

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

2021, №6, Том 13 / 2021, No 6, Vol 13 <https://esj.today/issue-6-2021.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/46SAVN621.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Гайдуков, П. В. Особенности применения несъемной опалубки перекрытий / Гайдуков П. В., Пугач Е. М. // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13. — № 6. — URL: <https://esj.today/PDF/46SAVN621.pdf>

For citation:

Gaidukov P.V., Pugach E.M. Features of the use of stay in place floor formwork. *The Eurasian Scientific Journal*, 13(6): 46SAVN621. Available at: <https://esj.today/PDF/46SAVN621.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

Гайдуков Павел Владимирович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия
Аспирант
E-mail: Gaidukov.p.v@yandex.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=951399

Пугач Евгений Михайлович

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

Особенности применения несъемной опалубки перекрытий

Аннотация. В статье рассмотрены основные функции несъемной опалубки перекрытий в современном строительстве. Представлены существующие решения, определены функциональные и конструктивные особенности систем несъемной опалубки. В качестве объекта исследования были рассмотрены опалубки из профилированного настила, ребристых перекрытий, подвесная, арочная и блочная несъемная опалубка. На основании выявленных особенностей использования и устройства произведен сравнительный анализ. Функциональность несъемной опалубки определяет ее область применения, необходимость влияния на физические характеристики готового перекрытия, снижение коэффициента армирования и тип поверхности потолка. Конструктивные особенности несъемной опалубки выражаются в типе изготавливаемой плиты перекрытия, возможности ее работы в расчетном сечении, техническом решении, потребности в дополнительных работах, в т. ч. по установке поддерживающих лесов. Технологические особенности определяют состав и содержание подготовительных процессов, монтажа опалубки, арматурных работ, способы подачи бетонной смеси и интенсификации набора прочности бетона. Анализ построен на сопоставлении характеристик существующих систем несъемной опалубки с основными ее функциями. Результатами сравнительного анализа явились: определение различных элементов конструкции, обеспечивающих работу несъемной опалубки в сечении плиты перекрытия; установление способов снижения коэффициента армирования; обозначение характерного для устройства каждого типа перекрытий и опалубок перечня подготовительных, арматурных и бетонных работ. Полученные результаты могут быть использованы для определения и последующей оценки количественных и качественных показателей эффективности применения несъемной опалубки, оценки технологичности существующих решений, разработки новых конструкций, системы подбора опалубки с учетом условий ее применения.

Ключевые слова: несъемная опалубка перекрытий; конструктивные особенности несъемной опалубки перекрытий; функциональные особенности несъемной опалубки перекрытий; технологические особенности несъемной опалубки перекрытий; характеристики несъемной опалубки; балочная несъемная опалубка; несъемная опалубка из профилированного настила; несъемная опалубка ребристых перекрытий

Введение

Основной задачей и функцией всех существующих типов опалубок перекрытий является создание формы для производства железобетонной монолитной конструкции надлежащего качества, расположенной непосредственно в проектом положении. В соответствии с принятой отраслевой терминологией несъемная опалубка перекрытий представляет собой конструкцию из щитов, не требующих демонтажа после набора прочности бетонируемой конструкции. Выделение несъемной опалубки в отдельную группу по данному определяющему признаку связано с изменением набора технологических операций по сравнению с остальными опалубочными системами — исключение распалубливания готовой конструкции, что определяется её ключевыми функциями. В отличие от демонтируемой опалубки несъемная опалубка после завершения процесса набора прочности бетоном становится неотделимой частью плиты перекрытия и определяет совместно с остальными элементами её физические характеристики [1]. Таким образом функции несъемной опалубки влияют как на технологию изготовления конструкции, так и на её свойства. Так, выступая неотъемлемой частью плиты перекрытия, элементы несъемной опалубки, изготовленные из пористых материалов, могут выполнять функцию утеплителя или звукоизоляции, улучшать эксплуатационные характеристики готового изделия без дополнительных технологических операций. Включенные в рабочее сечение устраиваемой конструкции элементы несъемной опалубки, обладающие несущей способностью, могут выполнять функцию нижнего или полного армирования бетонной плиты перекрытия, тем самым сокращая количество арматуры в деле. Так же, оставаясь нижним слоем плиты перекрытия, несъемная опалубка может участвовать в формировании отделочных поверхностей: обеспечивать ровное основание потолка, готового под финишную отделку, или выступать законченной потолочной системой.

Методология исследования

Рассмотрены основные виды несъемной опалубки, используемые в современном строительстве, определены функциональные, конструктивные и технологические особенности. Проведен сравнительный анализ, построенный на сопоставлении характеристик существующих систем несъемных опалубок с основными выявленными функциями.

