

УДК 624.016

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОРЕБРИСТЫХ
СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ
В СОВРЕМЕННОМ ДОМОСТРОЕНИИ***А.В. Левиков**Тверской государственной технической университет (г. Тверь)*

© Левиков А.В., 2022

Аннотация. Рассмотрены основные достоинства и недостатки технологии применения сборно-монолитных перекрытий в современном домостроении. Проведено сравнение этой технологии со сборными пустотными плитами перекрытия и сплошными монолитными плитами. Особое внимание уделено основной проблеме указанного типа перекрытий – крайне низкой распределительной способности нагрузок поперек пролета. Проанализирован результат расчета распределительной способности нагрузки различных схем расположения ребер, армопоясов, раскрепляющей балки на сосредоточенную нагрузку. Даны рекомендации по целесообразному применению часторебристых сборно-монолитных перекрытий в домостроении.

Ключевые слова: часторебристые сборно-монолитные перекрытия, пустотелые блоки, ребро жесткости.

DOI: 10.46573/2658-7459-2022-3-26-32

Первое упоминание о сборно-монолитных ребристых перекрытиях датируется 1931 годом: оно встречается в книге «Железобетон. Его расчет и проектирование» профессора Венского политехнического института Р. Залигера. Он предложил в качестве пустотообразователя применять тростниковые коробки и деревянные планки. Затем академик К.В. Сахновский в учебнике 1939 года «Железобетонные конструкции» рекомендовал использовать в перекрытиях бетонные пустотелые камни (блоки), которые были прообразом современных монолитных ребристых конструкций. Спустя порядка 40 лет описанная технология нашла широкое применение в странах Европы. С 2008 года ее внедряют на территории России, причем используют все разновидности (от полностью монолитного часторебристого перекрытия с пустотообразователями в виде ячеистых блоков до сборно-монолитных перекрытий заводского комплекта поставки, в которых в качестве опалубки выступают и пустотообразователи специальных заводских балок, и пустотелые бетонные блоки (рис. 1)).

Современное часторебристое сборно-монолитное перекрытие представляет собой несъемную опалубку монолитного бетонного ребристого перекрытия, содержащую балки, уложенные на опорные поверхности, с основанием, выполненным на базе бетонного бруска заводского изготовления (или без бруска). На основании зафиксирован арматурный каркас. Опалубка также содержит пустотные бетонные блоки заводского изготовления или пустотообразователи в виде ячеистого бетона, керамического блока и другие, после установления которых образуется сплошная поверхность между соседними балками, выполненными в виде полок. Эти полки крепятся с внешней стороны основания (рис. 2).

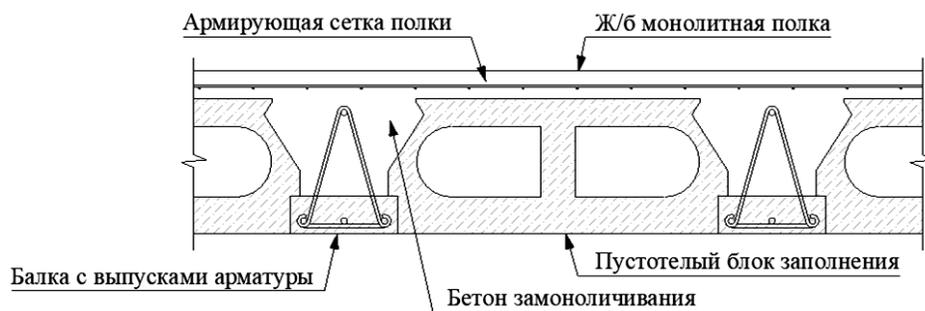


Рис. 1. Поперечное сечение монолитного часторёбристого перекрытия, сделанного с использованием заводских элементов



Рис. 2. Общий вид процесса монтажа часторёбристого сборно-монолитного перекрытия без заводских элементов

За 14 лет эксплуатации технология отечественного производства сборно-монолитного перекрытия претерпела ряд изменений, благодаря которым удалось адаптировать конструкции к номенклатуре местного строительного рынка, снизить вес конструкций, уменьшить стоимость готового перекрытия. Например, в 2012 году в балке заводского изготовления несъемная железобетонная нижняя опалубка (бетонный брусок) была заменена на П-образный тонкостенный профиль, имеющий полки, выполненные на стенках профиля с внешней стороны с возможностью установки на них элементов опалубки [2]. В 2013 году пустообразователи были заменены на тонкостенные вкладыши с поперечным сечением арочной формы [3].

