

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2020, №1, Том 12 / 2020, No 1, Vol 12 <https://esj.today/issue-1-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/18SAVN120.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Гайдуков П.В., Пугач Е.М. Перспективы применения несъемной опалубки для устройства перекрытий малоэтажных зданий в стесненных условиях // Вестник Евразийской науки, 2020 №1, <https://esj.today/PDF/18SAVN120.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Gaidukov P.V., Pugach E.M. (2020). Prospects for the use of fixed formwork for the installation of floors of low-rise buildings in cramped conditions. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 1(12). Available at: <https://esj.today/PDF/18SAVN120.pdf> (in Russian)

УДК 72

**Гайдуков Павел Владимирович**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»  
Москва, Россия  
Аспирант  
E-mail: [Gaidukov.p.v@yandex.ru](mailto:Gaidukov.p.v@yandex.ru)

**Пугач Евгений Михайлович**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»  
Москва, Россия  
Доцент  
Кандидат технических наук  
E-mail: [Tsp-tvz@mail.ru](mailto:Tsp-tvz@mail.ru)

## **Перспективы применения несъемной опалубки для устройства перекрытий малоэтажных зданий в стесненных условиях**

**Аннотация.** В данной статье авторами рассмотрены особенности и перспективы применения несъемной опалубки перекрытий малоэтажных зданий в стесненных условиях. Для установления эффективности использования несъемной опалубки в малоэтажном строительстве произведен анализ существующих технологических решений. Анализ построен на сопоставлении содержания технологических процессов и результирующих технико-экономических показателей, полученных на основе нормативных данных. Так же в работе рассмотрены технологии устройства перекрытий с применением «классической» съемной балочной опалубки с фанерными щитами, несъемной опалубки из профилированного строительного настила и балочной несъемной опалубки. Приведено краткое описание рассматриваемых типов перекрытий с выделением основных технологических операций. Установлены комплекты технологических процессов для каждого типа перекрытия. Заданы начальные параметры в виде модели перекрытия, на основании которой определены объемы работ в нормальных и стесненных условиях. В основу анализа легло сравнение затрат труда для всех рассматриваемых технологий устройства перекрытий в нормальных условиях с затратами труда, откорректированными с учетом стесненных условий возведения. В результате проведенных исследований было установлено, что применение несъемной опалубки перекрытий позволяет уменьшить трудоемкость процесса возведения в среднем на 31 % по сравнению с применением классической балочно-щитовой опалубки, в случае с применением несъемной балочной опалубки перекрытий на 44 %. Для перекрытий, устраиваемых в стесненных условиях с применением балочной несъемной опалубки, значения затрат труда не

превосходят показатели на возведение такой же конструкции с использованием балочно-щитовой опалубки в нормальных условиях.

**Ключевые слова:** малоэтажное строительство; плита перекрытия; опалубка; несъемная опалубка; сравнительный анализ; технология возведения; затраты труда

## Введение

Увеличенные темпы роста малоэтажного строительства и постоянно ухудшающееся состояние фонда малоэтажных зданий создают необходимость в развитии новых решений по строительству и реконструкции. Так по данным комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы доля жилых зданий малой этажности на присоединенных к Москве территориях в 2013 году составила 20 % от общего объема жилой недвижимости, введенной в эксплуатацию<sup>1</sup>. Так же малоэтажное строительство продолжает быть востребованным в малозаселенных и труднодоступных регионах России. Одной из особенностей малоэтажного строительства являются сравнительно низкие затраты ресурсов на квадратный метр жилой площади, что делает возведение малоэтажных зданий экономически обоснованным [1]. Одним из наиболее емких процессов в плане потребления материальных и трудовых ресурсов является возведение межэтажных перекрытий. Для нового строительства устройство перекрытий требует применения грузоподъемных механизмов или проведения бетонных работ так же сопряженных с устройством опалубки и подачей бетонной смеси механизированным способом. Производство бетонных работ в условиях плотной застройки или удаленности объекта строительства от ресурсной базы влечет как увеличение сроков строительства, так и повышение материальных затрат [2].

Особо в современных условиях стоит вопрос реконструкции существующих зданий и сооружений. Так по программе реновации жилого фонда города Москвы планируется сохранение и реконструкция 218 объектов капитального строительства, имеющих историческую и (или) архитектурную ценность<sup>2</sup>. При реконструкции существующих зданий и сооружений одной из основных проблем является замена перекрытий, для которых применение типовых строительных систем ввиду наличия стесненных условий, ограниченного и затрудненного доступа к месту производства работ не всегда возможно.

