

УДК 692.522.4

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С ВКЛАДЫШАМИ ИЗ КАРТОНА, ПЛАСТМАССЫ И МЕСТНЫХ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Шаленный В.Т.<sup>1</sup>, Щегула Р.В.<sup>2</sup>

Институт «Академия строительства и Архитектуры», ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»  
г. Симферополь, ул. Киевская, 181,  
e-mail: v\_shalennyj@mail.ru<sup>1</sup>, romanschegula@gmail.com<sup>2</sup>

**Аннотация:** в работе проведен анализ прогрессивных конструктивно-технологических систем устройства монолитных и сборно-монолитных перекрытий гражданских зданий. Показаны примеры и целесообразность использования всевозможных вкладышей из пластмассы и других лёгких материалов и изделий для замены в конструкциях части монолитного железобетона. Предложены оригинальные способы устройства сборно-монолитных междуэтажных и чердачных перекрытий гражданских объектов. Для подтверждения эффективности использования инновационных способов устройства сборно-монолитного перекрытия, выполнено калькулирование прямых затрат и налоговых отчислений при возведении такого перекрытия на одном и том же объекте, но по различным конкурирующим технологиям.

**Предмет исследования:** технологии возведения монолитных железобетонных перекрытий с вкладышами.

**Материалы и методы:** использовалась оценка сравнительной экономической эффективности внедрения изложенных инноваций в технологии устройства междуэтажных перекрытий на конкретных примерах проектирования и строительства гражданских объектов в Крыму; для определения достоверной стоимости сборно-монолитных перекрытий пользовались методом конъюнктурного анализа рынка: запрос предложений, мониторинг.

**Результаты:** установлено существенное сокращение материальных и трудовых затрат на устройство перекрытия с заполнением из пластмассовых труб или из блоков ракушечника по сравнению со сплошными монолитными и сборными многослойными плитами заводского изготовления.

**Выводы:** разработана и представлена конструкция сборно-монолитной плиты перекрытия с пластмассовыми вкладышами в виде труб круглого сечения, позволяющая экономить почти 45% монолитного железобетона.

**Ключевые слова:** ресурсосберегающие технологии, сборно-монолитное перекрытие, замена железобетона вкладышами, пластмасса, блоки ракушечника, себестоимость.

### ВВЕДЕНИЕ

С начала нынешнего столетия, в Российской Федерации, прослеживается тенденция увеличения удельного веса сборно-монолитных конструкций в общей структуре возводимых гражданских объектов, особенно, в малоэтажном и многоэтажном гражданском строительстве. Эта же тенденция замечена при проектировании и возведении железобетонных конструкций междуэтажных перекрытий подобных объектов. Поэтому и наша настоящая статья имеет целью дальнейшую популяризацию, совершенствование конструкции и оценку сравнительной экономической эффективности внедрения предложенных инноваций в технологии устройства междуэтажных перекрытий на конкретных примерах проектирования и строительства гражданских объектов в Крыму.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Обратили внимание и развивают данное направление специалисты из Санкт Петербурга [1, 2], Москвы [3, 4], Сибири [5] и других регионов России [6 – 8], стран ближнего [9] и дальнего зарубежья [10 – 12]. Имеются и уже опубликованные результаты анализа сравнительной экономической эффективности проектирования и применения известных и инновационных

конструктивных систем гражданских зданий из монолитного, сборного и сборно-монолитного железобетона [13]. Например, публикация 2020 г. в авторитетнейшем российском научно-техническом строительном журнале, обобщая опыт проектирования и строительства, утверждает, что «... при налаженном производстве себестоимость строительства каждого квадратного метра общей площади с монолитным каркасом на 60 – 100 USD выше, чем такого же здания со сборно-монолитным каркасом АРКОС за счет различий в материалоемкости, трудозатратах и темпе строительства» [14, с. 17]. Любой завод сборного железобетона, развернув самостоятельное строительство жилых и общественных зданий такой системы, может оказать серьезную конкуренцию подрядчикам, ориентированным на применение монолитных каркасов» [там же, с. 19].

Но, как известно, существенное влияние на конечную себестоимость возведения объекта оказывает при этом и его местоположение, а также связанная с этим логистика поступления и переработки материалов и конструкций, наличие в регионе и расстояние доставки других ресурсов (машины и оборудование, горюче-смазочные материалы, рабочая сила и пр.). С учетом такого предположения, применительно к Крыму, как части Южного федерального округа, нами предложено и реализовано на практике, применение усовершенствованной конструкции сборно-монолитного перекрытия с вкладышами из

известняка-ракушечника, как местного строительного материала [15].

