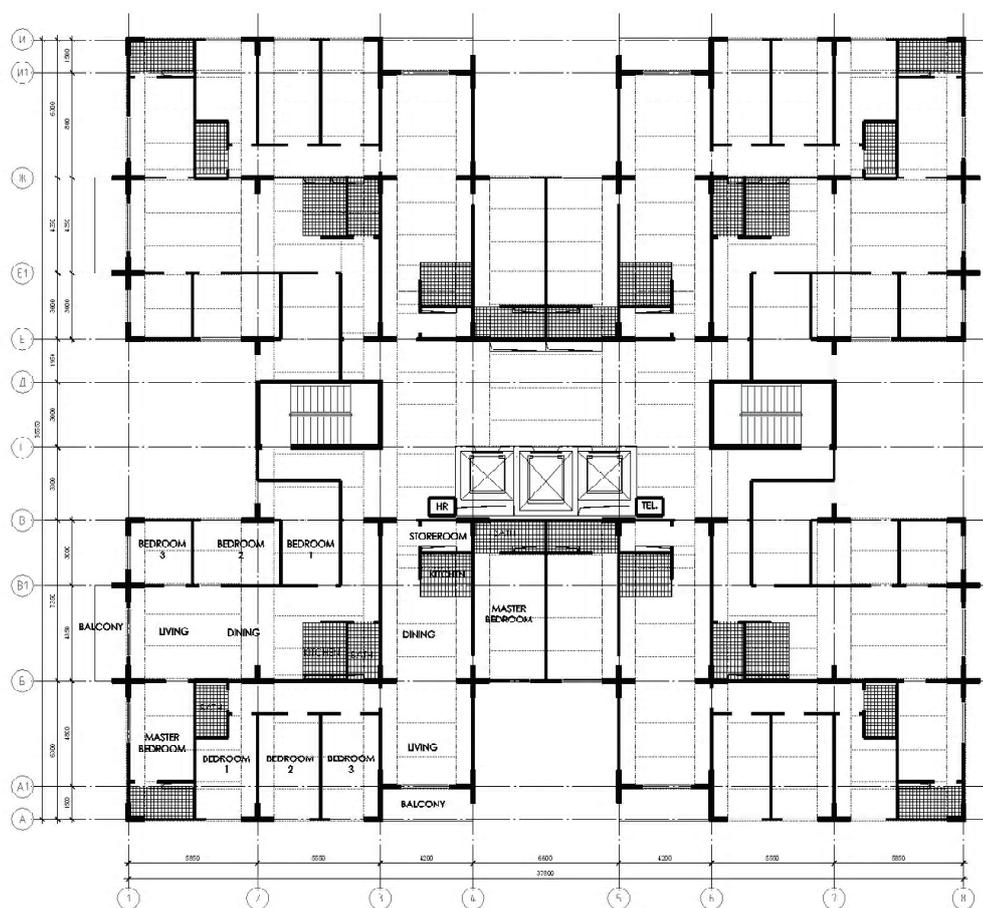


Рисунок 6 – Здание точечного типа (Малайзия).

посредством свободного опирания. За счет развитого в плане сечения пространственные пилоны обеспечивают пространственную жесткость и восприятие горизонтальных нагрузок.

3. В результате численных исследований определены оптимальные параметры пилонов и плит-ригелей для многоэтажных зданий.

4. Система обеспечивает принцип свободной планировки, позволяет возводить здания любой этажности, назначения, с различными типологическими схемами, в разнообразных геотехнических условиях (в том числе на сейсмике), не требует выполнения сварных соединений или «мокрых процессов». Применение системы позволяет существенно сократить сметную стоимость здания.