К основным достоинствам сборно-монолитного часторебристого перекрытия, которых нет у сборных пустотных плит, относят:

малый вес (на 15–25 % легче, чем железобетонные изделия марки ПК);

возможность создавать консольные вылеты;

отсутствие потребности в применении мощных подъемно-транспортных машин и механизмов [1].

Целевыми объектами применения часторебристых монолитных перекрытий являются здания жилых домов, административных и общественных зданий, школ, больниц, то есть здания, в которых отсутствуют значимые сосредоточенные нагрузки от оборудования и подвижных грузов. Подобные ограничения связаны с основной нерешенной проблемой часторебристого монолитного перекрытия: оно обладает крайне низкой распределительной способностью нагрузок поперек пролета (только за счет полки), в отличие от сборных железобетонных пустотных плит перекрытия или от сплошных монолитных плит, в которых рабочая арматура располагается в продольном и поперечном направлениях.

Актуальность проблемы применения часторебристых перекрытий обусловлена необходимостью разместить на перекрытии оборудование (станки, производственную машину), особые предметы интерьера (бильярдный стол, аквариум), опереть лестницу и др. Для решения этой проблемы требуется знать долю нагрузки, которая прилагается к целевому нагруженному ребру. Нужно также знать, какая часть нагрузки перераспределится на соседние элементы.

С целью выявления степени перераспределения нагрузки за счет полки был выполнен расчет в программном комплексе SCAD нескольких вариантов конструктивных схем. Ребра монолитного перекрытия приняты сечением 250 мм в высоту и 150 мм в ширину, высота полки – 50 мм. Расчет линейный. Схемы замоделированы пластинчатыми элементами. Приложена точечная нагрузка величиной 2 т в центре перекрытия. Точной жесткостью элементов пренебрегли: она подобрана таким образом, чтобы наглядно показать характер прогибов и характер распределения нагрузки. В связи с вышеизложенным расчет носит ознакомительный характер и в реальных условиях проектирования требует уточнения всех исходных данных и условий работы. Расчетная схема показана на рис. 3, схема сечения фрагмента часторебристого перекрытия – на рис. 4. Результаты расчета представлены в таблице.

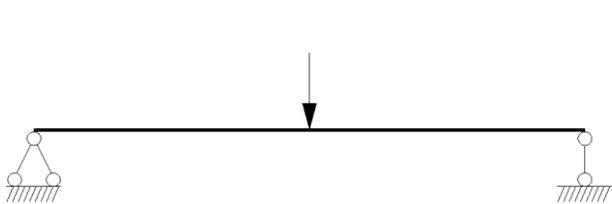


Рис. 3. Расчетная схема

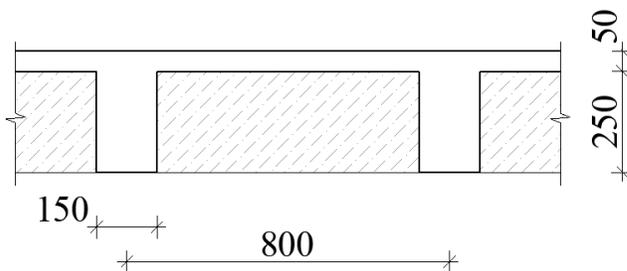
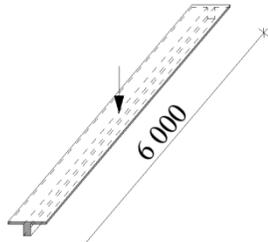
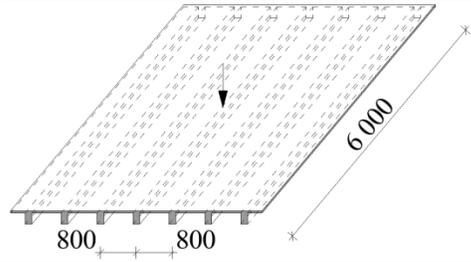
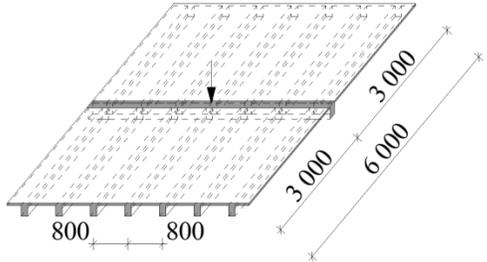
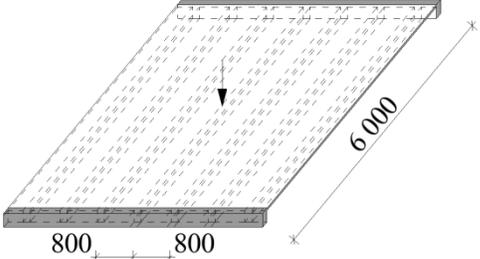
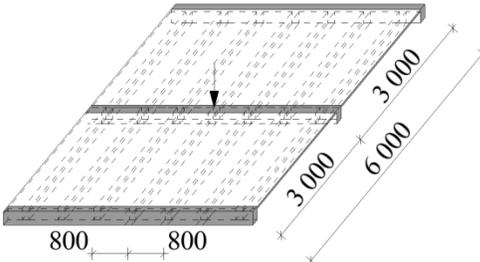


