



УДК 693.56

**РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ С  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ ИЗ  
МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ**

В.Т. Шаленный, И.В. Головченко

**THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF PRECAST-MONOLITHIC  
HOUSING WITH PRESTRESSED HOLLOW-CORE SLABS**

V.T. Shalennyj, I.V. Golovchenko

**Аннотация.** В статье проанализированы основные способы возведения сборно-монолитных многоэтажных зданий с перекрытиями из многопустотных плит, представлены их достоинства и недостатки. Показано, что данные разработки не предусматривают использование предварительного напряжения каркаса. Авторами предложена технология монтажа сборно-монолитного каркаса многоэтажного здания, в которой упрощается способ получения и сохранения предварительного напряжения в каркасе. Отличие заключается в предварительной установке и выверке временной пространственной опоры с винтовыми домкратами, на которую и монтируют плиты перекрытий, а демонтаж опор производят после бетонирования узла опирания плит.

**Ключевые слова:** сборно-монолитное домостроение; временные пространственные опоры; предварительно напряженные многопустотные плиты.

**Abstract.** The article analyzes the main methods of construction of precast-monolithic high-rise buildings with floors of hollow-core slabs, presented their advantages and disadvantages. It is shown that the existing designs do not include the development of the use of prestressing frame. The authors proposed a technology for the construction of precast-monolithic frame multi-storey building, which simplifies the process for the acquiring and preservation of pre-stress in the frame. The difference lies in the pre-installation and alignment of a temporal space support with screw jacks, on which the floor slabs are mounted, and the dismantling of support is carried out after producing concrete slabs bearing assembly.

**Key words:** precast-monolithic housing construction; temporary spatial support; prestressed hollow-core slabs.

**Введение**

Повышение технического уровня проектирования и строительства зданий и сооружений из монолитного и сборно-монолитного железобетона, как наиболее распространенных и до сих пор перспективных видов современного строительства, нам представляется достаточно актуальной научно-прикладной задачей, подпадающей под выработанный в последнее время синергетический сценарий социально-экономического развития российской экономики с необходимостью новой индустриализации [1] и импорто-замещением, в том числе, и в строительном комплексе Республики Крым.

**Анализ публикаций**

Сегодня требуется взвешенный подход к определению области рационального применения сборного и монолитного железобетона. В связи с этим, в последние годы в строительстве все большее распространение получают компромиссные сборно-монолитные конструкции зданий. В монолитном домостроении используются разборно-переставные опалубки преимущественно импортного происхождения, а затраты подрядных организаций на их приобретение или аренду доходят до 20% себестоимости железобетонных

конструкций, иногда превышая удельный вес заработной платы рабочих, эксплуатации машин и оборудования на стройплощадке [2]. Особенно затратными и трудоемкими являются работы по устройству монолитных железобетонных перекрытий, требующих долгосрочного выдерживания конструкций до распалубки. Для иллюстрации этого факта здесь представляем наши данные о необходимом количестве элементов и стоимости комплекта опалубки для возведения монолитного каркаса двухэтажного относительно простого здания гражданского назначения [3, с. 29].

Представленная там ранее таблица доработана в статье для того, чтобы проиллюстрировать существенно большие затраты на опалубку перекрытий по сравнению с вертикальными несущими элементами (табл.). Кроме того, сборные железобетонные многопустотные плиты перекрытий заводского изготовления обычно имеют высококачественную нижнюю поверхность, что минимизирует трудоемкость последующей отделки потолков. И наоборот, практически невозможно добиться высокого качества нижней поверхности плит перекрытий, забетонированных в мелко щитовой разборно-переставной опалубке. Поэтому проектировщики часто заведомо идут на устройство подвесного потолка, требующего как дополнительного ресурсного обеспечения, так и уменьшающего полезную высоту помещений. Технология заводского изготовления многопустотных плит прошла длительный путь развития и на сегодня есть отработанной и мало затратной, а транспорт сборных плит перекрытий также достаточно прост, так как они изготавливаются и транспортируются в горизонтальном будущем проектном положении. Изложенные аргументы призваны подтвердить целесообразность использования сборных плит перекрытий в перспективных сборном или сборно-монолитном каркасах многоэтажных гражданских зданий.

