

Системы сборно-монолитных перекрытий

Е.С. Недвига^{1*}, Н.А. Виноградова²

¹⁻² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье	История	Ключевые слова
УДК 69.07	Подана в редакцию 3 апреля 2016	сборно-монолитные перекрытия; элементы конструкций; эффективность; энергоэффективность; анализ;

АННОТАЦИЯ

В статье представлен анализ сборно-монолитных перекрытий (СМП) различных производителей, получивших наиболее широкое распространение в России и в мире. Задача снижения веса строительных конструкций при сохранении несущей способности является актуальной в современном строительстве. Системы сборно-монолитного строительства соответствуют современным тенденциям, но требуют особого внимания и изучения. В статье представлен анализ преимуществ и недостатков конструкций сборно-монолитных перекрытий, выявлены и обозначены проблемы использования, которые требуют дальнейшего детального изучения, для обеспечения обоснованного применения конструкций СМП при возведении зданий и сооружений.

Содержание

1.	Введение	88
2.	Виды железобетонных перекрытий	88
3.	Монолитные перекрытия	88
4.	Сборные перекрытия	88
5.	Виды плит перекрытия	88
6.	Сборно-монолитные перекрытия (СМП)	89
7.	Системы сборно-монолитных перекрытий	91
8.	Заключение	96

Контактный автор:

1*. +7(911)2520035, nck@bk.ru (Недвига Екатерина Сергеевна, аспирант)

2. +79215622768, natasha-vinograd@mail.ru (Виноградова Наталья Анатольевна, аспирант)

1. Введение

Снижение веса строительных конструкций становится все актуальнее при проектировании. Уменьшение расхода строительных материалов при сохранении несущей способности конструкций обеспечивает существенный экономический эффект.

В нашей стране в практике проектирования и строительства сборных и монолитных зданий наиболее широкое распространение получили стеновые, каркасные, каркасно-стеновые и каркасно-ствольные конструктивные системы [1].

Применение тяжелого бетона для возведения несущих железобетонных конструкций, широкое использование стеновых конструктивных систем привело к увеличению массы, как отдельных конструкций, так и зданий в целом. Первой попыткой решить данный вопрос стало появление пустотных сборных плит. Такие плиты значительно легче, чем сплошные сборные и монолитные перекрытия.

Следующим этапом решения вопроса по облегчению конструкций стало использование сборно-монолитных перекрытий. При проектировании данных конструкций были учтены плюсы и минусы монолитных и сборных плоских перекрытий.

Доля сборно-монолитных конструкций для перекрытий в странах Евросоюза по разным оценкам составляет от 20% до 35%. В нашей же стране до 2008 года такие перекрытия не применялись вовсе. В то время как такие конструкции имеют меньший удельный вес, более высокие показатели по теплозащите и звукоизоляции, не требуют трудоемкого технологического процесса съемной опалубки, а также использования специальной грузоподъемной техники и других дополнительных затрат [4].

2. Виды железобетонных перекрытий

Железобетонные плоские перекрытия – наиболее распространенные конструкции, применяемые в строительстве зданий. По технологии возведения такие перекрытия подразделяются на монолитные, сборные и сборно-монолитные.

3. Монолитные перекрытия

Монолитное строительство – технология возведения железобетонных конструкций непосредственно на строительной площадке без устройства конструктивных стыковочных швов. Монолитные железобетонные перекрытия относятся к категории наиболее надежных и универсальных конструкций.

К достоинствам монолитных перекрытий относят также их долговечность, высокую жесткость, возможность образования изделий необходимой формы, огнестойкость, использование местных материалов, экономию стали [3]. К недостаткам – большой собственный вес, необходимость устройства лесов и опалубки, высокую трудоемкость возведения, которая не соответствует современным тенденциям в строительстве. Кроме того, монолитное строительство зависит от климатических и погодных условий. Так, изготовление ж/б конструкций при температурах ниже +5°C сильно удорожает процесс, поскольку требует применения различных способов прогрева и (или) противоморозных добавок. Это обуславливает необходимость создания других типов конструкций перекрытий.

4. Сборные перекрытия

Сборным железобетонным перекрытием называют перекрытие, которое изготавливается из уже готовых железобетонных плит. Плиты производят на специализированных заводах с применением бетона классов не ниже В15 и стальной арматуры (с предварительным напряжением либо без предварительного напряжения).

Значимым преимуществом такого вида перекрытия выступает тот факт, что максимальные нагрузки на плиты уже учтены при их производстве и нет необходимости рассчитывать плиты на несущую способность. Процесс их проектирования сводится к подбору из каталогов типовых железобетонных изделий нужных конструкций в зависимости от величины пролета и возможных нагрузок [27].

5. Виды плит перекрытия

Наиболее распространенными типами сборных плит (рис.1) являются:

Полнотелые – сплошные ж/б плиты перекрытия без пустот. Форма - ровная прямоугольная, толщина варьируется от 100 до 160 мм.

Пустотелые – плиты перекрытия, в теле которых предусмотрены круглые, квадратные, овальные пустоты, размещенные вдоль изделия [7]. Чаще всего применяются плиты толщиной 220 мм с диаметром

отверстий 140 и 160 мм. Производятся также пустотные железобетонные плиты толщиной 160, 260 и 300 мм.

Ребристые – ж/б плиты, усиленные ребрами жесткости. Такие плиты обладают повышенной несущей способностью и зачастую применяются при строительстве торговых центров и производственных зданий.



Рис. 1. Наиболее распространенные типы сборных плит: полнотелые, пустотелые и ребристые

Преимуществами использования сборных железобетонных перекрытий по сравнению с монолитными являются [8]:

- повышение тепло- и звукоизоляционных характеристик при использовании пустотных сборных плит;
- высокая скорость монтажа конструкций;
- независимость от погодных условий при монтаже.

Процесс возведения сборных железобетонных конструкций на строительной площадке проще монолитных, но требует использования специального грузоподъемного оборудования. Кроме того, вес таких конструкций является значительным, и вопрос поиска более легких конструктивных решений с сохранением минимальных трудозатрат остается актуальным [2].

6. Сборно-монолитные перекрытия (СМП)

Более легкими конструкциями перекрытий являются сборно-монолитные, как сочетающие в себе основные преимущества монолитных и сборных.