Развитием таких экспериментально-теоретических разработок затем стало проектирование двух новых конструкций инновационных сборно-монолитных перекрытий. Первое из них представляет собой усовершенствованное сборно-монолитное железобетонное перекрытие по базовой технологии VELOX [16, 17]. Инновационная плита этого перекрытия представляет собой в конструктивном плане несущую ребристую систему с взаимно-перпендикулярно расположенными ребрами одной высоты и сплошной тонкой горизонтальной плитой сверху. Такое перекрытие формируется с применением несъемной опалубки и приклеенных вкладышей из пенополистирола на ней. Второе перекрытие является монолитным с пластиковыми вкладышами оригинальной конструкции [18–20, патент на полезную модель по заявке №2021102271 от 01.02.2021 г.].

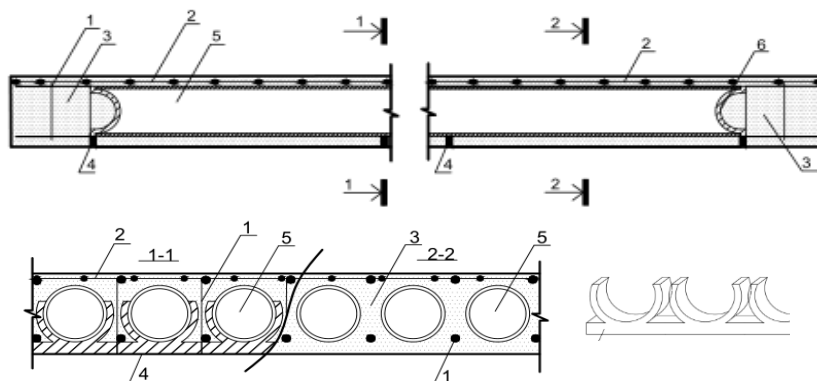
Следует признать, что доведенная к настоящему времени до совершенства зарубежная технология с вкладышами из пластика также имеет свои аналоги в странах ближнего зарубежья, где, например, были предложены и уже реализованы сборно-монолитные конструкции перекрытий с вкладышами из пенополистирола в форме параллелепипедов и картонных труб, и вообще произвольной формы, причем не только в конструкциях перекрытий, но и в вертикальных несущих стенах и колоннах. Последние системы получили названия «РАМПА», «ИКАР», «ДОБОЛ» и «Монофант», разрабатывались преимущественно в Харьковском национальном университете городского хозяйства им. академика А. Н. Бекетова под руководством профессора Шмуклера В. С. [21].

Логичным продолжением изложенных разработок представляется использование вкладышей из легких непроницаемых для воды материалов в виде труб, в теле будущей железобетонной плиты перекрытия. Ссылаясь на патент Республики Беларусь на полезную модель №7667 U [22] как на прототип, доцент Пушкарев Борис Александрович в 2017 г. получил патент РФ

на изобретение №2634156 С2 «способа изготовления монолитных железобетонных балочных плит перекрытий с круглыми пустотами, с применением неизвлекаемых картонно-полиэтиленовых пустотообразователей» [23]. Далее эта система была доработана автором и он получил новый, ныне действующий патент РФ на изобретение №2664087 С2 «Способа непрерывного изготовления монолитных железобетонных опирающихся по контуру пустотных плит перекрытий с применением неизвлекаемых трубчатых картонно-полиэтиленовых пустотообразователей» [24]. По опубликованным расчетным данным самого автора, замена железобетона шаровидными вкладышами предполагает его экономию до 29%, трубами круглого сечения – 43,5% и трубами овального сечения – до 50% [7].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Предварительно проведенный и представленный в предыдущем разделе анализ известных конструктивно-технологических решений перекрытий позволил выявить наиболее перспективные направления их совершенствования. И, учитывая относительную простоту изготовления круглых картонных труб с последующим покрытием их поверхности полиэтиленовой пленкой для водонепроницаемости и сохранности при производстве плит перекрытий, далее и нами предложено использование труб именно круглого сечения. Однако, в обоих случаях указанных патентов доцента Б.А. Пушкарева, просматривается отсутствие точной фиксации положения пустотообразователей в опалубке плиты. Для ликвидации этого недостатка, разработано усовершенствованное конструктивно-технологическое решение монолитной железобетонной балочной плиты перекрытий с пустотами, представленное на рис. 1. В разработке принимал участие магистрант Шевчук Константин (заявка на полезную модель №2021120258 от 08.07.2021 г.).