Таблица – Результаты подбора комплектов разборно-переставной опалубки для одного и того же объекта при использовании опалубочных систем различных производителей (объект – двухэтажный торгово-выставочный комплекс в г. Днепропетровске)

Потребность в ресурсах для опалубочных систем разных производителей					
Фирма-производитель	ДОКА	PERI	ГИПРО	ЦЕНТРОМАШ	В среднем
1	2	3	4	5	6
Необходимое количество элементов для устройства колонн на участке, шт.					
Щиты	12	12	8	16	12
Углы	–	12	–	16	7
Замки	48	16	8	84	39
Стяжки	9	14	20	32	18,75
Подкосы	18	6	8	8	10
Всего	97	60	44	156	89,25
Стоимость опалубки для колонн, грн.	139889	147119	33118	62093	95555
Необходимое количество элементов для устройства перекрытия на этом же участке площадью 550 кв. м, шт.					
Балки	582	395	464	272	428,25
Стойки	217	225	305	304	262,75
Треноги	135	100	135	102	118
Всего	934	720	904	678	809
Стоимость опалубки перекрытия, грн.	824355	424414	347829	90265	421176

## Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
Общая стоимость комплекта, грн.	964244	571533	380947	152358	517271
% затрат на опалубку перекрытий	85,5	74,2	91,3	59,2	81,5

Кроме того, при таком принципиальном переходе от сборного или монолитного варианта к сборно-монолитной системе, в том числе, возможна реализация и не разрезной конструктивной схемы с вытекающими отсюда улучшенными технико-экономическими показателями проекта. Как очевидное преимущество при этом - увеличение перекрываемых пролетов традиционными сборными многопустотными плитами перекрытий.

Прототипом для развития такого относительно перспективного направления сборно-монолитного строительства стала конструктивная система «Сочи», получившая дальнейшее развитие в уже достаточно распространенной и в Российской Федерации системе АРКОС БелНИИС [4]. Развивая эту конструктивную систему, в ПГАСА ее несколько усовершенствовали в плане конструкции и технологии устройства монолитных уширенных ригелей, реализовав затем ее и с нашим участием при строительстве торгово-выставочного центра Мириада в Днепропетровске [3, с. 161 - 174].

Параллельно в Российской Федерации развиваются и другие направления сборно-монолитного многоэтажного каркасного строительства гражданских зданий. К таким перспективным и уже частично используемым конструктивным системам следует отнести рамную систему КУБ-1, затем получившей развитие в системе КУБ-2,5 и КУБ -3 [5]. ЦНИИЭПжилища в своих недавних работах предлагает модернизацию зарубежной технологии безопалубочного формования многопустотных железобетонных плит перекрытий с созданием в них локальных продольных зон усиления для возможности увеличения перекрываемых пролетов высотных каркасно-панельных домов [6].

Несомненно, инновационной следует признать и разработанную проектно-строительной фирмой ООО «ВИАКОН. ПРО» из Екатеринбурга универсальную сборно-монолитную систему с оригинальной конструкцией сборного ригеля лотковой формы из железобетона [7]. После монтажа самого ригеля, пустотных плит перекрытия на его вертикальные стенки, в образованную полость устанавливается арматурный каркас и укладывается бетонная смесь. Таким образом получают усиленный монолитный железобетонный пояс в уровне перекрытия каждого этажа, что крайне важно для сейсмически опасных районов страны, к которым относится и Республика Крым.

Подобную сборно-монолитную строительную систему разрабатывают также специалисты Юго-Западного государственного университета совместно с Орловским академцентром РААСН [8], а также Казанского государственного архитектурно-строительного университета. Там уже выполнены испытания натурального фрагмента разработанной ими системы «Казань ХХIв» с опиранием плиты всего на 40 мм вплоть до его разрушения, фактически произошедшем не на опоре, а в пролете многопустотной сборной железобетонной плиты раздроблением бетона ее сжатой зоны [9]. Экспериментальные работы, проведенные в Томском государственном архитектурно-строительном университете, подтверждают целесообразность работы плит перекрытия с учетом распорных усилий [10]. Уже изучена также работа шпоночного соединения сборной многопустотной плиты и монолитного уширенного ригеля с разработкой рекомендаций по его усиленному армированию с учетом работы на срез [11].