Сборно-монолитные перекрытия состоят из легких балок, блоков заполнения (различного материала, формы и веса), а также из монолитного бетона, укладываемого на строительной площадке. Балки располагаются с частым шагом, а пространство между балок заполняется легкими бетонными блоками. Затем поверх всей конструкции устраивается верхний слой бетона [18].

В основном применяются два способа изготовления сборно-монолитных перекрытий. В первом случае (рис.2 – а, б) монтируются балки с широким тавром в нижней зоне или балки с заполнением плоскими плитами между ними. Затем по этим балкам укладывается арматурная сетка и производится бетонирование всей конструкции до необходимой высоты. Такие перекрытия являются первыми в развитии конструкции такого типа и, несмотря на нетрудоемкий процесс возведения, при их устройстве используют тяжелые бетонные смеси, и вес конструкций не отличается от веса монолитных перекрытий такой же толщины [5, 6, 9].

Во втором случае (рис.2 – в, г, д) несущие балки предварительно изготавливаются на неполную высоту с вертикальными выпусками арматуры. Между балками укладываются легкие пустотные блоки заполнения. Далее поверх собранных элементов монтируется арматурная сетка и производится укладка бетона. При необходимости рабочая арматура может устанавливаться также поверх полок заполнения [19, 20].

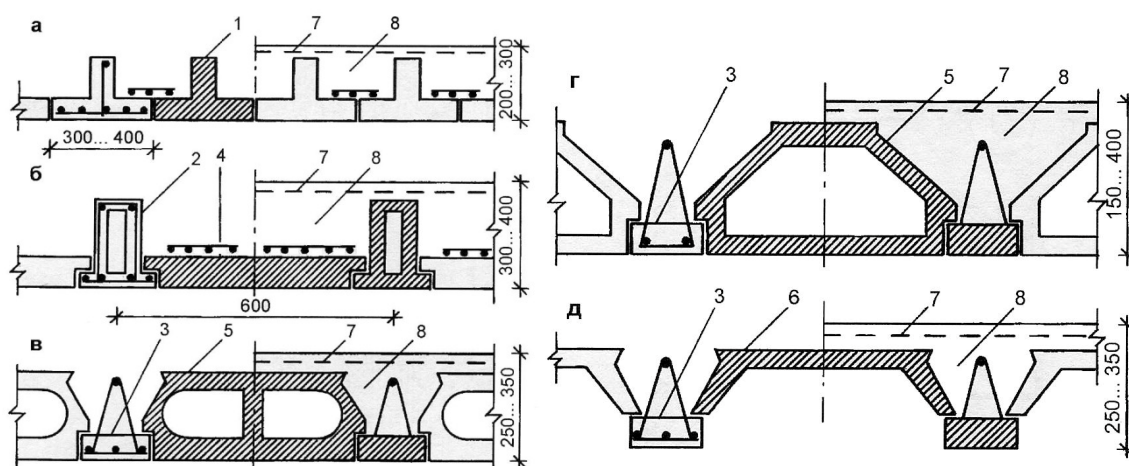


Рис.2.Сборно-монолитные перекрытия:

а – с железобетонными балками таврового сечения; б – с пустотными балками; в, г, д – с балками с выпусками арматуры; 1 – тавровая балка; 2 – балка с нижними опорными полками; 3 – балка с выпусками арматуры; 4 – дополнительная рабочая арматура; 5 – пустотный блок заполнения; 6 – ребристая плита заполнения; 7 – арматурная сетка; 8 – бетон омоноличивания.

Такой тип перекрытия обладает достоинствами как сборного, так и монолитного вариантов: экономный расход бетона, отсутствие опалубки для бетонирования перекрытия, применение предварительно напряженных балок в нижней зоне конструкции, а также возможность получения из монолитного бетона гладкой высококачественной поверхности перекрытия, готовой для устройства чистых полов [5, 6, 9].

В таблице 1 представлены результаты сравнительного анализа монолитных, сборных и сборно-монолитных перекрытий.

Таблица 1. Сравнение типов плоских перекрытий

Параметр	Тип перекрытия		
	монолитное	сборное	сборно-монолитное
Использование опалубки	да	При нестандартной (не прямоугольной) геометрии	нет
Максимальный пролет	до 8 м	до 12 м	до 12 м
Основные этапы возведения	1.Монтаж опалубки 2.Армирование 3.Установка закладных деталей 4.Бетонирование 5.Демонтаж опалубки	1.Устройство монолитных опорных поясов (опалубка, арм-е, бетонирование) 2.Доставка сборных плит 3.Монтаж плит при помощи крана 4.Заделка швов 5.Устройство эркеров и недоборов (опалубка, арм-е, бетонирование) 6.Демонтаж опалубки 7.Устройство стяжки	1.Монтаж балок 2.Установка подпорных стоек 3.Укладка блоков 4.Армирование монолитных участков 5.Бетонирование 6.Демонтаж подпорных стоек
Использование кранового оборудования	нет	есть	нет

Среднее значение веса перекрытия, кг/м ²	430	320	260
Теплоизоляция	низкая	средняя	высокая
Допустимая нагрузка, кгс/м ²	до 800	до 1200	до 1000
Возможность устройства перекрытий сложных форм	да	нет	да

Возможности вариаций конструкций несущих балок и использования различных типов легких заполнителей обусловили появление на мировом рынке подобных перекрытий нескольких компаний. Наиболее известные в России и в Европе: «Teriva» - Польша; «Porotherm» - Австрия; «Rectolight» - Франция; «YTONG» - Швеция; «Марко» - Россия.

7. Системы сборно-монолитных перекрытий

Перекрытия по серии ИЖ 670

Серия ИЖ 670 «Сборно-монолитные перекрытия. Опытные изделия» была издана в 2002 г. (г. Москва). Элементы конструкции для сборно-монолитных перекрытий серии ИЖ 670 производятся промышленным образом из бетонов, изготовленных из жестких бетонных смесей. Перекрытие состоит из балок, изготовленных из предварительно напряженного бетона, многпустотных ж/б блоков заполнения, монолитного армированного бетона [12, 23].

Согласно серии ИЖ 670 при необходимости значительного увеличения несущей способности конструкции, балки проектируются сдвоенными, как показано на рис.3.