Обзор существующих решений

Несъемная опалубка из профилированного настила выполняется по схеме аналогичной балочно-стоечной съемной опалубке [2] с той лишь разницей, что роль опалубки исполняют не листы опалубочной фанеры, а профилированный настил, который после набора прочности конструкцией не демонтируется: на нижележащее перекрытие устанавливаются опорные стойки, на них по балкам устраивается палуба из профилированного настила, производится вязка арматурного каркаса и подача бетонной смеси [3]. Направлениями совершенствования данных опалубочных систем являются повышение сцепления бетона с поверхностью опалубочного листа [4], применение различных арматурных каркасов удобных для монтажа в профилированный настил, улучшение тепло- и звукоизоляционных свойств, повышение

продольной жесткости опалубочного листа для увеличения несущей способности нижнего пояса армирования плиты перекрытия [5]. В качестве примеров несъемной опалубки с улучшенными качествами можно выделить конструкции Гордилова О.И. «Несъемная панельная опалубка»¹, Виноходова О.А. «Монолитное перекрытие»² и Шестопалова Е.Г. «Монолитное перекрытие»³. Так опалубочный лист профилированного настила несъемной опалубки Гордилова О.Г. имеет специфическое гофрирование в виде продольных ребер, состоящих из наклонных боковых стенок и верхней полки, на которых для увеличения сцепления на стороне, контактирующей с бетоном, выполнены V — образные выступы (рис. 1а). В технологии, предлагаемой Виноходовым О.А., бетонирование многослойной конструкции, устраиваемой по профилированному настилу, на котором установлен пространственный арматурный каркас, производится в три слоя. Первый слой — полистиролбетон, уложенный непосредственно на профилированный настил, второй — тяжелый конструкционный бетон, третий — полистиролбетон (рис. 1б). Арматурный каркас в этой конструкции пронизывает слои полистиролбетона и конструкционного бетона. Наличие полистиролбетона в теле конструкции плиты перекрытия улучшает ее тепло- и звукоизоляционные характеристики. На базе конструкций опалубки из профилированного настила имеется возможность изготовления перекрытий с преднапряженной арматурой [6]. Так в конструкции Шестопалова Е.Г., представляющей усовершенствованное решение несъемной опалубки Лазовского Д.Н.⁴, на торцы опалубочного щита из профилированного настила крепятся поперечные планки из листового металла с отверстиями на уровне середины гофры настила для протаскивания арматурного стержня. Арматурные стержни, с предварительно нарезанной резьбой на концах, продеваются в отверстия торцевой планки и закручиваются гайками создавая предварительное натяжение в нижней части плиты перекрытия (рис. 1в).

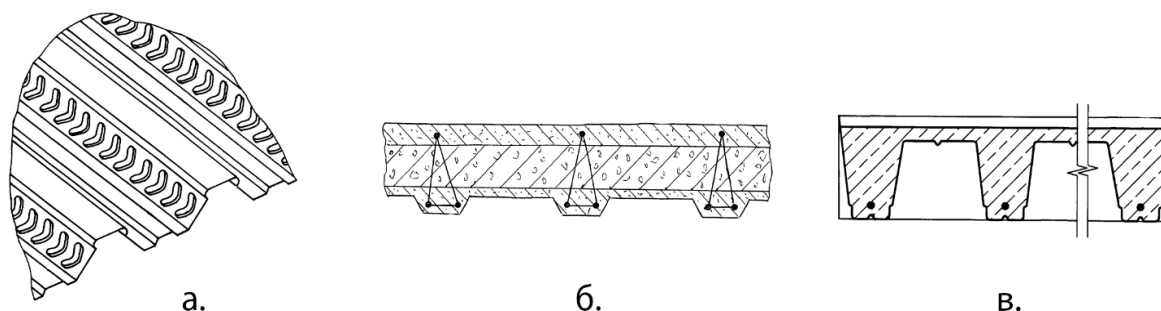


Рисунок 1. Опалубки из профилированного настила:

а) Опалубка Гордилова О.Г.; б) Опалубка Виноходова О.А.; в) Опалубка Шестопалова Е.Г. [6]

Следующим типом несъемной опалубки является балочная опалубка ребристых перекрытий. Особенность конструкции монолитного ребристого перекрытия заключается в удалении бетона из растянутой зоны сечения, что позволяет значительно сократить расход бетона и арматуры в деле [7]. Системы балочной несъемной опалубки позволяют бетонировать ребристые конструкции перекрытий непосредственно на проектной отметке в палубе

¹ Гордилов О.Г. Несъемная панельная опалубка монолитного перекрытия / Свидетельство о государственной регистрации RU 47023 U1 от 27.12.2004.

