

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*А.В. Бровкин, Р.З. Цыбина, А.В. Кривохижина, Т.Р. Баркая
Тверской государственной технической университет (г. Тверь)*

© Бровкин А.В., Цыбина Р.З.,
Кривохижина А.В., Баркая Т.Р., 2020

Аннотация. В данной статье проводится сравнительный анализ эффективности применения сборно-монолитных перекрытий в условиях нового строительства, обусловленный наличием в строительной отрасли проблемы экономической эффективности применяемых конструкций плит перекрытий. Для здания магазина с административными помещениями проводится расчет и анализ монолитного безбалочного и сборно-монолитного перекрытия конструкции Rectorlight [1].

Ключевые слова: сборно-монолитное перекрытие, монолитное перекрытие, расчет, эффективность, новое строительство.

DOI: 10.46573/2658-7459-2020-4-26-32

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в строительной отрасли большое внимание уделяется проблеме экономической эффективности. Учитывая тот факт, что железобетонные перекрытия являются одними из наиболее затратных и материалоемких конструкций, очень важен выбор рационального типа перекрытия.

Решением этой проблемы может стать применение сборно-монолитных перекрытий. Сейчас на международном рынке имеется большое количество компаний, занимающихся производством систем сборно-монолитных перекрытий. В России наиболее распространены сборно-монолитные системы «Teriva» (Польша), «YTONG» (Швеция), «Rector» (Франция) и «МАРКО» (Россия).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Представленные выше сборно-монолитные перекрытия отличаются между собой конструкцией сборных балок и элементов заполнения. Но все они имеют общее преимущество над традиционными типами перекрытий: небольшой вес сборных балок позволяет использовать механизмы малой грузоподъемности или вовсе обходиться без них, а малый собственный вес самих сборно-монолитных перекрытий позволяет значительно снизить нагрузку на несущие конструкции. При новом строительстве использование сборно-монолитных перекрытий дает значительную экономию материалов и ресурсов за счет упрощения производства работ.

Учитывая перечисленные выше достоинства сборно-монолитных перекрытий, целесообразно произвести сравнительный анализ с наиболее часто применяемым типом – монолитным безбалочным перекрытием.

В качестве объекта было выбрано здание магазина с административными помещениями, расположенное по адресу: г. Тверь, ул. Хрустальная, д. 35. Здание двухэтажное, прямоугольное в плане с размерами в осях 18×24 м.

В программно-вычислительном комплексе SCAD Office был произведен расчет всего каркаса и выполнен подбор армирования для перекрытия на отметке +3,550 [2]. Общий вид расчетной схемы приведен на рис. 1.

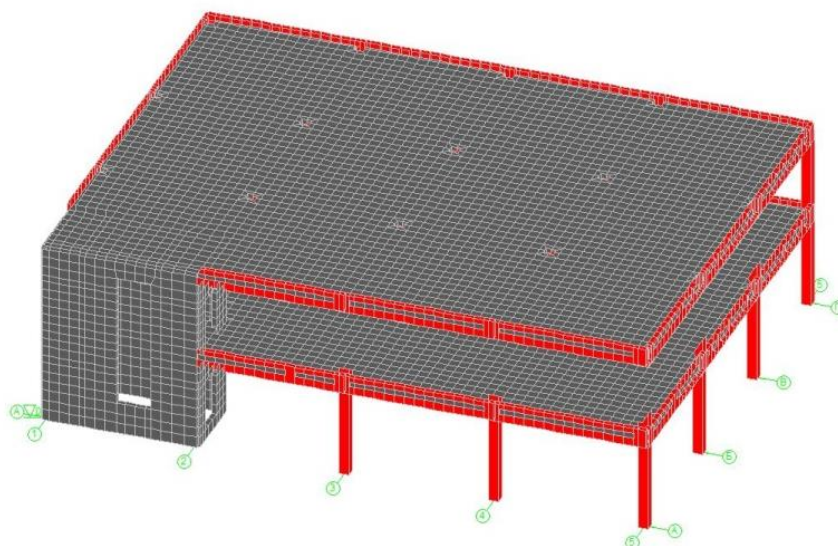


Рис. 1. Общий вид расчетной схемы

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам произведенных расчетов установлено, что для возведения монолитного безбалочного перекрытия необходимо $95,8 \text{ м}^3$ бетона класса В25, 12,53 т арматуры класса А500С и 0,87 т арматуры класса А400. При этом общая масса перекрытия составила 252,9 т.