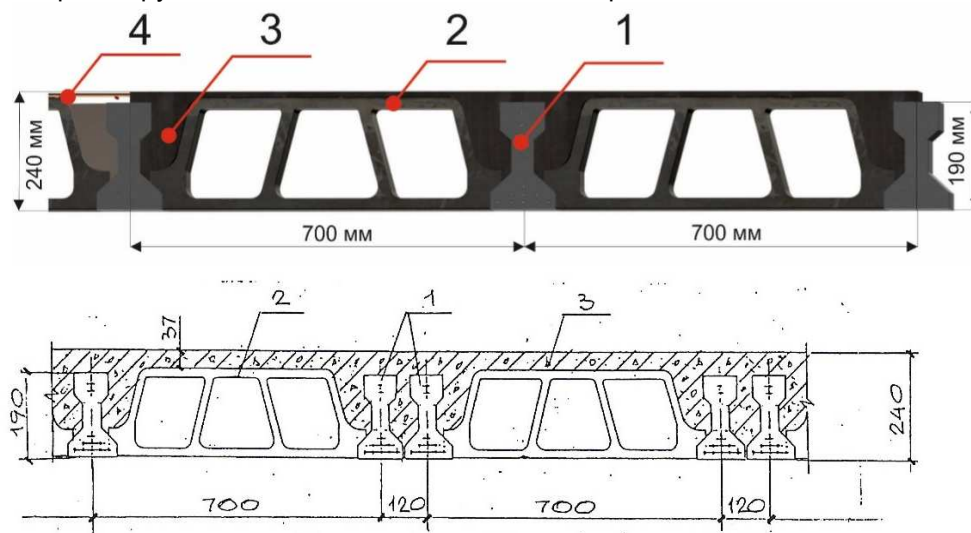


Рис. 3. Конструкция СМП по серии ИЖ 670:

1 - балка преднапряженная (бетон В35); 2 – блок многпустотный (бетон В15); 3 – монолитный бетон В15;
4 – арматурная сетка

Основные параметры конструкции перекрытий ИЖ 670:

- длина балок – от 3,0 до 6,0 м;
- шаг балок стандартный – 0,7 м, при сдвоенном расположении балок - 0,82 м;
- толщина бетонного слоя – 3,7 см;
- общая толщина перекрытия – 0,24 м;
- погонный вес балок – 36 кг/м;
- удельный вес блоков заполнения – 115 кг/м²;
- вес готового перекрытия – 330 кг/м²; при сдвоенном расположении балок – 365 кг/м²;

- максимальная несущая способность - 600 кг/м² при пролете 6 м, при сдвоенном расположении балок - 900 кг/м² и пролете 6 м.

Данный тип перекрытий, в отличие от остальных, имеет значительную несущую способность и высокую жесткость за счет совместной работы железобетонных предварительно напряжённых балок и железобетонных блоков заполнения.

Перекрытия Porotherm

Система перекрытий Porotherm выпускается компанией Wienerberger. Компания является крупнейшим производителем керамики в мире. В компании работает около 12 тыс. сотрудников в Европе, США, Канаде и Индии.

Перекрытия Porotherm состоят из керамически-железобетонных балок и керамических пустотелых блоков. Балки выполнены из керамических фасонных изделий, наполненных бетоном, с соответствующим армированием [13]. Компания выпускает две системы (рис.4).

1. С бетонным покрытием (монолитным бетоном толщиной от 4 до 6 см поверх керамического заполнения);
2. Без бетонного покрытия (монолитным бетоном заполняется только область балок).

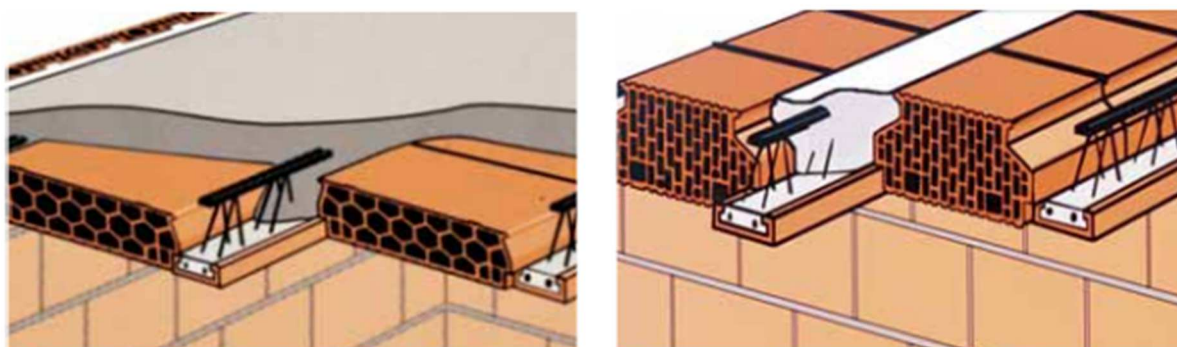


Рис. 4. Конструкции СМП Porotherm

Особенность второго варианта заключается в том, что более высокая доля присутствия керамики способствует более комфортному микроклимату помещений. Кроме того, в связи с отсутствием бетонного покрытия уменьшается расход арматуры.

Основные параметры конструкции перекрытий Porotherm:

- длина балок – 1,75 - 8,25 м;
- стандартный шаг балок – 500 мм или 625 мм;
- толщина бетонного слоя (минимальная) – от 0 до 4 см (в исключительных случаях - 6 см);
- общая толщина перекрытия (в зависимости от пролета и нагрузки) – от 190 до 290 мм;
- вес заполнителя – от 60 до 160 кг/м²;
- вес балок – 14-18 кг/пог.м;
- вес готового перекрытия – 260-400кг/м²;
- максимальная несущая способность по нагрузке - 500 кг/м².

Основным отличием системы Porotherm является применение пористой керамики с её хорошо известными преимуществами. Не уступая в значениях показателей по техническим характеристикам, блоки из пористой керамики наиболее экологичны, так как состоят из обожженной глины, полностью экологически чистого материала.

Перекрытия TERIVA

Teriva – первые сборно-монолитные перекрытия в Польше, которые в настоящий момент нашли широкое применение в Европе и в России.

Данный вид СМП представляет собой железобетонное балочно-блочное перекрытие. Конструкция такого перекрытия состоит из решетчатых балок, бетонно-керамических блоков и строительного бетона класса не ниже B15 (рис.5).



Рис. 5. Конструкция СМП TERIVA

В качестве заполнителя используются пустотелые блоки из керамзитобетона. Размеры блоков составляют 210;260;300(н)х240х320мм, 210;260;300(н)х240х520мм.