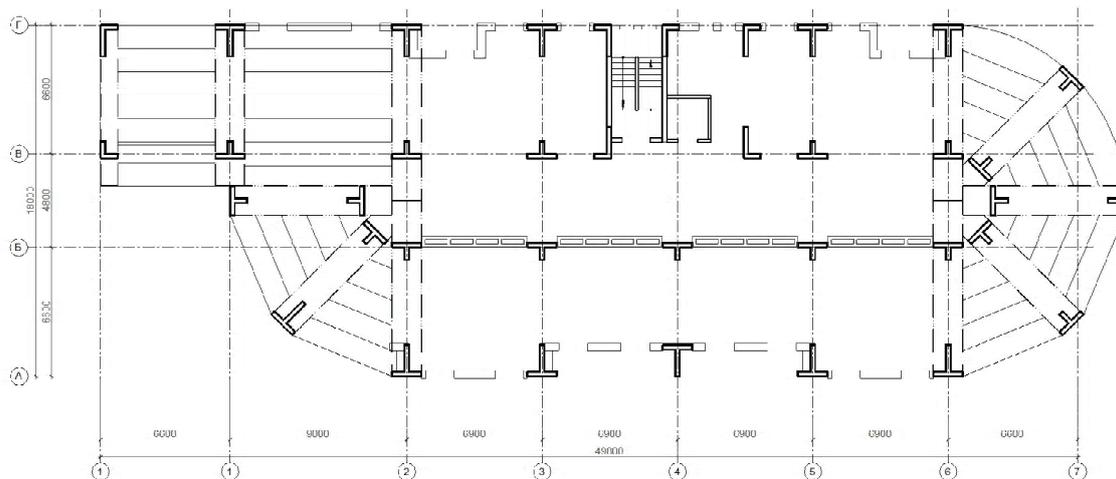


Рисунок 7 – Вариант компоновки сложного в плане здания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володин, Н. М. Работа сборных частей каркасно-панельных зданий [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук / Н. М. Володин. – М., 1997. – 464 с.
2. Лепский, В. И. Полносборные конструкции общественных зданий [Текст] / В. И. Лепский, Л. Л. Панынин, Г. Л. Кац. – М. : Стройиздат, 1986. – 236 с.
3. Шаленный, В. Т. Развитие технологии сборно-монолитного домостроения с предварительно напряженными перекрытиями из многпустотных плит [Текст] / В. Т. Шаленный, И. В. Головченко // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2015. – Т. 1, № 2. – С. 66–72.

Получено 29.05.2017

М. Є. САМОЙЛЕНКО

КОНСТРУКТИВНА СИСТЕМА ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУДІВЕЛЬ З ПРОСТОРОВИМИ ПІЛОНАМИ І ПЛИТАМИ-РИГЕЛЯМИ

Донецький ПромбудНІПроект

Анотація. Розглянуто нову конструктивну систему збірних залізобетонних будівель з просторовими пілонами і плитами-ригелями. З'єднання пілонів і плит-ригелів реалізовані за допомогою вільного опирання. За рахунок розвиненого в плані перерізу просторові пілони забезпечують просторову жорсткість і стійкість будівлі. Запропонована система дозволяє реалізувати принцип вільного планування, зводити будівлі будь-якої поверховості, призначення, з різними типологічними схемами, в різноманітних геотехнічних умовах. При цьому під час монтажу виключаються зварювальні роботи, «мокрі» процеси, необхідність розкріплювати конструкції. Система дозволить істотно знизити вартість збірних будівель.

Ключові слова: будівля, конструктивна система, збірний залізобетон, пілон, ригель.

MIKHAIL SAMOILENKO

CONSTRUCTIVE SYSTEM OF PREFABRICATED REINFORCED CONCRETE BUILDINGS WITH SPATIAL PYLONS AND SLABS-BEAM HEADS

Donetsk Promstroyniiproekt

Abstract. A new constructive system of prefabricated reinforced concrete buildings with spatial pylons and bolt-beam heads is considered. The joints of pylons and slabs-beam heads are realized by means of free support. Due to the developed in plan of cross-section, the spatial pylons provide spatial rigidity and stability of the building. The proposed system allows implementing the principle of free planning, to erect buildings of any number of storeys in a building, purposes, with various typological schemes, in a variety of geotechnical conditions. At the same time, welding works, «wet» processes, and the need to unfasten structures are excluded during installation. The system will significantly reduce the cost of prefabricated buildings.

Key words: building, constructive system, prefabricated reinforced concrete, pylon, beam head.

Самойленко Михаил Евгеньевич – кандидат технических наук, главный архитектор Донецкого ПромстройНИИ-проекта. Научные интересы: надежность зданий и сооружений, методы расчета, архитектура промышленных и гражданских зданий, новые конструктивные системы зданий.

Самойленко Михайло Євгенович – кандидат технічних наук, головний архітектор Донецького ПромбудНДІ проекту. Наукові інтереси: надійність будівель і споруд, методи розрахунку, архітектура промислових і цивільних будівель, нові конструктивні системи будівель.

Samoilenko Mikhail – Ph. D. (Eng.), Chief architect of the Donetsk Promstroyniiiproekt. Scientific interests: reliability of buildings and structures, methods of calculation, the architecture of industrial and civil buildings, new structural systems of buildings.