В результате расчета была принята монолитная плита перекрытия высотой 200 мм из бетона класса В25 и арматуры класса А500С. На рис. 2 и 3 приведены изополя верхнего и нижнего армирования плиты перекрытия по осям X и Y.

В качестве сборно-монолитного перекрытия была выбрана система перекрытий французской компании Rectorlight [1]. Она состоит из сборных предварительно напряженных балок RS136 длиной 5,8 м, элементов заполнения Rectorlight 16 и монолитного бетона толщиной 60 мм. Кроме того, по колоннам выполняются монолитные балки сечением 400×400 мм. Для монолитной части используется бетон класса В25 и арматура класса А500С, А240 и В500.

Для расчета выбирается фрагмент сборно-монолитного перекрытия, который рассматривается как изгибаемый и внецентренно-сжатый элемент. Расчет выполняется в соответствии с действующими нормами и правилами и производится в два этапа [3–6]. На первом этапе расчет производится на стадии монтажа, когда сборная балка приведенного таврового сечения рассматривается как неразрезная, воспринимающая нагрузку от элементов сборно-монолитного перекрытия и свежееуложенного монолитного бетона. На втором этапе расчет производится на стадии эксплуатации после набора монолитным бетоном проектной прочности как для однопролетной балки приведенного двутаврового сечения, состоящего из бетона разных классов. В обоих случаях прочность сечения по первой и второй группе предельных состояний обеспечена.