Данные особенности строительства и реконструкции малоэтажных зданий требуют разработки нового подхода к возведению перекрытий, способствующего снижению затрат труда и ресурсов, а также увеличению мобильности и гибкости самой технологии. Одним из решений данной проблемы может служить применение несъемной опалубки перекрытий.

---

<sup>1</sup> Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы [Электронный ресурс] / – Электрон. текстовые дан. – 2013. – Режим доступа: <https://stroim.mos.ru/news/novaya-moskva-nabiraet-tempy-stroitelstva-maloetazhnogo-zhilya>, свободный.

<sup>2</sup> Постановление правительства Москвы; 1 августа 2017 г. N 497-ПП. Стр. 3.

## 1. Методология исследования

Для подтверждения перспектив использования несъемной опалубки в малоэтажном строительстве произведен анализ существующих технологических решений. Анализ построен на сопоставлении содержания технологических процессов и результирующих технико-экономических показателей, полученных на основе нормативных данных. В работе рассмотрены технологии устройства перекрытий с применением «классической» съемной балочной опалубки с фанерными щитами, несъемной опалубки из профилированного строительного настила и балочной несъемной опалубки. Для получения данных использована модель перекрытия площадью 100 м<sup>2</sup>, расположенного над двумя смежными помещениями и опирающегося на стены (рис. 1).

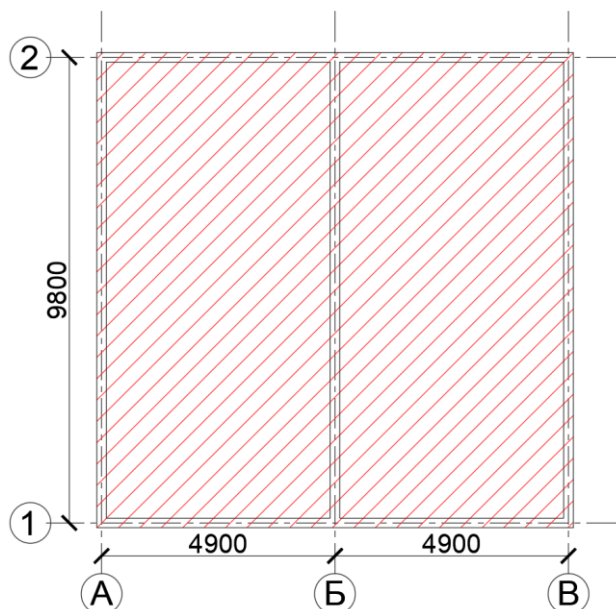
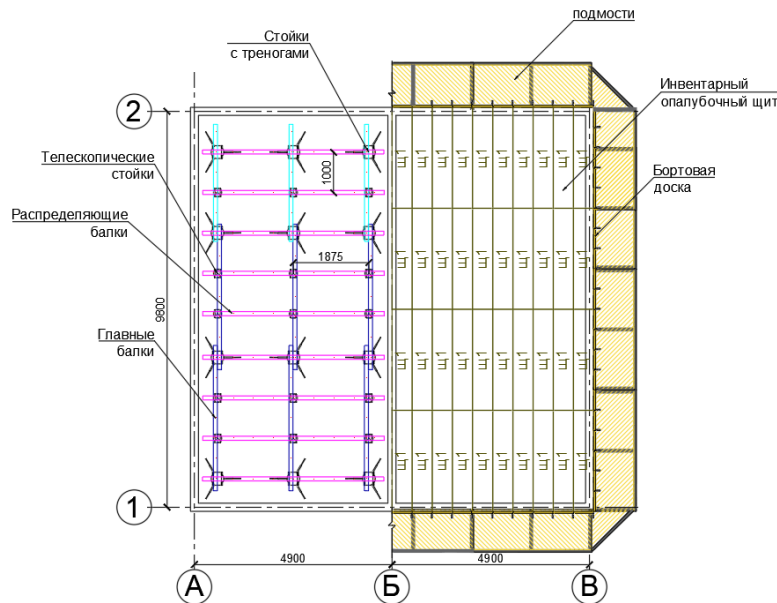