² Виноходов О.А. Монолитное перекрытие / Свидетельство о государственной регистрации RU 22164 U1 от 10.03.2002.

³ Шестопалов Е.Г. Монолитное перекрытие / Свидетельство о государственной регистрации RU 112919 U1 от 27.01.2012.

⁴ Лазовский Д.Н. Монолитное перекрытие / Свидетельство о государственной регистрации RU 2032 U1 от 27.03.1995.

П-образной формы, где предварительно уложены арматурные каркасы балок. В общем виде система опалубки содержит следующие конструктивные элементы: облегченные стальные балки, потолочные элементы или заполнители межбалочного пространства. Несъемная опалубка перекрытия Sweddeck шведской компании SpanForm AB⁵ имеет стальные сварные балки из арматурных стержней, уложенных в лоток из тонкостенного стального профиля формирующие ребра будущей плиты перекрытия, потолочный вкладыш, П-образный в сечении, выполненный из профилированного настила и торцевые крышки так же выполненные из профилированного настила (рис. 2). Стальные балки имеют длину 7–18 м, высоту 600–1500 мм, ширину 150–700 мм (в зависимости от размеров ребристой плиты), ширина потолочных элементов выбирается согласно расчету межреберного расстояния и величины пролета. Балки имеют сварной арматурный каркас и могут быть изготовлены как в заводских условиях, так и на строительной площадке.

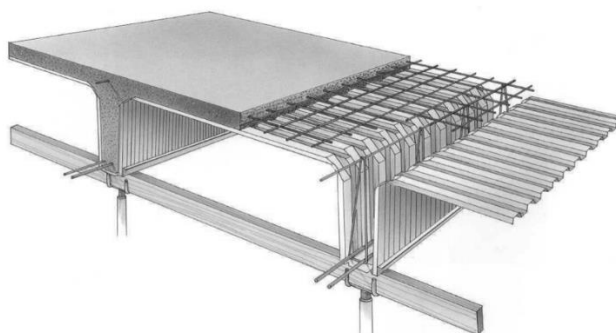


Рисунок 2. Опалубка Sweddeck

Потолочные элементы, загнутые механическим способом, поставляются в готовом виде. Корректировка размеров балок и потолочных вкладышей осуществляется подрезкой по длине, изменение величины пролета выполняется отдельно для каждого проекта за счет изменения размера П-образной полки.

Конструкция Анпилова С.М.⁶ представляет собой систему балочной несъемной опалубки для ребристого перекрытия с жестким армированием. В отличие от опалубки Sweddeck в опалубке Антипова отсутствует балка (рис. 3). Здесь потолочные элементы представляют собой трапециевидные формы из тонкого листового металла с полками на нижних гранях, предназначенных для стыковки между собой. После соединения потолочных элементов в пространство, между ними укладывается жесткая арматура ребер будущей плиты перекрытия. Жесткая арматура представляет собой сборную пространственную ферму из тонколистового проката с отверстиями в раскосинах для протяжки соединения из арматурного прута. Технология монтажа данной опалубочной системы заключается в следующем: на опорную палубу из телескопических стоек и фанеры устанавливаются потолочные элементы, в пространство между ними укладываются балки жесткой арматуры, соединенные между собой арматурным стержнем, монтируется верхняя сетка будущей ребристой плиты из арматурных стержней, производится подача бетонной смеси.

⁵ Sweddeck combined shuttering and reinforcement system / English broschyr / <https://www.spanform.se/sweddeck/> / SpanForm AB Vallgatan 3 SE-571 41 Nässjö.

⁶ Анпилов С.М. Несъемная опалубка монолитного перекрытия / Свидетельство о государственной регистрации RU 2561127 C1 от 26.03.2014.

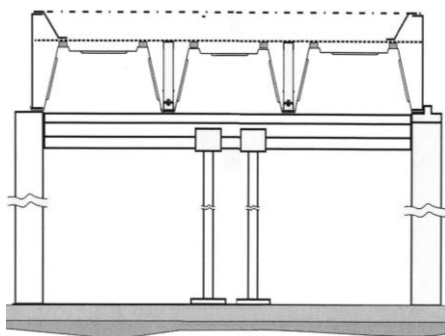


Рисунок 3. Опалубка Анпилова С.М.

В конструкции Ратко Пантовича и Божицара Милославльевича⁷ блок несъемной опалубки перекрытия выполнен из газобетона размерами 600×330×160 мм и представляет собой трапециевидное изделие с внутренними пустообразователями и пазами на нижних плоскостях для соединения с конструкцией балки несъемной опалубки (рис. 4).