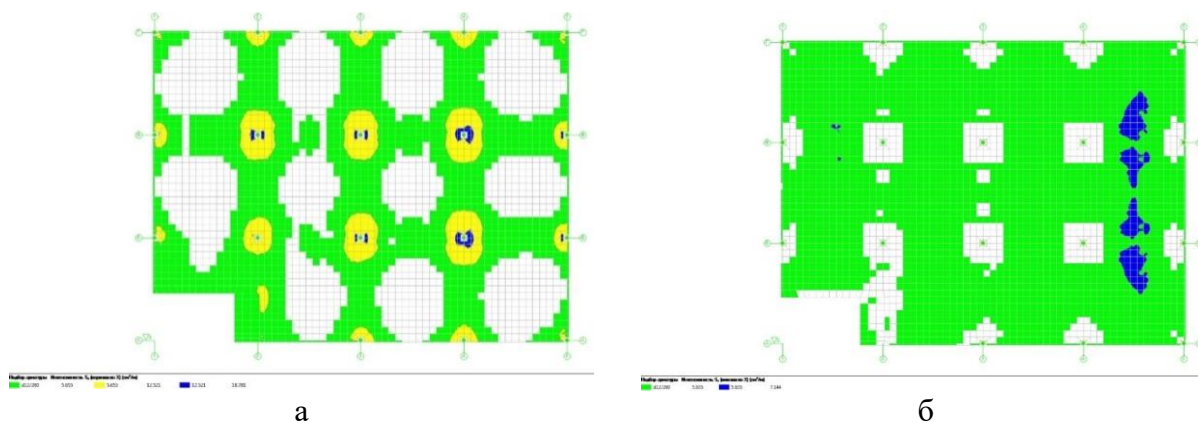


Рис. 2. Изополя армирования по оси X: а – нижнего; б – верхнего

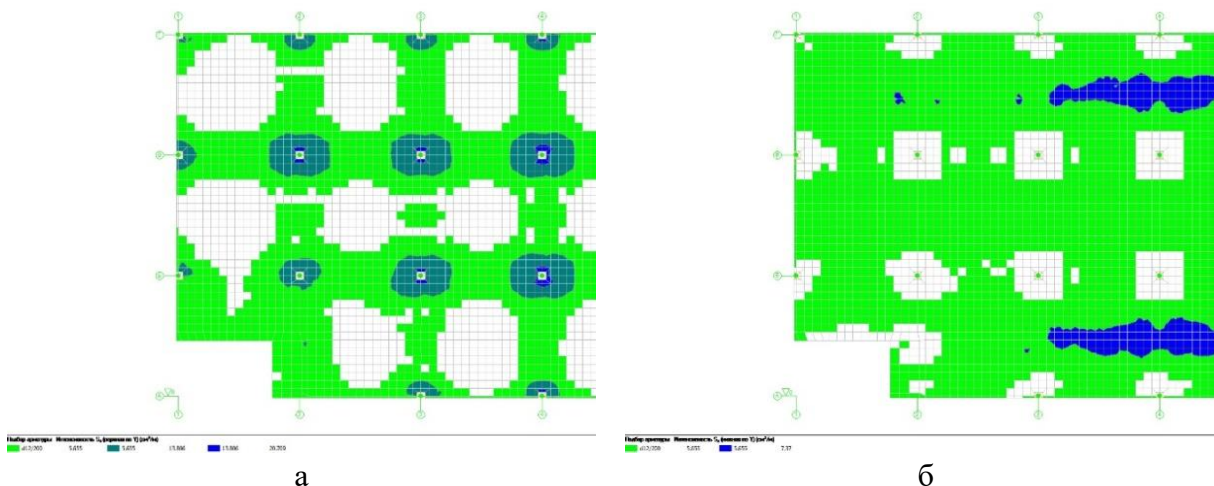


Рис. 3. Изополя армирования по оси Y: а – нижнего; б – верхнего

По результатам расчета установлено необходимое количество материалов и изделий для возведения данного типа перекрытия: 8,49 кг арматуры и 54,93 м³ бетона [4, 5]. Общая масса перекрытия составляет 180,3 т.

Общий расход материалов и изделий, необходимых для устройства каждого типа перекрытия, а также общая масса каждого перекрытия представлены в таблице.

Для сравнения типов перекрытий с экономической точки зрения был произведен локальный сметный расчет. Расчет составлен базисно-индексным методом в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на 1-й квартал 2020 г. по НБ ТСНБ 2001 Тверской области, утвержденной приказом Министерства строительства Российской Федерации от 05.05.2015 № 337/пр. Также для определения стоимости отдельных позиций используется метод анализа конъюнктуры рынка – мониторинг.

Общий расход материалов и изделий

Тип перекрытия	Составляющие	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Монолитное	Материалы	Бетон В25 W150 F4	м ³	95,8
	Изделия арматурные	A240	кг	873,1
		A500С	кг	12 525
	Изделия закладные	C235, δ = 12 мм	кг	11,30
A500С		кг	4,32	
	Материалы	Бетон В25 W150 F4	м ³	57,93

Тип перекрытия	Составляющие	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Сборно-монолитное	Сборные элементы	Балка RS136	шт.	209
		Элемент заполнения Rectorlight 16	шт.	480
		Заглушка ОБТ Rectorlight 16	шт.	194
	Изделия арматурные	A240	кг	1 216,4
		A500С	кг	6 468,6
		B500	кг	801,5
	Изделия закладные	C235, $\delta = 12$ мм	кг	8,3
		A500С	кг	2,16

Основные показатели для каждого типа перекрытия, подлежащие сравнению, представлены в виде диаграмм на рис. 4.