Рисунок 1. Модель перекрытия

## 2. Процессы устройства перекрытий

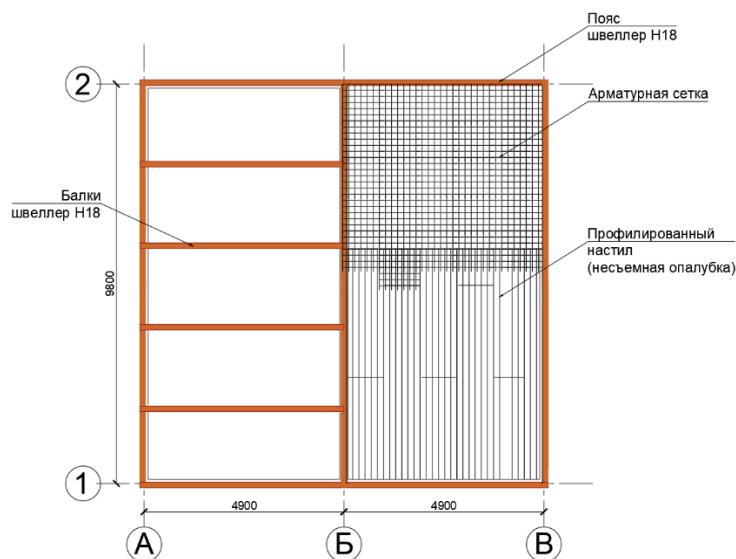
При применении *стандартной балочной щитовой опалубки* технологическая последовательность возведения перекрытия следующая: в начале выставляются телескопические стойки с домкратами и унвилками, на них устанавливаются главные и распределяющие балки, формируется палуба из щитов опалубочной фанеры, монтируется арматурный каркас, производится подача и укладка бетонной смеси. После набора бетоном распалубочной прочности опалубка перекрытия демонтируется и переставляется на следующий участок. На рисунке 2 представлена схема балочно-щитовой опалубки. Как видно из схемы для устройства перекрытия необходимо соблюдение следующих требований. Под возводимым перекрытием должно быть устроено основание (межэтажное перекрытие, фундаментная плита), способное выдержать нагрузку от новой конструкции на этапе устройства опалубки, бетонирования и выдерживания конструкции. Должен быть обеспечен способ подачи крупногабаритных приспособлений и материалов таких как щиты и балки опалубки, арматура сеток перекрытия. Особое внимание следует обратить на способ подачи бетонной смеси: для применения бадьи необходимо отсутствие конструкций выше горизонта проведения работ, что в условиях реконструкции не всегда возможно; применение бетононасоса в стесненных условиях при реконструкции или возведении малоэтажных зданий из-за малого объема бетонных работ не всегда экономически целесообразно.

После набора распалубочной прочности бетоном перекрытия необходимо в порядке обратном монтажу опалубки произвести ее демонтаж. Далее освобожденную от щитов поверхность необходимо зашлифовать [3].



**Рисунок 2.** Схема устройства балочно-щитовой опалубки перекрытия

Для несъемной опалубки из профилированного настила используется стальной профилированный лист Н75 или с выштампованными анкерными рифами марок Н80А-674-0,9, Н80А674-1,0<sup>3</sup>. Технологическая последовательность устройства плиты перекрытия в несъемной опалубке из профнастила следующая: устанавливается опорный контур и распределительные балки в поперечном направлении (согласно расчету несущей способности) из стальных швеллеров или двутавров [4], выполняется анкерное крепление профилированного листа к балкам, собирается арматурный каркас, распределяется и уплотняется бетонная смесь.