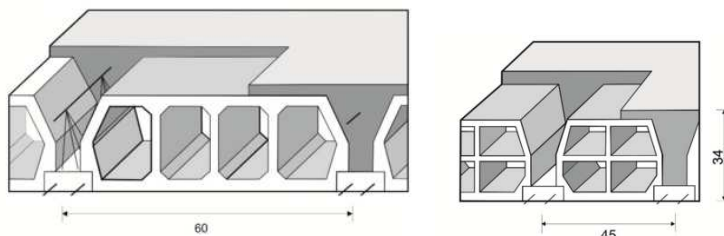


Рис. 6. Блоки заполнения в системе СМП TERIVA

Легкие железобетонные балки состоят из арматурного каркаса и ж/б плоского основания балки толщиной 40 мм.

Для сборных балок применяют тяжелый мелкозернистый бетон класса по прочности на сжатие не ниже В25 [14]. Высота каркаса балки варьируется от 70 мм до 300 мм.

Основные параметры конструкции перекрытий TERIVA:

- длина балок – от 1,2 до 8,6 м;
- стандартный шаг балок – 0,45 м; 0,6 м (вид перекрытия с шагом 0,45 м и 0,6 м изображён на рис.6);
- толщина бетонного слоя – 3 см;
- общая толщина перекрытия 0,24-0,34 м;
- удельный вес блоков заполнения – 113 кг/м²;
- погонный вес балок – 12 кг/м;
- вес готового перекрытия – 260 кг/м²;
- максимальная несущая способность – 400 кг/м² при пролете 6 м.

При устройстве перекрытия Teriva применяется широкая размерная линейка блоков заполнения, что способствует эффективной работе конструкции и, как следствие, обуславливает оптимальный расход материалов.

Перекрытия YTONG

Ytong - шведская торговая марка-производитель, основным направлением которой с 30 гг. XX в. является выпуск газобетонных изделий. В 2002 году компания Ytong и немецкая компания Hebel были объединены в транснациональную производственную группу XellaBaustoffeGmbH. Сейчас XellaBaustoffeGmbH – один из крупнейших производителей и поставщиков сырья и строительных материалов на мировом рынке.

Сборно-монолитные перекрытия производства Ytong разработаны для применения в частном домостроении и промышленном малоэтажном строительстве [15].

Ytong имеют два основных компонента: легкие балки из железобетона с пространственными каркасами из стержневой арматуры и газобетонные блоки (рис.7).

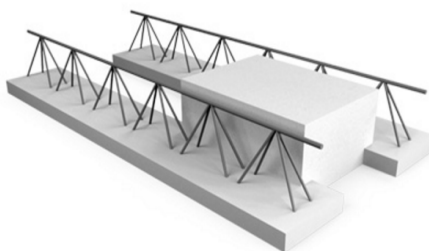


Рис.7. Конструкция СМП YTONG

Длина балок различна и определяется из размера перекрываемых пролетов. Балки имеют размер 4 x 12 см, диаметр арматуры: верхней – 8 мм, нижней – 12 мм, дополнительной – от 6 до 16 мм.

Легким заполнителем в перекрытии Ytong являются Т-образные газобетонные блоки. Габариты блока заполнения – 60 x 20 x 25 см; доборного – 60 x 25 x 10 см.

Основные параметры конструкций перекрытий Ytong:

- длина балок – до 9м;
- стандартный шаг балок – 0,68 м;
- толщина бетонного слоя – 5 см;

- общая толщина перекрытия – 0,25 м;
- погонный вес балки – от 14 до 17,2 кг/м;
- удельный вес блоков – 125 кг/м²;
- вес готового перекрытия – 280 кг/м²;
- несущая способность перекрытия - 450 кг/м² при пролете 6 м.

Теплоизоляционные свойства СМП Ytong значительно выше, чем у большинства конкурентов за счет применения в качестве заполнителя сплошных Т-образных газобетонных блоков.

Перекрытия Rectolight

Система Rectolight – результат работы французской компании Rector. Компания является одним из крупнейших в Европе производителей сборных железобетонных конструкций.

Перекрытия Rectolight состоят из преднапряженных балок и элементов из прессованной древесины, а также из опорной арматуры, арматурной сетки и монолитного бетона, укладываемого на стройплощадке.

В качестве заполнения используются элементы, выполненные из легкого прессованного дерева. Габариты: ширина – около 600 мм, длина – около 1200 мм.

Балки системы выполнены из бетона класса В60 [16]. Основной напрягаемой арматурой являются стальные канаты. Высота балок варьируется от 11 до 13 см. Для увеличения несущей способности перекрытий предусмотрено применение сдвоенных или даже строенных балок (рис.8).

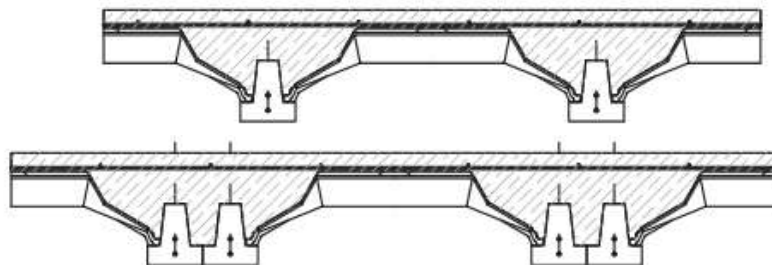


Рис. 8. Конструкция СМП Rectolight

Основные параметры конструкций перекрытий Rectolight:

- длина балок – от 1 до 10 м;
- стандартный шаг балок – 600 мм;
- толщина бетонного слоя (минимальная) – 4 см;
- общая толщина перекрытия (в зависимости от пролета и нагрузки) – от 160 до 260 мм;
- вес заполнителя – от 7,2 до 8,9 кг/м²;
- вес балок – от 15,5 до 20,4 кг/пог.м;
- вес готового перекрытия – от 190 до 270 кг/м²;
- максимальная несущая способность на пролете 6 м - до 350 кг/м² при одинарной балке и до 750 кг/м² при сдвоенной, до 1050 кг/м² при строенной.

В сравнении с другими типами перекрытий система Rectolight легче при тех же показателях нагрузки. Форма перекрытия снизу в виде фермы позволяет осуществить прокладку коммуникаций – канализации, водопровода, электричества, систем кондиционирования (рис.9). При этом большие размеры элементов заполнения между балками (600x1200мм) значительно увеличивают скорость монтажа.