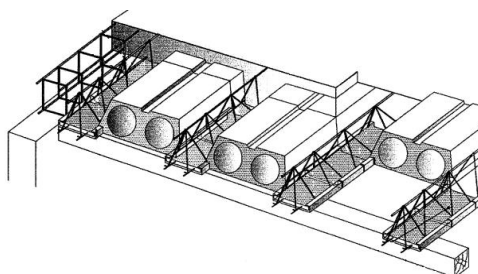


Рисунок 4. Опалубка Ратко Пантовича

Как видно из конструкции перекрытия, блоки заполнения выполняют ту же функцию, что и полочные элементы из профилированного настила в системах, описанных выше. За счет применения газобетона и наличия пустообразователей в конструкции блока удается снизить вес каждого элемента и всего перекрытия в целом. Применение блока трапециевидной формы позволяет сохранить рабочее сечение ребристой плиты перекрытия и создать ровную поверхность потолка перекрываемого помещения. Опалубка может быть использована для перекрытия помещений любой конфигурации. При необходимости, балки и блоки заполнения могут быть подрезаны для формирования угла любой градусной величины. В качестве основных материалов для изготовления блоков заполнения применяются легкие бетоны и теплая керамика, а также материалы имеющиеся в необходимом количестве в регионе строительства [8]. Наиболее широко используются изделия из газобетона, полистиролбетона и керамзитобетона.

К основным преимуществам несъемной балочной опалубки можно отнести: экономию бетона в деле за счет структуры балочного перекрытия, улучшенную тепло- и шумоизоляцию конструкций с заполнителями из легких бетонов, возможность монтажа потолочных элементов ручным способом, наличие легко монтируемого арматурного каркаса из балок и сеток заводского изготовления, возможность монтажа перекрытия в закрытом помещении при реконструкции или капитальном ремонте существующих зданий, гибкость в плане перекрываемого помещения за счет возможности подрезки и подгонки всех элементов [9], создание ровного пола и потолка (для некоторых типов опалубочных систем), готового к производству отделочных работ. К очевидным недостаткам данной технологии относятся:

⁷ Ратко Пантович, Божицар Милославльевич Перекрытие, блок несъемной опалубки перекрытия и элемент несъемной опалубки перекрытия / Свидетельство о государственной регистрации RU 57 771U1 от 27.10.2006.

необходимость в установке поддерживающих стоек под балки, большие габариты самих балок, что может затруднить их подачу к месту производства работ, необходимость устройства арматурного каркаса пояса опирания, его связки с арматурой перекрытия.

С целью отказа от громоздкой балочной клетки и стоек для временного удержания опалубки инженер Павлов В.В.⁸ предложил вывешивать палубу на балках арматурного каркаса над перекрываемым помещением (рис. 5). В качестве балок используют фермы, в которых верхний и нижний пояса устроены из арматурных стержней рабочей арматуры плиты перекрытия. Раскосы ферм тоже выполнены из стержней, прикрепленных к поясам сварным соединением. Фермы устанавливают продольно и поперечно относительно перекрываемого помещения, образуют сетку верхнего и нижнего армирования будущей плиты. Необходимо отметить, что стержни верхнего пояса арматурной балки короче стержней нижнего пояса, что упрощает монтаж поперечных балок. Каждая ферма имеет направленные вниз резьбовые выпуски для крепления гайками подвесной палубы. В качестве которой используют плиты из пенополистирола.

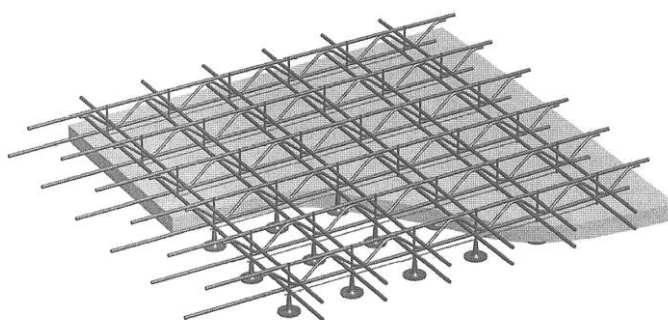


Рисунок 5. Подвесная опалубка Павлова В.В.

Одно из направлений сокращения затрат на изготовление перекрытий — снижение коэффициента армирования конструкции [5]. Так опалубка инженера Лосева Ю.Г.⁹, повторяющая форму арки, позволяет существенно его уменьшить (рис. 6).

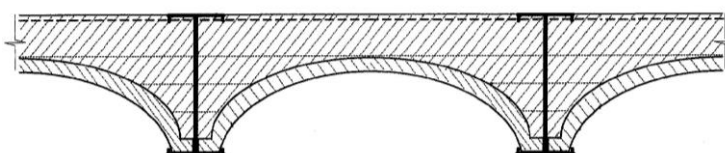


Рисунок 6. Арочная опалубка Лосева Ю.Г.