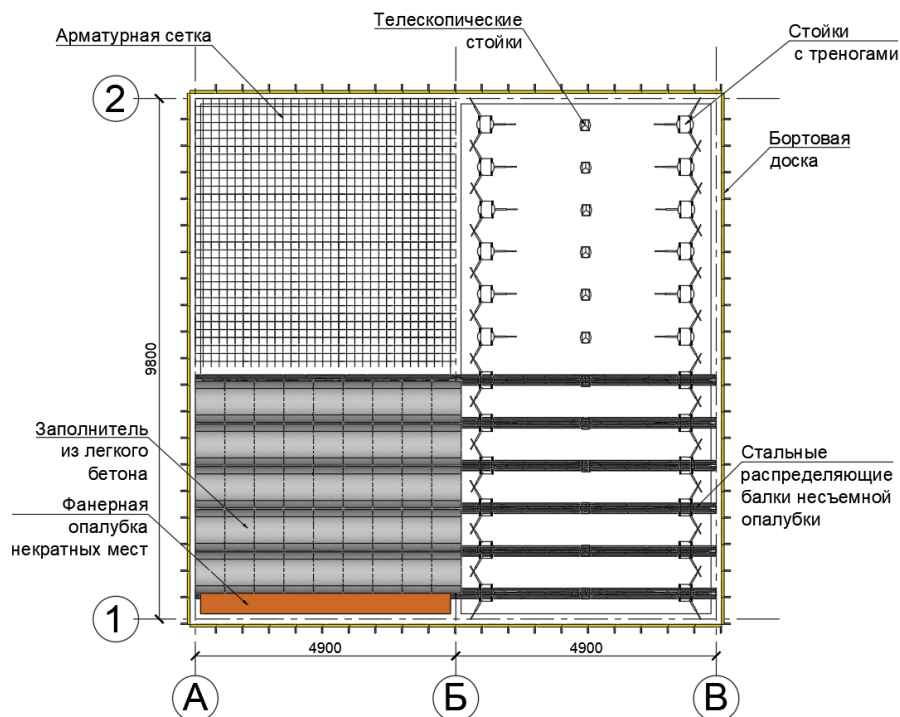


**Рисунок 3.** Схема устройства конструкции перекрытия с применением опалубки из профилированного настила

<sup>3</sup> ТУ 67-452-82. Профили стальные с трапециевидными гофрами и рифами. Челябинск. 1982.

Благодаря высокой несущей способности профилированного листа данный тип опалубки не требует установки телескопических стоек для переопираия конструкции на время монтажа, исключаются работы по демонтажу настила и стоек. Для такой конструкции не требуется наличие устойчивого основания, что позволяет производить работы на разных уровнях до набора конструкцией требуемой прочности. Однако наряду с явными преимуществами такое решение имеет ряд серьезных недостатков: необходимость в подаче тяжелых стальных элементов опорного контура (потребность в грузоподъемном оборудовании), его сборка и крепление в проектном положении (работа сварщика 4-го разряда)<sup>4</sup>; необходимость использования профилированных листов длиной, соответствующей размеру пролета (ширине) помещения, что ограничивает возможность применения опалубки при реконструкции перекрытий в закрытых помещениях; потребность в устройстве подвесных потолков (уменьшение высоты помещения).

*Балочная несъемная опалубка* сочетает в себе элементы сборно-монолитного перекрытия и несъемной опалубки, данная система обладает наименьшими из рассматриваемых массогабаритными показателями единичных элементов. В целом балочная несъемная опалубка представляет собой сборную конструкцию из стальных (реже сталебетонных) балок и пустотозаполнителей, выполненных из различных материалов таких как легкий бетон, газобетон, керамика. Балки состоят из П-образного профиля, усиленного нижней рабочей арматурой и закрепленной на конструктивной арматуре верхних рабочих стержней образующих в сечении трапецию. Заполнитель представляет собой цельный или частично перфорированный элемент в форме шестиугольника верхняя и нижняя грань которого шире или равна остальным сторонам.



**Рисунок 4.** *Схема устройства конструкции перекрытия с применением балочной несъемной опалубки*

Технологическая последовательность устройства перекрытия следующая: под несущие балки устанавливаются временные стойки переопираия, балки укладываются на стену или в

<sup>4</sup> Приложение N 1к постановлению Госстроя России от 05.03.2004 N 15/1 МДС 81-35.20.

специально изготовленную штрабу с шагом равным размеру заполнителя и жестко закрепляются. После установки в проектное положение балок, на сухо между балками укладываются блоки-заполнители, образуя палубу, поверх которой устраивается арматурный каркас верхней сетки армирования, далее осуществляется заполнение бетонной смесью несущих балок и верхней сетки армирования. Стойки после набора бетоном проектной прочности демонтируются.

Данный тип конструкции позволяет уменьшить количество используемой бетонной смеси на горизонте производства работ, поверхность образованных опалубкой потолков ровная и требует только чистовой отделки.