Однако представленные, безусловно перспективные разработки, не предусматривают использование предварительного напряжения каркаса и, если теоретически существует возможность использовать сборные предварительно напряженные плиты перекрытий, то при монтаже плит по известным методам, обратный их выгиб, полученный еще в результате

заводского изготовления и монтажа, будет потерян полностью или частично. А это может стать одним из направлений сокращения нерационального использования ресурсов строительного производства.

Цель нашей статьи – ресурсосберегающее развитие технологий сборно-монолитного домостроения путем сохранения обратного выгиба многопустотных плит до набора прочности бетона в многоэтажном сборно-монолитном железобетонном каркасе.

Задача - разработка способа монтажа сборно-монолитного каркаса многоэтажного здания, в котором упрощается способ получения и сохранения предварительного напряжения в каркасе за счет относительно новой схемы временного закрепления и выверки сборных многопустотных плит перекрытия.

### Результаты работы

Отличительными признаками предложенного способа (заявка № 2015132770 от 05.08.2015г. на выдачу патента Российской Федерации) являются дополнительная операция по монтажу временных пространственных опор с винтовыми домкратами в центральной части пролетов будущих перекрытий, на которые и монтируют плиты таким образом, чтобы эти плиты вначале не опирались на вертикальные несущие конструкции, а были несколько приподняты над ними, как бы образуя зазор, заполняемый бетоном (рис. 1 и 2).

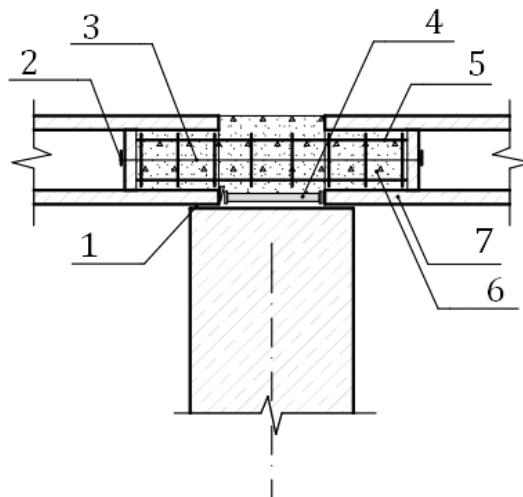


Рисунок 1 – Узел опирания плит перекрытия на вертикальные несущие конструкции: 1 – зазор; 2 – ограничители; 3 – стяжка; 4 – распорка; 5 – арматурный каркас; 6 – замоноличенный стык; 7 – многопустотная плита перекрытия

Наличие такого зазора в процессе монтажа необходимо условно, требуется только исключить передачу вертикальной нагрузки от плиты на ее будущие опоры, обеспечивая таким образом консольное опирание предварительно напряженных многопустотных плит не на вертикальные несущие конструкции, а на пространственные временные опоры, сохраняя таким образом обратный выгиб плит, полученный еще в процессе их изготовления и монтажа. Временные пространственные опоры сохраняются до набора прочности бетоном монолитных узлов опирания и снимаются опусканием вниз при помощи винтовых домкратов, только после чего начинает работать проектная неразрезная сборно-монолитная система. Далее организационно-технологический процесс повторяется на следующем монтажном горизонте.