Рис. 4. Схема поперечного сечения фрагмента часторебристого перекрытия

Результаты расчета прогибов целевого нагруженного ребра и соседних ребер при заданных схемах

Фрагмент часторебристого перекрытия с нагружением на центральную балку	Графическая схема фрагмента часторебристого перекрытия	Прогиб центральной балки, мм	Прогиб соседних балок на удалении, мм, от центральной балки	
			800	1 600
1	2	3	4	5
Изолированная тавровая балка		48	—	—
Балочное перекрытие с неразрезной полкой		25	9	1
Балочное перекрытие с неразрезной полкой и центральным ребром жесткости		9	8	5

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
Балочное перекрытие с неразрезной полкой и армопоясом над опорами		16	7	3
Балочное перекрытие с неразрезной полкой, с центральным ребром жесткости и армопоясом над опорами		5	4	3

Проанализируем результаты расчета. В первой схеме была найдена изолированная тавровая балка с прогибом около 48 мм. Все последующие результаты будем сравнивать с этим значением прогиба.

Во второй расчетной схеме ребра расположены равномерно с шагом 800 мм. Результат прогиба получился на 50 % меньше, чем в изолированной тавровой балке за счет перераспределения нагрузки на соседние ребра. Причем только 25 % нагрузки перераспределилось на соседнее ребро с удалением на 800 мм и около 2 % на ребро с удалением на 1 600 мм. Это наглядно показывает низкую степень перераспределения нагрузки через полку перекрытия.

В четвертую расчетную схему были добавлены армопояса, опертые на стену. Данное решение значительно улучшило условия работы расчетной схемы, так как снизился прогиб центральной балки на 36 % по сравнению со вторым вариантом и улучшилось перераспределение нагрузки на соседние ребра с удалением на 1 600 мм до 11 %. В итоге доля перераспределенной нагрузки с центрального ребра составляет около 46 %. Именно такая схема является классической в современном домостроении. Подобный результат крайне ограничивает применение часторебристых перекрытий при значительных сосредоточенных и динамических нагрузках.

В третьей и пятой расчетных схемах было добавлено дополнительное перпендикулярное центральной балке ребро жесткости, которое значительно улучшает показатели прогиба и характер перераспределения приложенной нагрузки. На практике подобное решение с дополнительными ребрами жесткости увеличивает вес перекрытия, повышает сложность вязки рабочей арматуры и закладных деталей и, как следствие, нивелирует преимущества часторебристого перекрытия перед сборными железобетонными плитами заводского производства.