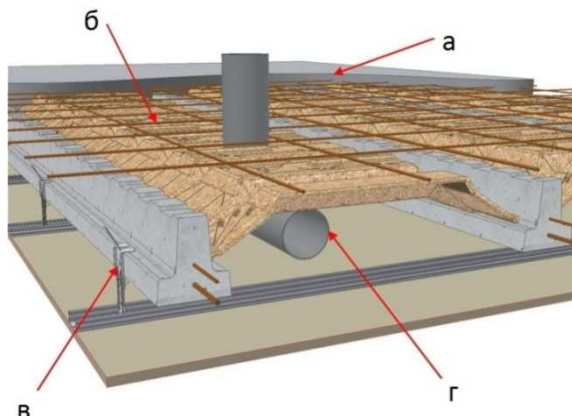


Рис. 9. Форма перекрытия Rectolight: а – монолитная стяжка; б – арматурная сетка; в – крепеж системы подвесного потолка; г – элемент, позволяющий монтировать

коммуникации без потери полезной высоты помещения.

Перекрытия МАРКО

Наиболее известным производителем сборно-монолитных перекрытий на российском рынке является компания Колумб, которая разработала системы сборно-монолитного строительства МАРКО.

Системы сборно-монолитных перекрытий МАРКО включают в себя несущие балки с объемным треугольным каркасом из арматурных стержней, полистирольные блоки, а также арматурную сетку.

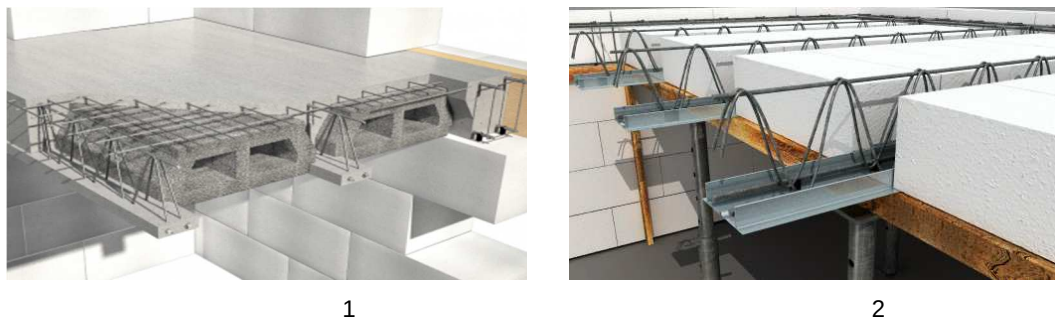


Рис. 10. Конструкции СМП МАРКО-стандарт(1) и МАРКО-универсал(2)

В качестве несущих балок используется 3 типа балок (рис.11): Марко-Эконом, Марко-Стандарт и Марко-Универсал.

В балке Марко-Эконом треугольный каркас закреплен на доске сечением 150x40 мм. Простота и доступность «деревянной» конструкции балки позволяет снизить стоимость перекрытия. Данный тип балок производится пролетом не более 6 м.

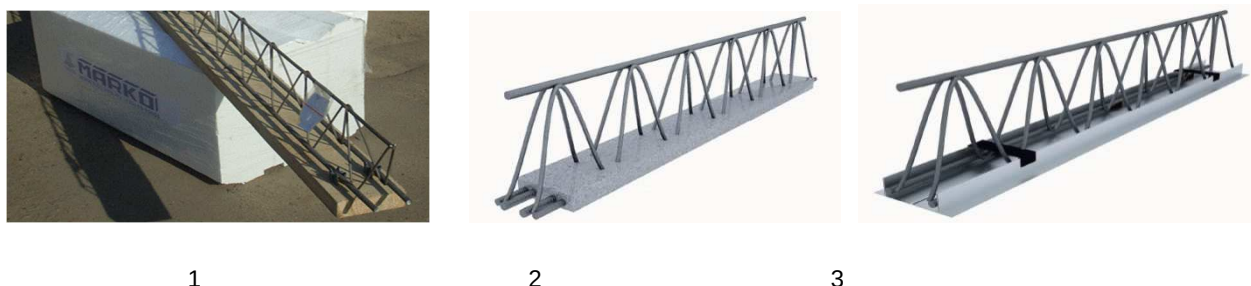


Рис. 11. Балки МАРКО-эконом (1), МАРКО-стандарт (2) и МАРКО-универсал (3)

Балка Марко-Стандарт – это железобетонный элемент, с арматурой в виде треугольного пространственного каркаса и бетонного основания балки размером 40x120 мм. Пример перекрытия с использованием этой балки изображен на рис. 10 (1).

Балка Марко-Универсал – это балка из гнутого профиля с внешними полками, на которые можно монтировать строительные, в т.ч. стеновые блоки любых материалов: газобетон (пример перекрытия изображен на рис. 10 (2)), керамзитобетон, полистиролбетон, а также керамический поризованный блок. Профильная балка Марко-Универсал полностью открыта для бетонирования, что значительно улучшает заполнение балки бетонной смесью.

В качестве легких заполнителей сборно-монолитных перекрытий используются несколько типов блоков (рис.12): Марко-стандарт, Марко-универсал, Марко-универсал П, а также при использовании совместно с балками Марко-Универсал любых стеновых блоков из ячеистых бетонов. Высота блоков варьируется от 150 до 300 мм в зависимости от требуемой высоты самого перекрытия. Блоки перекрытий изготавливаются из полистиролбетона плотностью менее 400 кг/м³.

Блоки Марко-стандарт применяется совместно с балками той же системы и имеют уступы для установки на бетонное основание балки. Блоки Марко-универсал, Марко-универсал П устанавливаются на балки системы Универсал и обеспечивают ровную нижнюю поверхность перекрытия [17].