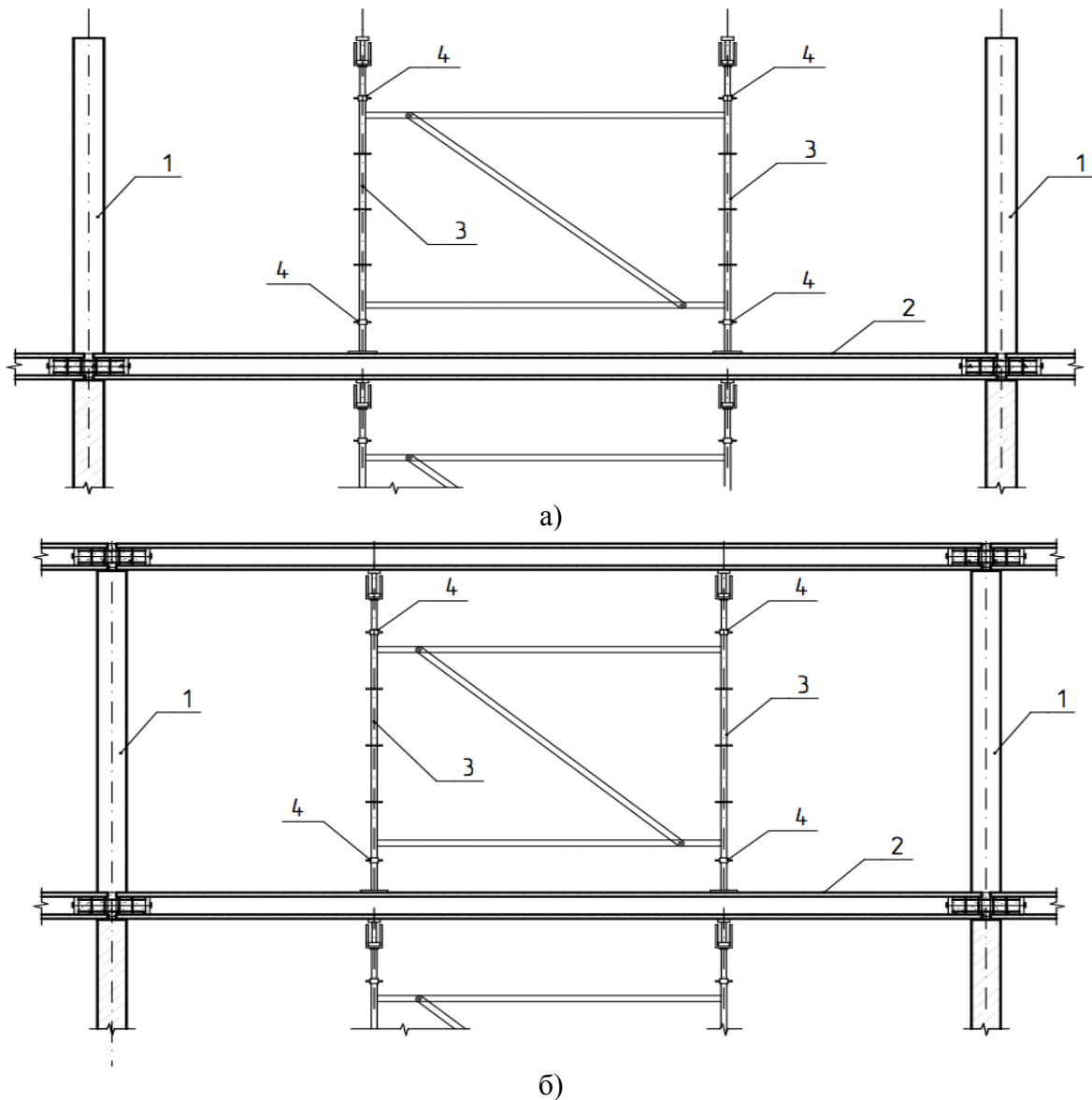


Рисунок 2 – Установка сборных железобетонных плит перекрытия:  
а) предварительная установка временных пространственных опор;  
б) установка плит перекрытия на опоры: 1 – вертикальные несущие конструкции; 2 – эти сборные железобетонные плиты перекрытия; 3 – временная пространственная опора; 4 – винтовые домкраты

Таким образом, предложенный способ возведения сборного многоэтажного железобетонного каркаса здания с предварительным напряжением позволяет сохранить ранее созданное при изготовлении и монтаже многопустотных плит перекрытия их предварительное напряжение, а значит, появляется возможность увеличения полезных нагрузок на перекрытия или увеличения их пролетов с соблюдением допустимых прогибов, что и обеспечивает общественно необходимый ресурсосберегающий эффект.