Помимо крайне низкого распределения нагрузок поперек пролета, часторебристые перекрытия описанной технологии позволяют перекрывать пролеты до 9 м, причем на 9-метровом пролете общая высота несущей части перекрытия с полкой достигает порядка 400 мм и используется рабочая арматура диаметром 22–25 мм [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам расчета распределительной способности нагрузок часторебристого перекрытия, выявления ограничений по длине перекрываемого пролета и сравнения указанных перекрытий со сборными пустотными плитами перекрытия и сплошными монолитными плитами можно констатировать, что применение часторебристых сборно-монолитных перекрытий в возводимых зданиях нецелесообразно. Основные достоинства подобных перекрытий, а именно возможность создавать консольные вылеты и отсутствие потребности в использовании мощных подъемно-транспортных машин и механизмов, могут быть в равной мере применены при реконструкции существующей застройки, где использование часторебристых сборно-монолитных перекрытий позволит с минимальными временными и экономическими затратами на разборку и сборку сохранившихся конструкций произвести замену перекрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щербач А.В., Сас С.А. Часторебристые сборно-монолитные перекрытия. Особенности расчета и проектирования // *Проблемы современного бетона и железобетона: Сборник научных трудов* / редкол.: О.Н. Лешкевич [и др.]. Минск: Ин-т БелНИИС. 2015. Вып. 7. С. 229–243.
2. Патент РФ 123042. *Элемент монолитного бетонного перекрытия* / Мартынюк В.В. Заявл. 22.02.2013. Оpubл. 10.08.2013. Бюл. № 22.
3. Патент РФ 138832. *Несъемная опалубка монолитного бетонного ребристого перекрытия* / Мартынюк В.В., Мартынюк М.В. Заявл. 26.08.2013. Оpubл. 27.03.2014. Бюл. № 9.
4. СТО-33051099.001-2015. *Типовые решения в конструкциях каркасно-балочных сборно-монолитных перекрытий МАРКО с блоками из газобетона*. Держинск. 2016. 61 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

ЛЕВИКОВ Александр Валерьевич – кандидат философских наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: leviksa@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Левиков А.В. Особенности применения часторебристых сборно-монолитных перекрытий в современном домостроении // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии»*. 2022. № 3 (15). С. 26–32.

FEATURES OF APPLICATION OF FREQUENTLY RIBBED PREFABRICATED-MONOLITHIC FLOORS IN MODERN HOUSE-BUILDING

A.V. Levikov

Tver State Technical University (Tver)

Abstract. The article discusses the main advantages and disadvantages of the technology of using precast-monolithic floors in modern housing construction in comparison with prefabricated hollow-core floor slabs and solid monolithic slabs. Particular attention is paid to the main problem of this type of floors – the extremely low distribution capacity of loads across the span. The result of the calculation of the distribution capacity of the load of various arrangements of ribs, armored belts, unfastening beams for a concentrated load is presented and analyzed. Recommendations are given on the expedient field of application of often-ribbed prefabricated monolithic ceilings in housing construction.

Keywords: often ribbed prefabricated monolithic ceilings, hollow blocks, stiffener.

REFERENCES

1. Shcherbach A., Sas S. Composite multi-ribbed slabs. Design peculiarities. *Problems of modern concrete and reinforced concrete: Collection of scientific papers* / editorial board: O.N. Leshkevich [et al.]. Minsk: Inst. BelNIIS. 2015. Iss. 7, pp. 229–243. (In Belarus).
2. Patent RF 123042. *Element monolitnogo betonogo perekrytiya* [Monolithic concrete floor element]. Martynyuk V.V. Declared 22.02.2013. Published 10.08.2013. Bulletin No. 22. (In Russian).
3. Patent RF 138832. *Nes'yemnaya opalubka monolitnogo betonogo rebristogo perekrytiya* [Fixed formwork of a monolithic concrete ribbed slab]. Martynyuk V.V., Martynyuk M.V. Declared 26.08.2013. Published 27.03.2014. Bulletin No. 9. (In Russian).
4. STO-33051099.001-2015. *Tipovyye resheniya v konstruktsiyakh karkasno-balochnykh sborno-monolitnykh perekrytiy MARKO s blokami iz gazobetona* [Standard solutions in the construction of frame-beam prefabricated monolithic floors MARKO with blocks of aerated concrete]. Dzhherzhinsk. 2016. 61 p.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

LEVIKOV Alexander Valeryevich – Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, FSBEI HE «Tver State Technical University», 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: leviksa@mail.ru

CITATION FOR AN ARTICLE

Levikov A.V. Features of application of frequently ribbed prefabricated-monolithic floors in modern house-building // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2022. No. 3 (15), pp. 26–32.