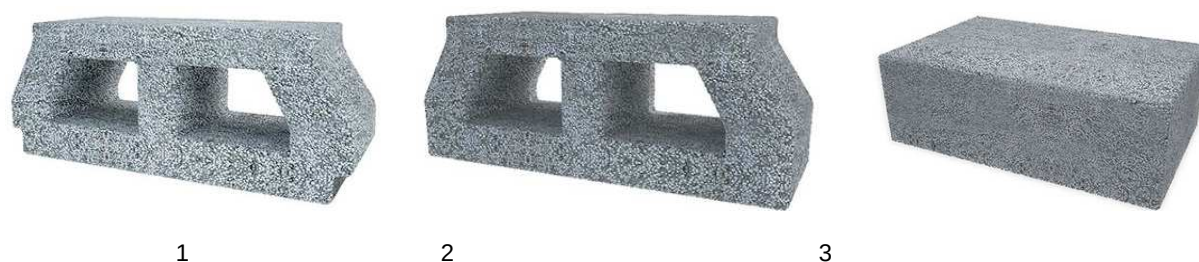


Рис. 12. Балки МАРКО-стандарт (1), МАРКО-универсал (2) и МАРКО-универсал П (3)

Основные параметры конструкции перекрытий МАРКО:

- длина балок – до 12,0 м;
- стандартный шаг балок – 0,6 м;
- толщина бетонного слоя – 5, 10 см;
- общая толщина перекрытия 0,15-0,35 м;
- объемный вес блоков заполнения – 200-350 кг/м³;
- погонный вес балок – 12,7-17,4 кг/м;
- вес готового перекрытия – 200-350 кг/м²;
- максимальная несущая способность – 500-1000 кг/ м² при пролете 6 м.

Основным преимуществом перекрытий МАРКО является особая конструкция балки Марко-Универсал, благодаря которой появляется возможность применять стеновые блоки в качестве заполнения в СМП. Кроме того, система МАРКО использует полистиролбетон, который легче, чем заполнители других производителей.

Таблица 2. Сравнение систем СМП по основным параметрам

	СМП ИЖ 670	Porotherm	TERIVA	YTONG	Rectolight	МАРКО
Толщина перекрытия, м	0,24	0,19-0,29	0,24-0,34	0,25	0,16-0,26	0,15-0,35
Толщина верхнего бетонного слоя, см	3,7	0-4	3	5	4	5, 10
Максимальная длина балок, м	6	8,25	8,6	9	10	12
Вес балки, кг/пог.м	36	14-18	12	14 - 17,2	15,5 - 20,4	12,7-17,4
Материал блоков (наиболее используемый)	бетон В15	керамика	керамзито -бетон	газобетон	прессован ая древесина	полистиро л-бетон
Среднее значение веса готового перекрытия, кг/м ²	330	330	260	280	210	230
Несущая способность при пролете 6м, кг/м ²	600-900	500	400	450	350	500-1000
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м°С)	0,90	0,86	0,65	0,35	0,43	0,32

Как видно из таблицы системы сборно-монолитного строительства разнообразны и подстраиваются под требования, предъявляемые заказчиком. Показатели теплопроводности СМП значительно ниже, чем у монолитных и сборных перекрытий, так как применяются ячеистые материалы и пустотные блоки. В связи с чем актуально их применение в энергоэффективных зданиях [21].

8. Заключение

1. Для современного строительства характерны возрастающие объемы применения сборно-монолитных перекрытий, которые позволяют перекрывать пространства сложной геометрической формы. Монтаж их конструкций не требует сложной строительной техники. Такие конструкции позволяют производить замену деревянных и ослабленных за время эксплуатации перекрытий на новые сборно-монолитные [25]. В большинстве случаев системы сборно-монолитных перекрытий

являются лучшим вариантом при реконструкции зданий, в том числе при реставрации исторических построек [26].

2. Сборно-монолитные перекрытия являются конструктивным видом конструкции и в новом строительстве, т.к. обеспечивают высокие показатели характеристик перекрытия по жесткости, звукоизоляции, теплопроводности и при этом имеют достаточную несущую способность [10, 11].
3. Фактором, сдерживающим более широкое применение СМП, является малая изученность данных конструкций в нашей стране и отсутствие норм проектирования для них [24]. Для разработки методики расчета сборно-монолитных перекрытий будут произведены прочностные испытания и необходимые вычисления [30].
4. Методы расчета сборно-монолитных перекрытий должны строиться на основе деформационных моделей и учитывать исходную конструктивную неоднородность конструкций, физическую нелинейность деформирования, работу с трещинами, усадку и ползучесть железобетона [29].
5. Критерии огнестойкости сборно-монолитных конструкций нуждаются в уточнении на основе результатов специальных экспериментов.