**Рис. 1.** Продольный и поперечные разрезы плиты перекрытия: 1 – вертикальная арматура; 2 – горизонтальная сетка арматуры; 3 – монолитный бетон; 4 – подкладка; 5 – труба-вкладыш; 6 – заглушки по торцам будущей плиты  
**Fig. 1.** Longitudinal and transverse sections of the floor slab: 1 – vertical reinforcement; 2 – horizontal reinforcement mesh; 3 – monolithic concrete; 4 – lining; 5 – pipe-liner; 6 – plugs on the ends of the future plate

Затем выполнялась оценка сравнительной экономической эффективности внедрения изложенных инноваций в технологии устройства междуэтажных перекрытий на конкретных примерах проектирования и строительства гражданских объектов в Крыму. По нашим предположениям, эффективность внедрения предложенной полезной модели перекрытия с пластмассовыми или картонными трубами-вкладышами, как и другим легком заполнением, заключается в существенном уменьшении собственного веса при неизменной полезной нагрузке, а возможность обеспечить точное положение пустотообразователей позволит уменьшить сечения бетонной части плиты с той же ресурсосберегающей целью.

Сравнение технико-экономических показателей предлагаемой конструкции сборно-монолитного перекрытия с вкладышами из блоков ракушечника проведено с конструкцией из сборных многоступенчатых плит ПК 60-12-8АтVс-9

(5980x1190x220 мм) /бетон В20 (М250), объем 0,86 м<sup>3</sup>, расход арматуры 37,67 кг/ м<sup>3</sup> (серия 1.141-19с). С целью определения достоверной стоимости сборно-монолитных перекрытий, пользовались методом конъюнктурного анализа рынка: запрос предложений, мониторинг. Транспортная составляющая усреднена до расстояния 30 км. Заготовительно-складские расходы приняты в размере 2% от оптовой стоимости строительных материалов. В расчете принято, что фактически необходимо было перекрыть два помещения конкретного усадебного дома в поселке Пионерское: первое имеет габариты 6×7 м, второе – 7×8 м, тогда их суммарная расчётная площадь составила бы 98 м<sup>2</sup>. Стоимость предлагаемой конструкции перекрытия с вкладышами из блоков известняка посчитана путём фактического хронометража и составления индивидуальной калькуляции (работу выполнил аспирант Леоненко Кирилл, табл.1, [25]).

**Таблица 1.** Пример расчёта стоимости сборно-монолитного перекрытия с заполнением из блоков ракушечников ресурсным методом на основании индивидуальных калькуляций

**Table 1.** An example of calculating the cost of a prefabricated monolithic floor filled with shell blocks using the resource method based on individual calculations

№	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость в уровне цен 2020 г., руб.
1	Индивидуальная калькуляция	Устройство монолитной части сборно-монолитного перекрытия из монолитного бетона	м <sup>3</sup>	7,35	19 446,89
2	04.1.02.05-0007	Бетон тяжёлый, класс В20 (М250)	м <sup>3</sup>	7,46	33 726,88
3	08.4.03.04-0001	Горячекатаная арматурная сталь класса: А400С, А240С	т	1,091	43 923,9
4	Индивидуальная калькуляция	Укладка сборной части сборно-монолитного перекрытия из известняковых блоков	м <sup>3</sup>	15,19	34 04,23
5	Конъюнктура рынка с учётом логистики	Камни стеновые известняковые, тип I, размер 390x190x188 мм, марка 125-250	м <sup>3</sup>	15,19	22 321,6
Итого					143 565
В том числе:					
Материалы					111 014
Машины и механизмы					333,37
Фонд оплаты труда					11 560,14
Накладные расходы					12 716,9
Сметная прибыль					8 024,72
Итого из блоков-известняка					143 565
НДС 20%					28 713
ВСЕГО с НДС					172 278,1

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

На примере перекрытий жилого дома по ул. Проездная 32, в г. Симферополь, получен объем всего бетона на этаж перекрытия – 108,9 м<sup>3</sup>. За вычетом ячеек с лестничной клеткой и шахтой лифта, где установка вкладышей из труб не предусматривалась, объем железобетона сплошного перекрытия толщиной 200 мм составляет: 108,9 - 16,89 = 92 м<sup>3</sup>. В результате расчета и проектирования мест установки вкладышей из пластика, их объем в пределах перекрытия одного этажа (Ø140 мм, длина от 5,4 м до 5,6 м) оказался 41,25 м<sup>3</sup>. Это и есть ожидаемая экономия

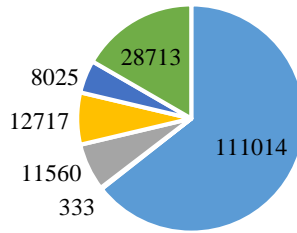
железобетона на перекрытие типового этажа одного из объектов исследования, или 41,25:92×100 = 44,8 %. Это почти не отличается от результатов расчетов, изложенных в упомянутой выше статье [7]. Дополнительным ресурсосберегающим эффектом будет также утилизация в термоформуемые трубы вторичного полиэтилена твердых пластиковых отходов, обычно загрязняющих окружающую природную среду.