Конструктивно данная опалубка состоит из арочного профиля, изготовленного из высокопрочного гипсобетона и алюминиевых балок двутаврового сечения. Технология устройства заключается в последовательной установке балок, опирающихся на противоположные стены, с шагом равным арочному профилю, который укладывается на нижние пояса балок, пространство между балками послойно заполняется легким бетоном (керамзито- или перлитобетон). Перекрытия, возведенные в арочной несъемной опалубке, отличаются хорошими изоляцией и сниженным коэффициентом армирования, однако требуют установки опорных стоек под стальными балками и образуют неровную поверхность потолка, что для некоторых типов помещений может быть неприемлемо.

⁸ Павлов В.В. Несъемная подвесная опалубка / свидетельство о государственной регистрации RU 66386 U1 от 10.09.2007 г.

⁹ Лосев Ю.Г. Перекрытие / свидетельство о государственной регистрации RU 61743 U1 от 10.03.2021.

Попытки улучшить звуко-теплоизоляцию плиты перекрытия, уменьшить объем арматурных работ при сохранении его прочностных показателей привели к появлению сборно-монолитного перекрытия Рахманова В.А.¹⁰. Предложенная конструкция несъемной опалубки, выполненная из легкого бетона, представляет блок с продольным полукруглым в сечении углублением и поперечными сквозными отверстиями. Блоки монтируют впритык друг к другу, а через отверстия в двух направлениях прокладывают арматурные стержни необходимого по расчету сечения (рис. 7), далее производят подачу смеси тяжелого бетона. Готовое перекрытие имеет ровные поверхности пола и потолка готовые к проведению отделочных работ.

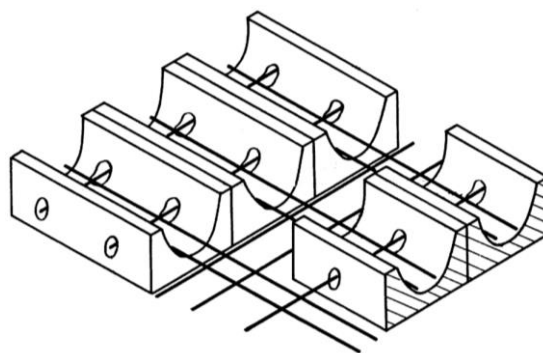


Рисунок 7. Блочная опалубка Рахманова В.А.

Сравнительный анализ систем несъемной опалубки

Для выделения основных ключевых признаков несъемной опалубки перекрытий и систематизации существующих технических решений проведен сравнительный анализ функциональных, конструктивных и технологических особенностей. *Функциональность* несъемной опалубки определяет ее область применения, влияние на физические характеристики готового перекрытия, снижение коэффициента армирования и тип поверхности потолка. Область применения определяется типом здания, внешними и внутренними условиями строительной площадки в которых данная опалубочная система может быть использована и максимально эффективна. Выполнение опалубкой функций тепло- и звукоизоляции позволяет рассматривать ее как элемент, влияющий на физические показатели перекрытия в целом. Снижение коэффициента армирования готовой плиты достигается в случае уменьшения количества арматуры в теле перекрытия за счет передачи части функций армирования элементам опалубочной системы [5]. *Конструктивные особенности* несъемной опалубки выражаются в типе изготавливаемой плиты перекрытия, возможности ее работы в расчетном сечении, техническом решении, потребности в дополнительных работах, в т. ч. по установке поддерживающих лесов. Тип изготавливаемого перекрытия позволяет сразу определить его базовые расчетные и эксплуатационные характеристики на основе изделий аналогов для дальнейшего анализа. Способность элементов опалубки работать в расчетном сечении плиты позволяет уменьшить количество арматуры и вес перекрытия, снизить затраты на производство арматурных работ и доставку материалов [3]. Конструктивные особенности опалубки раскрывают сущность системы, основные принципы ее работы и устройство. Монтаж поддерживающих лесов и приспособлений требует значительных затрат труда [10], поэтому различная степень потребности опалубки в данном процессе позволяет выделить его в отдельный признак. *Технологические особенности* определяют детали производства

¹⁰ Рахманов В.А. Сборно-монолитное перекрытие / свидетельство о государственной регистрации RU 2097 C1 от 21.11.1997.

подготовительных работ, монтажа опалубки, армирования, подачи бетонной смеси. Подготовительные мероприятия включают необходимые предварительные работы на существующих конструкциях для начала монтажа опалубки. Особенности монтажа опалубки тесно связаны с ее конструкцией и отображают основные технологические операции, отличающие данный тип опалубочной системы. Количество и вид арматурных работ зависят от типа армирования, наличия закладных деталей, каркасов и жесткой арматуры. Способы подачи бетонной смеси определяются степенью механизации процесса бетонирования и возможностью применения опалубки в различных строительных условиях.