Литература

- [1]. Цай Т.Н. Строительные конструкции. Железобетонные конструкции. – Санкт-Петербург : Изд-во Лань, 2012.
- [2]. Сагадеев Р.А. Строительство монолитных и сборно-монолитных зданий. Учебное пособие. – М.: Изд-во ГАСИС, 2005.
- [3]. Соколов В.А., Страхов Д.А. Прочность и трещиностойкость железобетонных конструкций. Теория и методы расчета. – Санкт-Петербург: Изд-во LAP LAMBERT, 2012 – 113 С.
- [4]. Теплова Ж.С., Виноградова Н.А. Сборно-монолитные перекрытия системы «МАРКО» // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – №8(35). – С. 48-59.
- [5]. Мельник И.В., Сорохтей В.М., Приставский Т.В. Экспериментальные исследования деформативности фрагментов монолитного плоского железобетонного перекрытия с пенополистирольными вкладышами // Вестник Белорусско-Российского университета. –2015.–№ 4 (49).– С. 103-112.
- [6]. Селяев В.П., Цыганов В.В., Уткин И.Ю. Комбинированные сборно-монолитные перекрытия на основе предварительно напряженных железобетонных балок безопалубочного формования // Региональная архитектура и строительство. – 2012. –№ 3.– С. 5-11.
- [7]. Леонович С.Н., Передков И.И. Технология устройства облегченных пустотообразователями железобетонных плит перекрытия с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях // Наука и техника. – 2015.– № 6. – С. 54-62.
- [8]. Дьяченко Е.В. Сравнение трудоемкости возведения сборного и монолитного вариантов перекрытия при реконструкции зданий в плотной городской застройке // Молодой ученый. – 2014.–№ 8-1 (11). – С. 18-20.
- [9]. Shipulya A.V., Refinement of deformative characteristics in determining of deflections in flat plate floor // Herald of the Ural State University of Railway Transport.– 2012. –№ 1 (13). –P. 81-86.
- [10]. Пинскер В.А., Вылегжанин В.П., Почтенко А.Г. Сборно-монолитные перекрытия из ячеистобетонных блоков // Ячеистые бетоны в современном строительстве. Сборник докладов. Выпуск 4. – Санкт-Петербург: НП «Межрегиональная Северо-Западная строительная палата», Центр ячеистых бетонов, 2007. – С. 14-16.
- [11]. Парашенко Н.А., Горшков А.С., Ватин Н.И. Частично-ребристые сборно-монолитные перекрытия с ячеистобетонными блоками // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – №6. – С.50-68.
- [12]. Серия ИЖ 670. Сборно-монолитные перекрытия. Опытные изделия. – 2002..
- [13]. Сборно-монолитные перекрытия Porotherm. [Электронный ресурс]. <http://wienerberger.ru/> (дата обращения 20.03.2016)
- [14]. Сборно-монолитные перекрытия TERIVA. [Электронный ресурс]. <http://http://teriva.biz/> (дата обращения 20.03.2016)
- [15]. Сборно-монолитные перекрытия Ytong. [Электронный ресурс]. <http://http://www.ytong.ru/> (дата обращения 20.03.2016)
- [16]. Сборно-монолитные перекрытия Rectolight. [Электронный ресурс]. <http://www.rector.fr/ru/perekrytie-rlt/> (дата обращения 20.03.2016)
- [17]. Сборно-монолитные перекрытия МАРКО. [Электронный ресурс]. <http://www.kolumb.ru/marko.php> (дата обращения 20.03.2016)
- [18]. Виды и монтаж сборно монолитных перекрытий своими руками. [Электронный ресурс]. <http://stroitel-list.ru/bloki-i-plity/vidy-i-montazh-sborny-monolitnyh-perekrytij-svoimi-rukami.html#nav2> (дата обращения 20.03.2016)
- [19]. Нестли Х. Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии. Т.2 / Хансйорг Ф., Херрманн А., Гюнтер К., Фолькер К. и др.; перевод с немецкого Соловьева А.К. – М.: Изд-во Техносфера, 2007. – 520 С.
- [20]. Сагадеев Р.А. Современные методы возведения монолитных и сборно-монолитных перекрытий: учебное пособие. – М.: Изд-во ГОУ ДПО ГАСИС, 2008. – 35 С.
- [21]. Шаленный В. Т. Энергосберегающий подход к выбору проекта продления жизненного цикла гражданских зданий // Международная конференция «Перспективные задачи инженерной науки». Выпуск 2. – Д.: Gaudeamus, 2001. – С. 315 – 318.
- [22]. Недвига Е.С., Соловьева К.И., Киселев С.С. Способы огнезащиты металлических и железобетонных строительных конструкций // Молодой ученый. – 2015. –№ 24 (104). –С. 160-163.

- [23]. Митасов В.М., Коянкин А.А. Работа диска сборно-монолитного перекрытия //
- [24]. Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2014. – № 3. – С. 103-109.
- [25]. Копанев А.Е. Проблемы использования конструкций сборно-монолитного перекрытия // Молодой ученый. – 2012. – № 12. – С. 76-80.
- [26]. Пушкарёв Б.А., Кореньков П.А. Сборно-монолитные железобетонные конструкции, сферы применения и особенности расчёта // Строительство и техногенная безопасность. – 2013. – № 46. – С. 30-35.
- [27]. Соколов В.А. Вероятностный метод оценки технического состояния конструкций железобетонного монолитного перекрытия зданий старой городской застройки // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 4. – С. 49-58.
- [28]. Ватин Н.И., Кузнецов В.Д., Недвига Е.С. Учет погрешности монтажа при расчете крупнопанельных зданий // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 6. – С. 35-40.
- [29]. Корсун В.И. Расчет конструкций на температурные и силовые воздействия с учетом неоднородности свойств материалов: Дис. д-ра техн. наук: 05.23.01 / Донбасская гос. Академия строительства и архитектуры. – Макеевка, 2004. – 375 С.
- [30]. Ungermann D., Lübke S., Brune B., Tests and design approach for plain channels in local and coupled local-flexural buckling based on eurocode 3, Thin-Walled Struct. 81 (2014) 108–120.

Systems of prefabricated monolithic slabs

E.S. Nedviga^{1*}, N.A. Vinogradova²

¹⁻² Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO	Article history	Keywords
scientific article	Received 3 April 2016	refabricated-monolithic slabs; structural elements; energy efficiency; efficiency; analyses;
doi:		

ABSTRACT

The article describes systems of prefabricated monolithic slabs (PMS) that have received the most widespread in Russia and in the world. The issue of reducing the weight of building structures is an important issue of structural science. Systems of the prefabricated monolithic constructions correspond to the modern trends, but require special attention and scrutiny. Analysis of advantages and disadvantages of the prefabricated monolithic slabs is shown in the article. In addition, the problems of use were identified and designated. It are required to study in detail for supporting free use of PMS in the buildings and structures.

Corresponding author:

1*. +7(911)2520035, nck@bk.ru (Ekaterina Sergeevna Nedviga Graduate Student)

2. +79215622768, natasha-vinograd@mail.ru (Natalia Anatolyevna Vinogradova, Graduate Student)