По изложенной ранее методике были выполнены расчёты и для других возможных конструктивно-технологических решений междуэтажного перекрытия одного и того же объекта, на рис. 2 представлены статьи затрат по двум возможным конструктивно-технологическим системам

перекрытий для указанного объекта. Требуемая существенно больших затрат живого труда система с перекрытиями из блоков ракушечника в итоговой

себестоимости оказалась более эффективной чем монтаж из сборных многопустотных плит высокой заводской готовности.

Из блоков ракушечника



Из сборных многопустотных плит

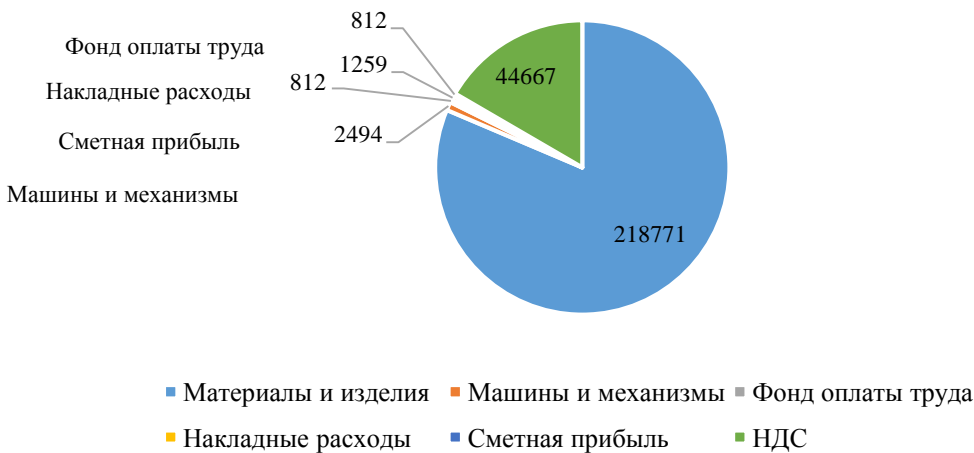


Рис. 2. Себестоимость устройства 1 кв. м междуэтажного перекрытия, руб.  
 Fig. 2. The cost of the device 1 square. m of interfloor overlap, rub.

Конечные результаты моделирования практически по всем известным технологиям себестоимости производства междуэтажных перекрытий для одного и того же объекта сведены в итоговую диаграмму на рис. 3.

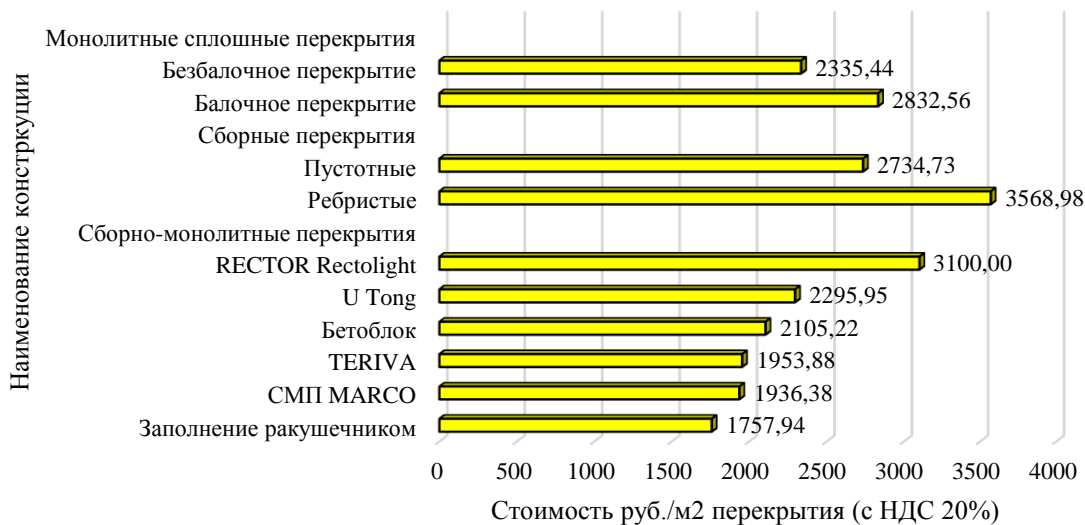


Рис. 3. Экономический анализ рассмотренных возможных вариантов возведения междуэтажного перекрытия при загородном строительстве в Крыму  
 Fig. 3. Economic analysis of the considered possible options for the construction of an interfloor overlap in suburban construction in the Crimea