### 3. Сравнение технологических решений

Для проведения сравнительного анализа технологий устройства конструкций перекрытия для ранее установленных комплектов процессов и операций определены затраты труда, представленные в форме таблицы 1. Единицы измерения и нормы времени взяты из соответствующих выполняемым работам норм<sup>5</sup>. При определении затрат труда не учитывались погрузочно-разгрузочные работы в стесненных условиях так как данные условия индивидуальны для каждого объекта строительства и учитываются при составлении ППР.

**Таблица 1**  
**Трудоемкость процессов/операций устройства конструкции перекрытия**

№	Наименование процессов/операций	Ед. изм.	Обоснование (нормативный документ)	Норма времени, чел.-ч.	Объем работ / тип опалубки			Затраты труда, чел.-ч. / тип опалубки		
					I	II	III	I	II	III
1	Подача арматуры	100 т	E1-7	14	0,018	0,0098	0,0024	0,25	0,14	0,03
2	Подача опалубки	100 т	E1-5т2	7,2	0,052	-	-	0,37	-	-
3	Подача профилированного настила	100 т	E1-5	12	-	0,87	-	-	10,44	-
4	Подача стального швеллера h 180	100 т	E1-5	8,8	-	1,79	-	-	15,75	-
5	Подача элементов несъемной опалубки	100 т	E1-5	12	-	-	0,87	-	-	10,44
6	Монтаж телескопических стоек под опалубку	100 м <sup>2</sup>	E4-1-33	7,8	1	1	1	7,8	7,8	7,8
7	Монтаж опалубочной палубы (для I)	100 м <sup>2</sup>	E4-1-40	30,2	1	-	-	30,2	-	-
8	Подгонка листов профилированного настила с укладкой на стойки	т	E5-1-11	1,85	-	0,887	-	-	1,64	-
9	Монтаж несущих балок несъемной опалубки	т	E5-1-18	1,82	-	-	1,82	-	-	8,01

<sup>5</sup> ЕНиР. Сборник 1. Внутриплощадочные транспортные работы / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1986.

ЕНиР. Сборник 3. Каменные работы / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1986.

ЕНиР. Сборник E4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987.

ЕНиР. Сборник 5. Монтаж металлических конструкций / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1986.

ЕНиР. Сборник 22. Сварочные работы / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987.

№	Наименование процессов/операций	Ед. изм.	Обоснование (нормативный документ)	Норма времени, чел.-ч.	Объем работ / тип опалубки			Затраты труда, чел.-ч. / тип опалубки		
					I	II	III	I	II	III
10	Установка швеллера h180 в проектное положение	т	E5-1-18	1,79	-	1,79	-	-	7,88	-
11	Сварка швов стальных швеллерных балок перекрытия	10 м.п.	E22-1-6	0,76	-	0,76	-	-	4,26	-
12	Сборка арматурного каркаса монолитного пояса	т	E4-1-46	16,8	-	-	0,32	-	-	5,38
13	Устройство арматурного каркаса	т	E4-1-46	13,5	1,8	0,98	-	24,3	13,23	-
14	Монтаж заполнителей	м <sup>3</sup>	E11-43	0,45	-	-	21	-	-	9,45
15	Укладка арматурной сетки	1 сетка	E4-1-44	0,56	-	-	8,3	-	-	4,65
16	Укладка бетонной смеси в конструкцию	м <sup>3</sup>	E4-1-49	0,26	22	17,6	11	5,72	4,58	2,86
17	Демонтаж телескопических стоек	100 м <sup>2</sup>	E4-1-37	3,9	1	1	1	3,9	3,9	3,9
18	Демонтаж горизонтальной опалубки	100 м <sup>2</sup>	E4-1-40	11	1	-	-	11	-	-
Итого								83,5	69,62	52,52

В таблице 1 для рассматриваемого перекрытия представлен ряд процессов и операций характерных для всех конструктивных решений. К ним относятся: подача материалов, монтаж и демонтаж телескопических стоек, укладка бетонной смеси. Для прочих наиболее трудоемким является монтаж-демонтаж балочно-щитовой опалубки 83,5 чел.-ч., устройство опалубки из профилированного настила 69,62 чел.-ч., балочной несъемной – 52,52 чел.-ч. Простота и высокая степень заводской готовности элементов балочной несъемной опалубки позволяет привлекать для ее монтажа сотрудников низкой и средней квалификации.