References

- [1]. Tsay T.N. Stroitelnyye konstruksii. Zhelezobetonnyye konstruksii. – Sankt-Peterburg : Izd-vo Lan, 2012.
- [2]. Sagadeyev R.A. Stroitelstvo monolitnykh i sborno-monolitnykh zdaniy. Uchebnoye posobiye. – M.: Izd-vo GASIS, 2005.
- [3]. Sokolov V.A., Strakhov D.A. Prochnost i treshchinostoykost zhelezobetonnykh konstruksiy. Teoriya i metody rascheta. – Sankt-Peterburg: Izd-vo LAP LAMBERT, 2012 – 113 S.
- [4]. Teplova Zh.S., Vinogradova N.A. Sbornom-monolitnyye perekrytiya sistemy «MARKO» // Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. – 2015. – №8(35). – S. 48-59.
- [5]. Melnik I.V., Sorokhtey V.M., Pristavskiy T.V. Eksperimentalnyye issledovaniya deformativnosti fragmentov monolitnogo ploskogo zhelezobetonного perekrytiya s penopolistirolnymi vkladyshtami // Vestnik Belorussko-Rossiyskogo universiteta. –2015.–№ 4 (49).– S. 103-112.
- [6]. Selyayev V.P., Tsyganov V.V., Utkin I.Yu. Kombinirovannyye sborno-monolitnyye perekrytiya na osnove predvaritelno napryazhennykh zhelezobetonnykh balok bezopalubochnogo formovaniya // Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo. – 2012. –№ 3.– S. 5-11.
- [7]. Leonovich S.N., Peredkov I.I. Tekhnologiya ustroystva oblegchennykh pustotoobrazovatelyami zhelezobetonnykh plit perekrytiya s predvaritelnyim napryazheniyem armatury v postroyechnykh usloviyakh // Nauka i tekhnika. – 2015.– № 6. – S. 54-62.
- [8]. Dyachenko Ye.V. Sravneniye trudoyemkosti vozvedeniya sbornogo i monolitnogo variantov perekrytiya pri rekonstruksii zdaniy v plotnoy gorodskoy zastroyke // Molodiyncheniy. – 2014.–№ 8-1 (11). – S. 18-20.
- [9]. Shipulya A.V., Refinement of deformative characteristics in determining of deflections in flat plate floor // Herald of the Ural State University of Railway Transport.– 2012. –№ 1 (13). –P. 81-86.
- [10]. Pinsker V.A., Vylegzhanin V.P., Pochtenko A G. Sbornom-monolitnyye perekrytiya iz yacheistobetonnykh blokov // Yacheistyye betony v sovremennom stroitelstve. Sbornik dokladov. Vypusk 4. – Sankt-Peterburg: NP «Mezhregionalnaya Severo-Zapadnaya stroitelnaya palata», Tsentr yacheistykhn betonov, 2007. – C. 14-16.
- [11]. Parashchenko N.A., Gorshkov A.S., Vatin N.I. Chastichno-rebristyye sborno-monolitnyye perekrytiya s yacheistobetonnyimi blokami // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. – 2011. – №6. – S.50-68.
- [12]. Seriya IZh 670. Sbornom-monolitnyye perekrytiya. Opytnyye izdeliya. – 2002..
- [13]. Sbornom-monolitnyye perekrytiya Porotherm. [Elektronnyy resurs]. <http://wienerberger.ru/> (data obrashcheniya 20.03.2016)
- [14]. Sbornom-monolitnyye perekrytiya TERIVA. [Elektronnyy resurs]. <http://teriva.biz/> (data obrashcheniya 20.03.2016)
- [15]. Sbornom-monolitnyye perekrytiya Ytong. [Elektronnyy resurs]. <http://www.ytong.ru/> (data obrashcheniya 20.03.2016)
- [16]. Sbornom-monolitnyye perekrytiya Rectolight. [Elektronnyy resurs]. <http://www.rector.fr/ru/perekrytie-rlt/>(data obrashcheniya 20.03.2016)
- [17]. Sbornom-monolitnyye perekrytiya MARKO. [Elektronnyy resurs]. <http://www.kolumb.ru/marko.php> (data obrashcheniya 20.03.2016)
- [18]. Vidy i montazh sborno monolitnykh perekrytiy svoimi rukami. [Elektronnyy resurs]. <http://stroitel-list.ru/bloki-i-plity/vidy-i-montazh-sbornom-monolitnykh-perekrytiy-svoimi-rukami.html#nav2> (data obrashcheniya 20.03.2016)
- [19]. Nestli Kh. Spravochnik stroitel'ya. Stroitelnaya tekhnika, konstruksii i tekhnologii. T.2 / Khansyorg F., Kherrmann A., Gyunter K., Folker K. i dr.; perevod s nemetskogo Solovyeva A.K. – M.: Izd-vo Tekhnosfera, 2007. – 520 S.
- [20]. Sagadeyev R.A. Sovremennyye metody vozvedeniya monolitnykh i sborno-monolitnykh perekrytiy: uchebnoye posobiye. – M.: Izd-vo GOU DPO GASIS, 2008. – 35 S.
- [21]. Shalennyy V. T. Energosberegayushchiy podkhod k vyboru proyekta prodleniya zhiznennogo tsikla grazhdanskikh zdaniy // Mezhdunarodnaya konferentsiya «Perspektivnyye zadachi inzhenernoy nauki». Vypusk 2. – D.: Gaudeamus, 2001. – S. 315 – 318.
- [22]. Nedviga E.S., Solovyeva K.I., Kiselev S.S. Sposoby ognezashchity metallicheskh i zhelezobetonnykh stroitelnykh konstruksiy // Molodoy uchenyy. – 2015. –№ 24 (104). –S. 160-163.
- [23]. Mitasov V.M., Koyankin A.A. Rabota diska sborno-monolitnogo perekrytiya //
- [24]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo. – 2014. – № 3. – S. 103-109.

- [25]. Kopanev A. Ye. Problemy ispolzovaniya konstruktsiy sborno-monolitnogo perekrytiya // Molodoy uchenyy. – 2012. – № 12. – S. 76-80.
- [26]. Pushkarev B. A., Korenkov P. A. Sbornomonolitnyye zhelezobetonnyye konstruktsii, sfery primeneniya i osobennosti rascheta // Stroitelstvo i tekhnogennaya bezopasnost. – 2013. – № 46. – S. 30-35.
- [27]. Sokolov V. A. Veroyatnostnyy metod otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya konstruktsiy zhelezobetonnogo monolitnogo perekrytiya zdaniy staroy gorodskoy zastroyki // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. – 2010. – № 4. – S. 49-58.
- [28]. Vatin N. I., Kuznetsov V. D., Nedviga Ye. S. Uchet pogreshnosti montazha pri raschete krupnopanelnykh zdaniy // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. – 2011. – № 6. – S. 35-40.
- [29]. Korsun V. I. Raschet konstruktsiy na temperaturnyye i silovyye vozdeystviya s uchetom neodnorodnosti svoystv materialov: Dis. d-ra tekhn. nauk: 05.23.01 / Donbasskaya gos. Akademiya stroitelstva i arkhitektury. – Makeyevka, 2004. – 375 S.
- [30]. Ungermann D., Lübke S., Brune B., Tests and design approach for plain channels in local and coupled local-flexural buckling based on eurocode 3, Thin-Walled Struct. 81 (2014) 108–120.

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

Nedviga E. S., Vinogradova N. A. Systems of prefabricated monolithic slabs. Construction of Unique Buildings and Structures, 2016, 4 (43), Pp. 87-102. (rus)