Руководствуясь наличием признаков опалубочных систем, был произведен сравнительный анализ существующих решений. Для удобства рассмотрения опалубке были присвоены номера (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ существующих решений

№	Наименование
1	Гордилов О.Г. Несъемная панельная опалубка монолитного перекрытия
2	Виноходов О.А. Монолитное перекрытие
3	Шестопалов Е.Г. Монолитное перекрытие
4	Swedeck combined shuttering and reinforcement system
5	Анпилов С.М. Несъемная опалубка монолитного перекрытия
6	Ратко Пантович, Божидар Милославльевич Перекрытие, блок несъемной опалубки перекрытия и элемент несъемной опалубки перекрытия
7	Павлов В.В. Несъемная подвесная опалубка
8	Лосев Ю.Г. Перекрытие
9	Рахманов В.А. Сборно-монолитное перекрытие

Составлено авторами

Анализ осуществлялся по трем основным группам показателей: функциям, конструкции опалубки и технологическим особенностям. Функции опалубок сравнивались по области применения, влиянию на физические характеристики и коэффициент армирования готового перекрытия, тип поверхности потолка. По области применения все опалубки за исключением конструкций 6 и 9 применимы только в условиях нового строительства или реконструкции существующих конструкций без стесненных условий ввиду большого размера отдельных элементов. Опалубки 6 и 9 состоят из малоразмерных элементов и могут применяться для проведения работ в закрытых помещениях. Влияние на физические характеристики оценивалось при наличии тепло- и шумоизоляционных качеств материалов конструкции опалубки. Так опалубки 6 и 8 улучшают теплоизоляционные свойства за счет материалов заполнителя межбалочного пространства, а опалубки 7 и 9 создают сплошной изоляционный слой в плите перекрытия. Тип поверхности определяет готовность потолка к проведению отделочных работ. Опалубки 1, 2 и 3, выполненные из профилированного настила, образуют поверхность с гофрами, что позволяет осуществлять прокладку электрических и слаботочных сетей без штрабления, закрывать их в последствии натяжным или подвесным потоком. Это делает возможным применение данной технологии при строительстве общественных, офисных и промышленных зданий. Использование подобной системы в жилищном домостроении требует дополнительного обсуждения. Опалубки 4 и 5, применяются для устройства ребристых перекрытий. Данное решение разумно применять для общественных и промышленных зданий, где в качестве отделки используют подвесные кассетные и решетчатые потолки, прокладку инженерных коммуникаций осуществляют внутри П-образных элементов опалубки. Подвесная опалубка 6, 7 и 9 обеспечивают плите перекрытия ровную поверхность. Опалубка 8 образует сводчатое перекрытие готовое к проведению отделочных работ, однако ввиду своей формы имеет специфическое применение. Изменение коэффициента армирования плиты перекрытия в опалубках 1, 2 и 3 осуществляется за счет замены нижней сетки армирования

профилированным настилом, в опалубке 5 коэффициент армирования увеличивается из-за наличия жесткой арматуры в виде сварных ферм. Сопоставление конструктивных особенностей основывалось на оценке работы опалубки в сечении плиты перекрытия и типа возводимого перекрытия. Опалубки 1, 2 и 3 выполнены на основе профилированного настила и могут за счет его жесткости заменить либо все нижнее армирование плиты перекрытия, либо его часть. Опалубки 4, 5, 6 имеют в своем составе несущие балки, заменяющие часть армирования плиты перекрытия. Конструкция опалубок 7, 8, 9 не предусматривает их учет в восприятии нагрузки.