Для оценки влияния стесненных условий производства работ на трудоемкость устройства конструкций перекрытий, рассмотрены факторы, определяющие необходимость внесения корректировок. При выполнении работ в помещениях, освобожденных от оборудования и других предметов, мешающих производству, для норм времени необходимо учитывать коэффициент 1,2<sup>4</sup>. При строительстве в стесненных условиях невозможно или затруднено использование кранового оборудования, подача материалов по вертикали осуществляется мачтовым подъемником, появляются или увеличиваются затраты труда на перемещение материалов по горизонту производства работ. В таблице 2 представлены технологические процессы и операции, изменяющиеся при работе в стесненных условиях.

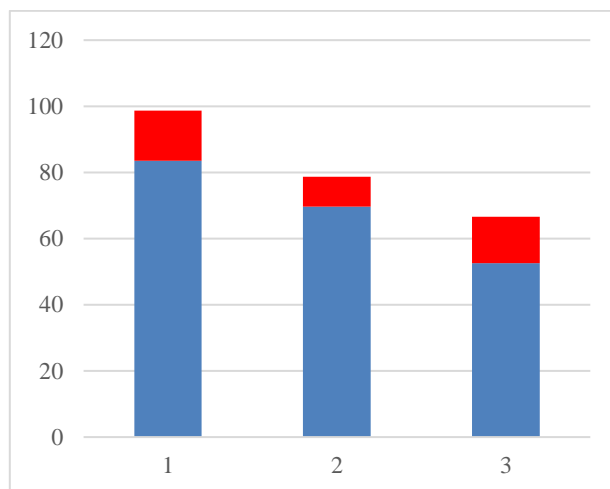
**Таблица 2**

**Трудоемкость процессов/операций  
устройства конструкции перекрытия в стесненных условиях**

№	Наименование процессов/операций	Ед. изм.	Обоснование (нормативный документ)	Норма времени, чел.-ч.	Объем работ / тип опалубки			Затраты труда, чел.-ч. /тип опалубки		
					I	II	III	I	II	III
1	Подача арматуры горизонтальных конструкций	100 т	E1-16	36	0,018	0,0098	0,0024	0,65	0,35	0,09
2	Подача опалубки горизонтальных конструкций подъемником	100 т	E1-5	36	0,052	-	-	1,87	-	-

№	Наименование процессов/операций	Ед. изм.	Обоснование (нормативный документ)	Норма времени, чел.-ч.	Объем работ / тип опалубки			Затраты труда, чел.-ч. /тип опалубки		
					I	II	III	I	II	III
3	Подача профилированного настила	100 т	E1-5	14,4	-	0,0187	-	-	0,27	-
4	Подача стального швеллера h 180	100 т	E1-5	10,56	-	0,0179	-	-	0,19	-
5	Подача элементов несъемной опалубки	100 т	E1-5	14,4	-	-	0,07	-	-	1,01
6	Перенос материалов ручным способом на расстояние 10 м.п.	т	E1-19	1,8	7,00	4,64	7,24	12,6	8,352	13,03
							Итого	15,12	9,16	14,13

В стесненных условиях производства работ трудоемкость при использовании балочной щитовой опалубки перекрытия составляет 98,66 чел.-ч., несъемной опалубки из профнастила – 78,78 чел.-ч., балочной несъемной опалубки – 66,65 чел.-ч., что на 15.32 %, 11.63 % и 21,2 % больше затрат труда при нормальных условиях. На основании полученных данных была построена диаграмма рис. 5 соотношений и изменений трудоемкости рассматриваемых технологий в нормальных и стесненных условиях строительной площадки.



1 – балочная щитовая опалубка перекрытия; 2 – несъемная опалубка из профнастила; 3 – балочная несъемная опалубка. Красным цветом показано приращение трудозатрат от стесненных условий

**Рисунок 5.** Диаграмма соотношений и изменений трудозатрат для рассматриваемых технологий в нормальных и стесненных условиях

### Выводы

В результате проведенных исследований было установлено, что применение несъемной опалубки перекрытий позволяет уменьшить трудоемкость процесса возведения в среднем на 31 % по сравнению с применением классической балочно-щитовой опалубки, в случае с применением несъемной балочной опалубки перекрытий на 44 %. Для перекрытий, устраиваемых в стесненных условиях с применением балочной несъемной опалубки, значения затрат труда не превзошли показатели на возведение конструкции с использованием балочно-щитовой опалубки в нормальных условиях. Обладая меньшими показателями затрат труда системы несъемной опалубки, доказывают свою актуальность в современном строительстве. Однако существующие системы несъемной опалубки сохранили в себе ряд весьма трудоемких операций таких как монтаж поддерживающих стоек или устройство поперечных