Таким образом, произведённое проектирование и экспериментальное изготовление предложенной конструктивно-технологической сборно-монолитной системы в условиях малоэтажной загородной застройки Республики Крым (см. Рис. 3) показано снижение себестоимости с 1936,36 до 1757,94 руб./м<sup>2</sup>, т.е. примерно на 10% по сравнению с ближайшей известной сборно-монолитной системой МАРКО, что позволяет рекомендовать её для дальнейшего использования в строительстве. Показатели всех других монолитных и сборно-монолитных конструкций перекрытий оказались существенно дороже и более трудоёмкими. Например, относительно более распространённая конструктивная система с плоскими железобетонными плитами из монолитного железобетона оказалась дороже примерно на треть.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана и представлена конструкция сборно-монолитной плиты перекрытия с пластмассовыми вкладышами в виде труб круглого сечения, позволяющая экономить почти 45% монолитного железобетона. За счет установки вкладышей в конструкции инновационных перекрытий получаем также снижение собственного веса и, как следствие, снижение затрат на устройство некоторых фундаментов и других несущих элементов каркаса. Основным же общепризнанным эффектом от снижения собственного веса всего каркаса является уменьшение инерционных сейсмических нагрузок, что особенно актуально для Крымского региона.

2. Использование вкладышей из мелких блоков ракушечника обеспечивает 10 % снижения себестоимости по сравнению с наиболее экономной сборно-монолитной российской системой МАРКО, что позволяет рекомендовать их для дальнейшего использования в малоэтажном сейсмостойком строительстве Крыма.

3. Но мало изученными при этом остаются еще и вопросы положительного изменения трудоемкости, эргономики и сроков возведения объектов с предложенными инновационными системами сборно-монолитных междуэтажных и чердачных перекрытий. Что и предполагается исследовать и апробировать в нашей дальнейшей работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ватин, Н.И., Величкин, В.З., Козинец, Г.Л., Курсун, В.И., Рыбаков, В.А., Жувак, О.В. Технология сборно-монолитных балочных железобетонных перекрытий с керамзитобетонными блоками // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2018. № 7(70). – С. 43-59. DOI: 10.18720/CUBS.70.4.

2. Недвига, Е.С., Виноградова, Н.А. Системы сборно-монолитных перекрытий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. – №4(43). – С.87-102.

3. Afanasyev, G. Replacement of floor structures in capital repair with the use of not extractable void formers /E3S Web of Conferences 97, 06045 (2019) and Serafima Selviyan Perfohttps://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706045.

4. Гайдуков, П.В., Пугач, Е.М. Перспективы применения несъемной опалубки для устройства перекрытий малоэтажных зданий в стесненных условиях // Вестник Евразийской науки. 2020, №1.

5. Коянкин, А.А., Митасов, В.М. Напряженно-деформированное состояние сборно-монолитного изогнутого элемента // Инженерно-строительный журнал, 2020, 97(5). № 9706. DOI: 10.18720/MSE.97.6.

6. Пушкарёв, Б.А., Кореньков, П.А. Сборно-монолитные железобетонные конструкции, сферы применения и особенности расчёта // Строительство и техногенная безопасность. – 2013. – №46. – С.30-35.

7. Пушкарев, Б.А., Буренина, Н.Б. Целесообразность выбора картонно-полиэтиленовых труб круглого сечения как неизвлекаемых пустообразователей для монолитных железобетонных балочных плит перекрытий // Экономика строительства и природопользования. – 2020. – №2. – С 86-91.

8. Брюсов, В.А., Панфилов, А.В. Междуэтажные перекрытия в каменных домах // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века. – 2018. – №11-12(238-239). – С. 20-23.

9. Буцкая, Е.Л., Зезюков, Д.М., Махинько, Н.Н., Зинкевич, О.Г. Обоснование оптимального вида пустообразователя в монолитном плоском перекрытии // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. – 2019. – №3. – С.10-18.

10. Bubble Deck Technology Uses Less Concrete by Filing The Slab With Beach Balls <https://www.treehugger.com/green-architecture/bubble-deck-technology-uses-less-concrete-filing-slab-beach-balls.html>.