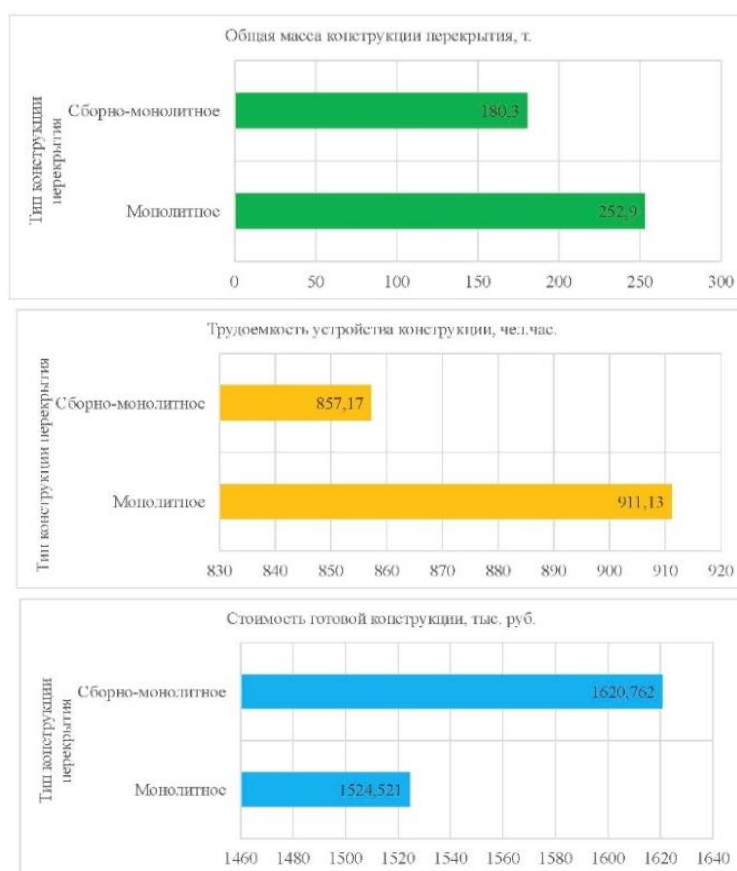


Рис. 4. Диаграммы сравнительного анализа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализировав полученные данные, можно утверждать, что в данном случае выгодным вариантом с точки зрения массы и трудозатрат является сборно-монолитное перекрытие. Его общая масса составляет 180,3 т, трудоемкость – 857,17 чел.-ч, но на 29 % легче и на 6 % менее трудоемкое, чем монолитное перекрытие, общая масса которого составляет 252,9 т, а трудоемкость – 911,13 чел.-ч.

В ценовом отношении монолитное перекрытие на 6 % экономичнее, чем сборно-монолитное: стоимость его возведения составляет 1 542 521,0 руб, в то время как устройство сборно-монолитного перекрытия обойдется в 1 620 762,0 руб.

Таким образом, несмотря на относительно высокую стоимость, сборно-монолитное перекрытие станет хорошим выбором при новом строительстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство для проектировщика системы перекрытий RECTORLIGHT. М., 2009. 32 с.
2. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с изменениями № 1, 2): утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. № 891/пр: дата введения 4 июня 2017 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456044318/> (дата обращения: 15.08.2020).
3. СП 52-103-2003. Железобетонные монолитные конструкции зданий: дата введения 25 декабря 2003 г. М.: ГУП «НИИЖБ», ФГУП ЦПП, 2004. 22 с.
4. Пособие по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона (к СП 52-102-2004): дата введения 1 января 2005 г. М.: ОАО ЦНИИПромзданий, 2005. 160 с.
5. СП 337.1325800.2017. Конструкции железобетонные сборно-монолитные. Правила проектирования: утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2017 г. № 1662/пр: дата введения 14 июня 2018 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/557350526> (дата обращения: 15.08.2020).
6. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с изменением № 1): утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 декабря 2018 г. № 832/пр: дата введения 20 июня 2019 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/554403082> (дата обращения: 15.08.2020).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