распределяющих стальных балок. Возможность исключения данных операций при сохранении прочностных характеристик конструкции и легкости на этапе сборки позволит вывести возведение перекрытий на новый производственный уровень.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Журавская О.В. Современные проблемы малоэтажного строительства в городах / О.В. Журавская // региональные архитектурно-художественные школы. – 2015. – № 1. – с. 44–48.
2. Зорина М.А. оптимизация организационных и технологических решений при проектировании стройгенпланов на возведение и реконструкцию зданий в стесненных условиях строительной площадки / М.А. Зорина, Г.Н. Рязанова // региональные архитектурно-художественные школы. – 2019. – т. 9, № 36. – с. 106–112.
3. Теличенко, В.И. Технология возведения зданий и сооружений / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2004. – 275 с.
4. Головченко И.В. Использование стального профильного настила в качестве несъемной опалубки перекрытия / Головченко И.В. / Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее – Симферополь, 15–17 ноября 2017 г.
5. Ворона-Сливинская Л.Г., Макаридзе Г.Д. / Анализ конструктивных и технологических особенностей применения несъемной опалубки для устройства монолитных перекрытий объектов малоэтажного строительства / перспективы науки – 10 (121).
6. Ниметулаев Э.М. / Техничко-экономическое обоснование применения стального профилированного настила в качестве несъемной опалубки монолитных перекрытий. / Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее – 2018.
7. Адаричев Д.В., Федюнина Т.В. / Применение несъемной железобетонной опалубки при монолитном строительстве / Статья в сборнике трудов конференции 2019 г.
8. Reema Goyal, Abhijit Mukherjee / An investigation on bond between FRP stay-in-place formwork and concrete / Construction and Building Materials – 2016 / DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.03.124.
9. Weina Meng, Kamal H. Khayat / Development of Stay-in-Place Formwork Using GFRP Reinforced UHPC Elements / Conference: First International Interactive Symposium on UHPC / DOI: 10.21838/uhpc.2016.28.
10. Olivier Remy, Svetlana Verbruggen / Cement composite stay-in-place formwork: A concept for future building systems / 18th international conference on composite materials / Vrije Universiteit Brussel, Belgium 2011.

**Gaidukov Pavel Vladimirovich**

Moscow state university of civil engineering (national research university), Moscow, Russia  
E-mail: Gaidukov.p.v@yandex.ru

**Pugach Evgenii Mikhailovich**

Moscow state university of civil engineering (national research university), Moscow, Russia  
E-mail: Tsp-tvz@mail.ru

## **Prospects for the use of fixed formwork for the installation of floors of low-rise buildings in cramped conditions**

**Abstract.** In this article, the authors consider the features and prospects of using stay in place formwork for low-rise buildings in cramped conditions. To determine the effectiveness of using stay in place formwork in low-rise construction, was made an analysis of existing technological solutions. The analysis is based on a comparison of the content of technological processes and the resulting technical and economic indicators obtained based on normative data. Also in the work, the technologies of the device of overlapping with the use of "classic" removable beam formwork with plywood panels, stay in place formwork from profiled construction flooring and stay in place beam formwork are considered. A brief description of the types of overlaps considered is given, with the main technological operations highlighted. Sets of technological processes for each type of overlap are installed. The initial parameters are set in the form of an overlap model, based on which the volume of work in normal and confined conditions is determined. The analysis is based on a comparison of labor costs for all the considered technologies for the construction of floors under normal conditions with labor costs adjusted for constrained construction conditions. As a result of the conducted research, it was found that the use of stay in place slab formwork reduces the complexity of the construction process by an average of 31 % compared to the use of classical beam-panel formwork, in the case of stay in place beam formwork of floors by 44 %. For overlappings arranged in cramped conditions with the use of stay in place beam formwork, the values of labor costs do not exceed the indicators for the construction of the same structure with the use of beam-panel formwork in normal conditions.

**Keywords:** low-rise construction; slab; formwork; stay in place formwork; building technology; labor costs