Таблица 2

Сводные результаты анализа

Сравниваемые показатели		Опалубка									Примечание	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Функция	Область применения	×	×	×	×	×		×	×		Новое строительство, реконструкция без стесненных условий	
								×			×	Новое строительство, реконструкция в том числе в стесненных условиях
	Улучшение физических характеристик конструкции							×		×	×	Обеспечивается материалом палубы и заполнителя
		×	×	×	×	×						Обеспечивается материалом заполнителя
	Тип поверхности потолка	×	×	×	×							Не обеспечивается
										×		Ребристая форма потолка
										×		Сводчатая поверхность потолка
	Снижение коэффициента армирования					×	×	×		×		Ровная поверхность потолка
		×	×	×								За счет жесткости проф. настила и преднапряженной арматуры
				×								За счет жесткости профнастила
					×						Повышение количества стали в деле за счет жесткой арматуры в виде ферм	
Конструкция	Работа опалубки в сечении плиты	×	×	×							Снижения арматуры в деле нет	
					×	×	×				Работа палубы в сечении за счет профнастила	
								×	×	×	Палуба участвует в работе сечения	
	Тип перекрытия								×	×	×	Работа палубы в сечении не рассматривается
					×	×	×					Ребристое перекрытие
		×	×	×								Плоское перекрытие
Технология	Вид подготовительных работ								×	×	Сводчатая распорная конструкция	
		×	×	×							Плоское перекрытие армированное профнастилом	
		×	×	×	×	×	×	×			Необходима поверхность опирания по периметру перекрытия	
		×	×	×							Необходимо устройство поперечных балок и периметра из стальных балок	
	Тип арматурных работы						×	×			Подготовка опорной поверхности, устройство выпусков из стен	
									×	×	При реконструкции требуется устройство штрабы по периметру	
		×	×		×		×	×		×	Верхняя и/или нижняя сетка, местные усиления	
						×	×	×			Арматурные каркасы.	
				×							Применение преднапряженной арматуры	
									×	×	Стержни нижней сетки монтируются в отверстия опалубки	
Подача бетонной смеси	×	×	×				×		×	Автоматизированные способы подачи смеси		
				×	×	×		×		Автоматизированные способы подачи смеси, или ручной замес		

Составлено авторами

По типу изготавливаемого перекрытия опалубки делятся на конструкции для изготовления плоских перекрытий (7, 9), плоских перекрытий, армированных профилированным настилом (1–3), ребристых перекрытий (4–6) и арочных перекрытий (8). Сравнение технологических показателей производилось по видам подготовительных и арматурных работ, способу подачи бетонной смеси. Все рассматриваемые опалубки требуют либо устройства полноценной опорной конструкции (1–7), либо штробы (8 и 9). Для конструкций с использованием профилированного настила (1–3) необходима установка дополнительных поперечных балок из стального проката. Для опалубок 6 и 7 предусматривают крепления дополнительных выпусков арматуры из стен химическими анкерами. По виду арматурных работ в рассматриваемых опалубках может быть выполнено армирование двумя сетками (1, 2, 4, 6–8), пространственными каркасами (5–7) и отдельными стержнями (8, 9). Подача бетонной смеси в конструкцию опалубки может быть осуществлена механизировано (1–3, 7, 9) или вручную (4–6, 8). В таблице 2 представлены сводные результаты анализа.

Результаты анализа

Работа опалубки в сечении плиты перекрытия обеспечивается либо элементами готового арматурного каркаса как в случае с ребристыми перекрытиями (4–6) и подвесной системой (7), либо за счет профилированного настила (1–3). Работа самой палубы на изгиб может быть учтена только в опалубках из профилированного настила. Образующая свод палуба (8) работает на сжатие в распоре, что является оптимальным типом нагрузки на бетонные изделия, однако, данное решение имеет ограниченное применение ввиду формы готового перекрытия. По конструкции опалубку можно разделить на унифицированную и многоэлементную. В многоэлементных опалубках имеется как минимум два различных элемента, чаще всего это палуба и каркас, унифицированные имеют только один типовой элемент (арматурные стержни и сетки, монтируемые отдельно, не учитываются). К унифицированным опалубкам относятся опалубки из профилированного настила (1–3) и блочная несъемная опалубка (9). Большинство вариантов рассмотренных опалубок требуют, в том или ином виде, устройства временных поддерживающих конструкций. Исключение — подвесная опалубка и опалубки из профилированного настила для малых пролетах. Балочные и опалубки из профилированного настила в зависимости от величины пролета требуют устройства распределяющих балок из стального проката. Опирающие конструкции по периметру осуществляются на установленные прокатные балки, существующие конструкции стен или на специально прорезанную штрабу. Эта особенность может быть связана с необходимостью проведения дополнительных работ. Также для опалубки ребристых плит для ее защиты от разрушения при выполнении арматурных и бетонных работ необходимо устройство временных дорожек поверх блоков заполнителя.

Для опалубки ребристых перекрытий (4–6) используют арматурные каркасы в виде балок заводского изготовления, что снижает трудоемкость арматурных работ. Остальные операции процессов арматурных работ аналогичны применяемым при устройстве монолитных перекрытий в разборной переставной опалубке. Подача бетонной смеси в конструкции опалубки может осуществляться механизированными способами с применением бункеров или бетононасосов более удобных при реконструкции. Однако блочная опалубка (9) допускает изготовление плит перекрытий ручным замесом ввиду малого количества бетона в деле, что дает некоторые преимущества при производстве работ в стесненных условиях.