### Выводы

В результате ретроспективного анализа последних теоретико-экспериментальных разработок белорусских, украинских и российских специалистов обосновано дальнейшее развитие технологии сборно-монолитного домостроения с многопустотными перекрытиями и жесткими монолитными узлами их опирания на вертикальные конструкции. В выбранном направлении предложена усовершенствованная технология с использованием временных



инвентарных пространственных опор с винтовыми домкратами посередине устраиваемого пролета. Дальнейшее развитие предложенного решения предполагает конструктивные, технологические и технико-экономические разработки для определения рациональной области использования данной технологии и ее эффективности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фокина З.Т. Синергетические сценарии социально-экономического развития России. Управление строительством // Вестник МГСУ, 2015. № 5. С.122-132.
2. Шаленный В.Т., Капшук О.А. Резервы снижения трудозатрат и стоимости монолитных конструкций за счет использования рациональных систем разборно-переставных опалубок // Строительство и реконструкция, 2014. № 5(55). С. 118-126.
3. Шаленный В., Капшук О. Технологичность разборно-переставных опалубочных систем. Saazbruck, Germany: Lap LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2015. 208 с.
4. Мордич А.И., Вигдорчик Р.И., Белевич В.Н. и др. Новая универсальная каркасная система многоэтажных зданий // Бетон и железобетон, 1999. № 1. С.2–4.
5. Николаев С.В. Панельные и каркасные здания нового поколения // Жилищное строительство, 2013. № 8. С.2-10.
6. Сборный опорный столик для монтажа надколонной плиты перекрытия / Г.М. Великжанин. Патент на полезную модель RU 101065 U1. Заявка № 2010139767/03 от 27.09.2010. Опубликовано: 10.01.2011, Бюл. №1.
7. Формула индустриализации строительства: высокая скорость + низкая себестоимость = УДС [Электронный ресурс]. URL: <http://viakonpro.ru/articles?art=9> (дата обращения: 01.10.2015).
8. Бухтиярова А.С., Колчунов В.И., Рыпаков Д.А., Филатова С.А. Исследования живучести жилых и общественных зданий с новой конструктивной системой из индустриальных панельно-рамных элементов // Строительство и реконструкция, 2014. № 6 (56). С.18-24.
9. Фардиев Р.Ф., Ашрапов А.Х., Мустафин А.И. Исследования несущей способности пустотных плит перекрытия при сниженной величине опирания на ригели // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2014. №4. С.172-177.
10. Кумпяк О.Г., Галяутдинов З.Р. Экспериментальные исследования опертых по контуру железобетонных плит с распором // Вестник ТГАСУ, 2015. № 3. С.113-120.
11. Варламов А.А., Никитина О.В. Анализ экспериментальных данных исследования работы сборно-монолитного перекрытия с новым вариантом шпоночного стыка // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура», 2015. Т. 15, № 3. С.20–25.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Шаленный Василий Тимофеевич*

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Академия строительства и архитектуры, г. Симферополь, Россия, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии, организации и управления строительством, действительный член Академии строительства Украины.

E-mail: [v\\_shalennyj@mail.ru](mailto:v_shalennyj@mail.ru).



*Shalenny Vasily Timofeevich*

Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, the Academy of Civil Engineering and Architecture. Doctor of Technical Science, Professor, Professor of «Technology, organization and management of the construction» Chair. Active member of the Academy of Construction of Ukraine.

E-mail: [v\\_shalennyj@mail.ru](mailto:v_shalennyj@mail.ru).

*Головченко Игорь Владимирович*

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Академия строительства и архитектуры, г. Симферополь, Россия, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии, организации и управления строительством.

E-mail: [Golovchenko.igor.v@gmail.com](mailto:Golovchenko.igor.v@gmail.com)

*Golovchenko Igor Vladymirovych*

Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, the Academy of Civil Engineering and Architecture. Ph.D., Assistant professor of «Technology, Organization and Management of Construction» Chair.

E-mail: [Golovchenko.igor.v@gmail.com](mailto:Golovchenko.igor.v@gmail.com)

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:

295050, г. Симферополь, республика Крым, Россия, ул. Киевская, д. 179А, кв. 26,

Шаленный В.Т.

+7 (978) 896-57-29