11. Sameer, Ali, Manoj, Kumar. Analytical Study of Conventional Slab and Bubble Deck Slab under Various Support and Loading Conditions Using Ansysworkbench 14.0 // International Research Journal of Engineering and Technology. Volume: 04 Issue: 05. (2017). - p.1467-1472.

12. Grutzeck, M.W. Cellular concrete // Cellular Ceramics: Structure, Manufacturing, Properties and Applications. M. Scheffler and P. Colombo, Eds., John Wiley & Sons, Weinheim, Germany, 2005. – Pp. 193-223.

13. Шмелев, Г.Д. Сравнительный анализ современных систем возведения зданий гражданского назначения / Г.Д. Шмелев, Н.А. Фоменко, В. Н. Гаврилова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 9-19.

14. Терновский, И.А., Карякин, А.А., Сонин, С.А., Мордич, Г.А., Лозакович, О.В. и Мордич, А.И. Сопоставление затрат на возведение монолитных и

сборно-монолитных несущих конструкций многоэтажных зданий //Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – №1. – С.12-20.

15. Шаленный, В.Т., Леоненко, К.А. Возможности снижения себестоимости малоэтажного строительства в Крыму путём совершенствования частично-ребристых сборно-монолитных перекрытий //Экономика строительства и природопользования. – 2019. – №3. – С 125–130.

16. Пат. 190006 U1, Российская Федерация, СПК E04B 5/36 (2020.01), E04G11/40 (2020.01). Сборно-монолитное железобетонное перекрытие /В.Т. Шаленный, С.Ф. Акимов, К.А. Леоненко, И.М. Долгошапко, В.Д. Малахов. – заявка № 2019 141926. – Заявл. 13.12.2019; опубл. 13.02.2020, Бюл. №5. – 5 с.

17. Акимов, С.Ф., Леоненко, К.А., Малахов, В.Д. и Шаленный В.Т. Ресурсосберегающее развитие VELOX-технологии при строительстве и реконструкции сборно-монолитных перекрытий // FORM-2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 869 (2020) 072043 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/869/7/072043.

18. Пат. 185868 U1, Российская Федерация, МПК E04B5/02, МПК E04B1/98 (2006.01). Конструкция монолитного перекрытия /В. Т. Шаленный, О.Л. Балакчина, А.А. Смирнов. – заявка № 2017 147103. – Заявл. 29.12.2017; опубл. 20.12.2018, Бюл. №35.

19. Andronov A.V., Balakchina O.L., Leonenko K.A., Shalenny V.T. Improving the manufacturability of the reinforced concrete structures production by using lightweight filling materials // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific Conference «Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development» - Organisation and Technology of Construction Production. 2019. 055019. DOI https://doi.org/10.1088/1757-899X/698/5/055019.

20. Шаленный, В.Т., Смирнов, А., Леоненко, К. Усовершенствованная конструктивно-технологическая система перекрытий с пластмассовыми вкладышами, частично заменяющими монолитный железобетон //Строительство и техногенная безопасность. – 2019. – №16(68). – С.45-54.

21. Шмуклер, В.С., Климов, Ю.А., Буряк, Н.П. Каркасные системы облегченного типа. – Харьков: Золотые страницы, 2008. – 336 с.

22. Пат. №7667 U, Республика Беларусь, МПК E04B1/04 (2006.01). Многопустотная железобетонная плита перекрытия / И.А. Котенков. – заявка № u 2011 0141. – Заявл. 03.03.2011; опубл. 30.10.201. – 3 с.

23. Пат. 2634156 C2, Российская Федерация, МПК E04B1/44 (2006.01), МПК E04C2/00 (2006.01), МПК B27B7/28 (2006.01). Способ изготовления монолитных железобетонных балочных плит перекрытий с круглыми пустотами, с применением неизвлекаемых картонно-полиэтиленовых пустообразователей /Б. А. Пушкарев. - заявка

№2015 143846. – Заявл. 14.10.2015; опубл. 24.10.2017, Бюл. №30.

24. Пат. 2664087 C2 Российская Федерация, СПК B28B1/445 (2018.05), E04C2/00 (2018.05), B28B7/28 (2018.05). Способ непрерывного изготовления монолитных железобетонных опирающихся по контуру пустотных плит перекрытий с применением неизвлекаемых трубчатых картонно-полиэтиленовых пустообразователей /Б. А. Пушкарев. – заявка № 2017102030. – Заявл. 23.01.2017; опубл. 27.07.2018. Бюл. № 21.