Заключение

Исследование существующих опалубок перекрытий относительно их основных функциональных, конструктивных и технологических особенностей позволяют определить

направление возможного совершенствования конструкций, ключевые особенности для разных перекрытий, а также область применения опалубок относительно условий строительной площадки. В результате сравнительного анализа определены элементы конструкции, обеспечивающие работу несъемной опалубки в сечении плиты перекрытия, установлены способы снижения коэффициента армирования, обозначены характерные для устройства разных перекрытий и опалубок перечни подготовительных, арматурных и бетонных работ. Полученные результаты могут быть использованы для определения и последующей оценки количественных и качественных показателей эффективности применения несъемной опалубки, оценки технологичности существующих и новых решений, разработки системы отбора перспективных конструкций с учетом условий их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лобода Д.В. Анализ эффективности несъемных опалубок для возведения ограждающих конструкций многоэтажных каркасных зданий с безбалочными перекрытиями / Д.В. Лобода // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, Белгород, 25–27 мая 2020 года. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. — С. 543–549.
2. Kinga Brózda, Jacek Selejdak, Peter Koteš / The GFRP profiles as stay-in-place formwork / E3S Web of Conferences 49(3) / E3S Web of Conferences 49(3).
3. 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.
4. Reema Goyal, Abhijit Mukherjee, Shweta Goyal / An investigation on bond between FRP stay-in-place formwork and concrete / Construction and Building Materials 113: 741–751 / DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.03.124.
5. Монолитные перекрытия зданий и сооружений. / И.В. Санников, В.А. Величко, С.В. Соломонов, Г.Е. Бимбад., М.Г. Томильцев. — К. Будівельник, 1991 — 152 с. ISBN 5-7705-0351-3.
6. Селяев В.П. Комбинированные сборно-монолитные перекрытия на основе предварительно напряженных железобетонных балок безопалубочного формования / В.П. Селяев, В.В. Цыганов, И.Ю. Уткин // Региональная архитектура и строительство. — 2012. — № 3. — С. 5–11.
7. Тесля В.А. Ребристые железобетонные монолитные перекрытия / В.А. Тесля // Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2010. — № 6(82). — С. 165–168.
8. Колесников В.А. Часторебристые сборно-монолитные перекрытия системы Марко / В.А. Колесников // Международный студенческий строительный форум — 2018 (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова): Сборник докладов. В 2-х томах, Белгород, 26 ноября 2018 года. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. — С. 250–255.
9. Абакумов Р.Г. Виды сборно-монолитных перекрытий и возможности их использования при воспроизводстве зданий / Р.Г. Абакумов, М. Я.А. Аль Киари // Инновационная наука. — 2017. — № 2–1. — С. 25–27.
10. Гайдуков П.В. Перспективы применения несъемной опалубки для устройства перекрытий малоэтажных зданий в стесненных условиях / П.В. Гайдуков, Е.М. Пугач // Вестник евразийской науки. — 2020. — Т. 12. — № 1. — С. 5.

Gaidukov Pavel Vladimirovich

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
E-mail: Gaidukov.p.v@yandex.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=951399

Pugach Evgeniy Mihailovich

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
E-mail: Tsp-tvz@mail.ru

Features of the use of stay in place floor formwork

Abstract. The article discusses the main functions of stay in place formwork in modern construction. Existing solutions are presented, functional and design features of fixed formwork systems are determined. As an object of research, formwork made of profiled flooring, ribbed ceilings, suspended, arched and block permanent formwork were considered. Based on the identified features of the use and the device, a comparative analysis was made. The functionality of a fixed formwork determines its scope of application, the need to influence the physical characteristics of the finished floor, the reduction of the reinforcement coefficient and the type of ceiling surface. The design features of the permanent formwork are expressed in the type of floor slab being manufactured, the possibility of its operation in the design section, the technical solution, the need for additional work, including the installation of supporting scaffolding. Technological features determine the composition and content of preparatory processes, installation of formwork, reinforcement work, methods of feeding concrete mix and intensification of concrete strength gain. The analysis is based on a comparison of the characteristics of existing systems of fixed formwork with its main functions. The results of the comparative analysis were: the determination of various structural elements that ensure the operation of a fixed formwork in the section of the floor slab; the establishment of ways to reduce the reinforcement coefficient; designation of the list of preparatory, reinforcement and concrete works characteristic of the device of each type of floors and formwork. The results obtained can be used to determine and further evaluate quantitative and qualitative indicators of the effectiveness of the use of fixed formwork, assess the manufacturability of existing solutions, develop new structures, and a system for selecting formwork taking into account the conditions of its use.

Keywords: stay in place slab formwork; structural features of stay in place slab formwork; functional features of stay in place formwork; technological features of stay in place floor formwork; characteristics of stay in place formwork; beam stay in place formwork; stay in place formwork made of profiled flooring; stay in place work of ribbed floors