БРОВКИН Андрей Викторович – доцент кафедры конструкций и сооружений, инженерно-строительный факультет, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22. E-mail: a.brovkin82@gmail.com

ЦЫБИНА Раиса Захаровна – ст. преподаватель кафедры конструкций и сооружений, инженерно-строительный факультет, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22. E-mail: zubina-rz@mail.ru

КРИВОХИЖИНА Альбина Владимировна – магистр кафедры конструкций и сооружений, инженерно-строительный факультет, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22. E-mail: kozrog3538@mail.ru

БАРКАЯ Темур Рауфович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22. E-mail: btrs@list.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Бровкин А.В., Цыбина Р.З., Кривохижина А.В., Баркая Т.Р. Сравнительный анализ эффективности применения сборно-монолитных перекрытий в условиях нового строительства // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2020. № 4 (8). С. 26–32.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF PREFABRICATED MONOLITHIC OVERLAPS IN THE CONDITIONS OF NEW CONSTRUCTION

A.V. Brovkin, R.S. Tsybina, A.V. Krivozhina, T.R. Barkaya
Tver State Technical University (Tver)

Abstract. This article provides a comparative analysis of the effectiveness of the use of prefabricated monolithic overlaps in the conditions of new construction, due to the problem in the construction industry of the economic efficiency of the applied structures of slabs Rectorlight of floors.

Keywords: prefabricated monolithic overlap, monolithic overlap, calculation, efficiency, new construction.

REFERENCES

1. Rector's Guide to the Block System Designer. M., 2009. 32 p.
2. SP 20.13330.2016. Loads and impacts. The updated version of the SNIP 2.01.07-85 (with changes № 1, 2): approved and put into effect by the order of the Ministry of Construction and Housing and Utilities of the Russian Federation of December 3, 2016 № 891/p.: the date of introduction of June 4, 2017. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456044318/> (date of access: 15.08.2020).
3. SP 52-101-2003 Concrete and reinforced concrete structures without prior rebar fixtures: introduction date of December 25, 2003. M.: NIIB, FGUP CPP, 2004. 22 p.
4. Manual for the design of pre-stressed reinforced concrete structures made of heavy concrete (to SP 52-102-2004): introduction date of January 1, 2005. M.: CNII Promzdations, 2005. 160 p.
5. SP 337.1325800.2017. Constructions reinforced concrete prefabricated monolithic. Design rules: Approved and put into effect by the order of the Ministry of Construction and Housing and Utilities of the Russian Federation of December 13, 2017 № 1662/p: the date of introduction of June 14, 2018. URL: <http://docs.cntd.ru/document/557350526> (date of access: 15.08.2020).
6. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures. Key provisions. SNIP 52-01-2003 (change № 1): approved and put into effect: Order of the Ministry of Construction and Housing and Utilities of the Russian Federation dated of December 19, 2018 № 832/p: date of introduction of June 20, 2019. URL: <http://docs.cntd.ru/document/554403082> (date of access: 15.08.2020).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

BROVKIN Andrey Victorovich – Associate Professor of the Department of Structures and Constructions, Tver State Technical University, 22, embankment of Af. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: a.brovkin82@gmail.com

TSYBINA Raisa Zakharovna – Lecturer of the Department of Structures and Constructions, Tver State Technical University, 22, embankment of Af. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: zubina-rz@mail.ru

KRIVOHIZHINA Albina Vladimirovna – Master of the Department of Structures and Constructions, Tver State Technical University, 22, embankment of Af. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: kozerog3538@mail.ru

BARKEYA Temur Raufovich – Candidate of Engineering Sciences, Head of the Department of Structures and Constructions, Tver State Technical University, 22, embankment of Af. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: btrs@list.ru

CITATION FOR AN ARTICLE

Brovkin A.V., Tsybina R.S., Krivozhina A.V., Barkaya T.R. Comparative analysis of the effectiveness of prefabricated monolithic overlaps in the conditions of new construction // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2020. No. 4 (8), pp. 26–32.