25. Ресурсоэкономное производство строительных конструкций из мелких блоков крымского ракушечника: монография / К.А. Леоненко, Н.В. Любомирский, Н.В. Цопа, В.Т. Шаленный; под общ. ред. В.Т. Шаленного. - Москва: РУСАЙНС, 2022. – 192 с.

## REFERENCES

1. Vatin, N.I., Velichkin, V.Z., Kozinets, G.L., Korsun, V.I., Rybakov, V.A., Zhuvak, O.V. Technology of prefabricated-monolithic reinforced concrete beam ceilings with expanded clay concrete blocks // Construction of unique buildings and structures. 2018. No. 7(70). – pp. 43-59. DOI: 10.18720/CUBS.70.4.

2. Nedviga, E.S., Vinogradova, N.A. Systems of prefabricated monolithic ceilings // Construction of unique buildings and structures. 2016. – No. 4 (43). – Pp. 87-102.

3. Afanasyev, G. Replacement of floor structures in capital repair with the use of not extractable void formers /E3S Web of Conferences 97, 06045 (2019) and Serafima Selviyan Perfo https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706045.

4. Gaidukov, P.V., Pugach, E.M. Prospects for the use of fixed formwork for the installation of floors of low-rise buildings in cramped conditions // Bulletin of the Eurasian Science. 2020, No. 1.

5. Koyankin, A.A., Mitasov, V.M. Stress-strain state of a precast-monolithic curved element // Civil Engineering Journal, 2020, 97(5). No. 9706. DOI: 10.18720/MCE.97.6.

6. Pushkarev, B.A., Korenkov, P.A. Precast-monolithic reinforced concrete structures, areas of application and features of the calculation // Construction and technogenic safety. – 2013. – № 46. – P.30-35.

7. Pushkarev, B.A., Burenina, N.B. The expediency of choosing round-section cardboard-polyethylene pipes as non-removable void formers for monolithic reinforced concrete beam floor slabs. Economics of construction and nature management. – 2020. – № 2. – Pp. 86-91.

8. Bryusov, V.A., Panfilov, A.V. Interfloor ceilings in stone houses // Building materials, equipment and technologies of the XXI century. – 2018. – № 11-12 (238-239). – Pp. 20-23.

9. Butskaya, E.L., Zezyukov, D.M., Makhinko, N.N., Zinkevich, O.G. Justification of the optimal type of void former in a monolithic flat ceiling. Bulletin of the Pridneprovsk State Academy of Construction and Architecture. – 2019. – № 3. – Pp. 10-18.
10. Bubble Deck Technology Uses Less Concrete by Filing The Slab With Beach Balls <https://www.treehugger.com/green-architecture/bubble-deck-technology-uses-less-concrete-filing-slab-beach-balls.html>.
11. Sameer, Ali, Manoj, Kumar. Analytical Study of Conventional Slab and Bubble Deck Slab under Various Support and Loading Conditions Using Ansysworkbench 14.0 // International Research Journal of Engineering and Technology. Volume: 04 Issue: 05. (2017). – Pp. 1467-1472.
12. Grutzek, M.W. Cellular concrete // Cellular Ceramics: Structure, Manufacturing, Properties and Applications. M. Scheffler and P. Colombo, Eds., John Wiley & Sons, Weinheim, Germany, 2005. – Pp. 193-223.
13. Shmelev, G.D. Comparative analysis of modern systems for the construction of civil buildings / G.D. Shmelev, N.A. Fomenko, V. N. Gavrilova // Housing and communal infrastructure. – 2018. – № 3(6). – Pp. 9-19.
14. Ternovsky, I.A., Karyakin, A.A., Sonin, S.A., Mordich, G.A., Lozakovich, O.V. and Mordich, A.I. Comparison of costs for the construction of monolithic and precast-monolithic load-bearing structures of multi-storey buildings // Industrial and civil construction. – 2020. – № 1. – Pp.12-20.
15. Shalenny, V.T., Leonenko, K.A. Opportunities to reduce the cost of low-rise construction in the Crimea by improving partially-ribbed prefabricated monolithic ceilings // Economics of construction and nature management. – 2019. – № 3. – Pp. 25-130.
16. Pat. 190006 U1, Russian Federation, SPK E04B 5/36 (2020.01), E04G11/40 (2020.01). Prefabricated monolithic reinforced concrete floor / V.T. Shalenny, S.F. Akimov, K.A. Leonenko, I.M. Dolgoshapko, V.D. Malakhov. – Application No. 2019 141926. – Appl. 12/13/2019; publ. 02/13/2020, Bull. No. 5. – 5 p.
17. Akimov, S.F., Leonenko, K.A., Malakhov, V.D. and Shalenny V.T. Resource-saving development of VELOX technology in the construction and reconstruction of prefabricated monolithic floors // FORM-2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 869 (2020) 072043 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/869/7/072043.
18. Pat. 185868 U1, Russian Federation, IPC E04B5/02, IPC E04B1/98 (2006.01). Construction of a monolithic ceiling /V. T. Shalenny, O.L. Balakchin, A.A. Smirnov. – Application No. 2017 147103. – Appl. 12/29/2017; publ. 12/20/2018, Bull. No. 35.
19. Andronov A.V., Balakchina O.L., Leonenko K.A., Shalenny V.T. Improving the manufacturability of the reinforced concrete structures production by using lightweight filling materials // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development" - Organization and Technology of Construction Production. 2019. 055019. DOI <https://doi.org/10.1088/1757-899X/698/5/055019>.
20. Shalenny, V.T., Smirnov, A., Leonenko, K. Improved structural and technological system of ceilings with plastic inserts, partially replacing monolithic reinforced concrete // Construction and technogenic safety. – 2019. – № 16 (68). – Pp.45-54.
21. Shmukler, V.S., Klimov, Yu.A., Buryak, N.P. Lightweight frame systems. – Kharkov: Golden Pages, 2008. – 336 p.
22. Pat. 7667 U, Republic of Belarus, IPC E04B1 / 04 (2006.01). Multi-hollow reinforced concrete floor slab / I.A. Kittens. – Application № u 2011 0141. – Appl. 03/03/2011; publ. 10/30/201. – 3 c.
23. Pat. 2634156 C2, Russian Federation, IPC E04B1 / 44 (2006.01), IPC E04C2 / 00 (2006.01), IPC B27B7 / 28 (2006.01). A method for manufacturing monolithic reinforced concrete beam floor slabs with round voids, using non-removable cardboard-polyethylene void formers / B.A. Pushkarev. – Application № 2015 143846. – Appl. 10/14/2015; publ. 24.10.2017, Bull. № 30.
24. Pat. 2664087 C2 Russian Federation, SPK B28B1/445 (2018.05), E04C2/00 (2018.05), B28B7/28 (2018.05). A method for the continuous production of monolithic reinforced concrete hollow-core floor slabs supported along the contour using non-removable tubular cardboard-polyethylene void formers /B. A. Pushkarev. – Application № 2017102030. – Appl. 01/23/2017; publ. 07/27/2018. Bull. № 21.
25. Resource-saving production of building structures from small blocks of the Crimean shell rock: monograph / K.A. Leonenko, N.V. Lyubomirsky, N.V. Tsopa, V.T. Crazy; under total ed. V.T. Crazy. – Moscow: RUSSIGNS, 2022. – 192 p.

## COMPARATIVE EFFICIENCY OF THE CONSTRUCTION OF MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE FLOORS WITH INSERTS MADE OF CARDBOARD, PLASTIC AND LOCAL STONE MATERIALS

Shalenny V.T., Shchegula R.V.

Academy of Construction and Architecture of the «V.I. Vernadsky Crimean Federal University»  
295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya Street, 181

**Abstract:** the paper analyzes progressive structural and technological systems for the installation of monolithic and precast-monolithic floors of civil buildings. Examples and expediency of using all kinds of inserts made of plastic and other light materials and products to replace part of monolithic reinforced concrete in structures are shown. Original ways of constructing prefabricated monolithic interfloor and attic floors of civil objects are proposed. To confirm the effectiveness of the use of innovative methods for constructing a prefabricated monolithic floor, the direct costs and tax deductions were calculated for the construction of such a floor at the same facility, but using different competing technologies.

**Subject of research:** technologies for the construction of monolithic reinforced concrete floors with liners.

**Materials and methods:** an assessment of the comparative economic efficiency of the implementation of the above innovations in the technology of interfloor construction was used on specific examples of the design and construction of civil facilities in the Crimea; to determine the reliable cost of prefabricated monolithic ceilings, the method of market analysis was used: request for proposals, monitoring.

**Results:** a significant reduction in material and labor costs for the installation of flooring with filling from plastic pipes or from shell rock blocks was established compared to solid monolithic and prefabricated multi-hollow slabs of factory production.

**Conclusions:** the design of a prefabricated monolithic floor slab with plastic liners in the form of round pipes was developed and presented, which allows saving almost 45% of monolithic reinforced concrete.

**Key words:** resource-saving technologies, precast-monolithic overlap, replacement of reinforced concrete with liners, plastic, shell blocks, cost.