

УДК 69.057.5:692.5

*А.И. Менейлюк, д.т.н.; А.А. Остапчук, ОГАСА, г. Одесса**В.В. Таран, к.т.н., ДонНАСА, г. Донецк***ОБЛЕГЧЕННЫЕ МОНОЛИТНЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ ДЛЯ ЗДАНИЙ С "ГИБКОЙ ПЛАНИРОВКОЙ"****АННОТАЦИЯ**

Статья посвящена анализу зарубежных и разработанных в Украине инновационных технологий возведения облегченных монолитных плит перекрытий для зданий с "гибкой планировкой". Установлены основные требования по изготовлению пустотных монолитных плит. Представлена последовательность бетонирования облегченных перекрытий. Приведены сравнительные показатели по трудоемкости бетонирования сплошного и облегченного перекрытия.

Ключевые слова: монолитное перекрытие, пустотообразователи, бетонирование, здания с "гибкой планировкой".

Сегодня стали популярными здания, состоящие из железобетонного каркаса и монолитных перекрытий. Они позволяют изменять планировочное решение в процессе их эксплуатации, поэтому такие объекты часто называют зданиями с "гибкой планировкой".

При их возведении существует задача облегчения монолитных перекрытий и покрытий. Проблема уменьшения массы монолитных перекрытий может быть решена устройством пустот в средней части толщины монолитного железобетонного диска.

Первым преимуществом плит с пустотами является увеличение жесткости за счет увеличения толщины. Повышение жесткости плит позволяет использовать их для перекрытий больших пролетов.

Снижение собственного веса монолитных перекрытий с пустотами делает возможным их применение при реконструкции зданий с надстройкой.

Третьим преимуществом монолитных плит перекрытий с пустотами является снижение материалоемкости основных составляющих: бетона и арматурной стали.

Поэтому цель настоящей работы — представить результаты анализа современных технологий устройства облегченных монолитных перекрытий и

покрытий, выявить их особенности и основные требования, которые необходимо соблюдать при реализации этих технологий.

В последние годы появились новые конструктивно-технологические решения таких плит. Технология устройства облегченных монолитных перекрытий подразумевает использование специальной опалубки с пустотообразователями или вкладышей в виде колпаков, шаров, труб или призм. В каждом из решений есть свои особенности.

Для изготовления монолитных плит с пустотами используется опалубка U-BootBeton. (рис.1) [1] производства итальянской компании Daliform Group, которая занимает лидирующие позиции в сфере создания и производства пластмассовых изделий для строительства. Она изготавливается из рециклированного полипропилена и разработана для создания облегченных двунаправленных перекрытий и оснований из железобетона. Использование опалубки U-BootBeton позволяет устраивать плиты с пустотами в толщине перекрытия. В действительности, благодаря наличию конической подъемной ножки, погружая опалубку U-BootBeton в бетон, получается решетка ортогональных балок (закрытых с верхней и нижней сторон плоским листом), выполненных единой заливкой. Такая опалубка позволяет достичь значительной экономии бетона и стали.

U-BootBeton позволяет устраивать перекрытия в зданиях с большими проемами или выдерживающими большие нагрузки без балок.

Такая опалубка с пустотообразователями проста в установке, требует небольших трудозатрат. Благодаря своей модульности, позволяет проектировщику изменять по желанию геометрические параметры для адаптации к различным ситуациям с большой архитектурной свободой.

Конструктивная система U-BootBeton особенно хорошо подходит для сооружений башенного типа, коммерческих центров, паркингов, административных и жилых зданий, промышленных объектов.

Вторым представителем компании Daliform Group является модульная опалубка из полипропилена U-BahnBeton (рис.2) [1]. Эта система представляет собой идеальное решение для реализации облегченных однонаправленных перекрытий для всех типов конструкций: жилых, коммерческих, административных и промышленных зданий.

Конструктивной особенностью данной системы является соединение элементов внахлест, что

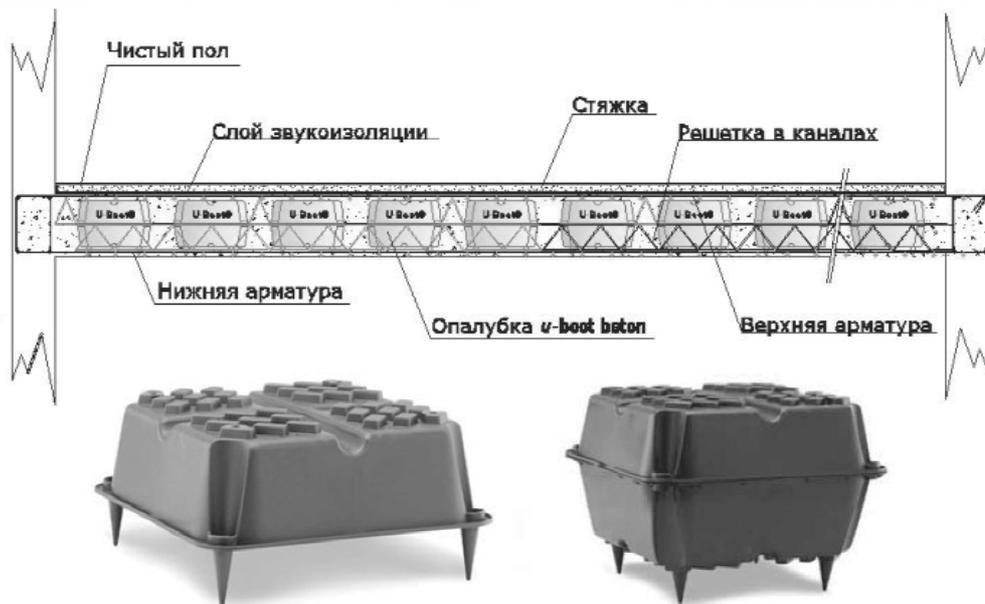


Рис. 1. Устройство монолитного перекрытия при помощи системы U-Bootbeton

обеспечивает создание балок любой длины. Благодаря коническим подъемным ножкам, во время бетонирования создаются балки одинаковой толщины и высоты, параллельные друг другу, закрытые с обеих сторон плоскими пластинами; все это способствует значительной экономии бетона и стали, а также защите от возгорания по сравнению с другими облегчающими элементами из вспученного полистирола.

Опалубка U-Bahn Beton является удобной при установке, рациональной при использовании, не боится непогоды и является легкой для складирования на строительной площадке с минимальными габаритами. Вопреки тому, что происходит с классическими пустотелыми блоками из керамики, пространство, создаваемое U-Bahn Beton, может использоваться для проводки кабелей и инженерных сетей.

Особый тип применения U-Bahn Beton соответствует конструкциям, выполненным при помощи так называемой технологии 'top-down' (с отсеками

или слоями), где вместо того, чтобы работа осуществлялась снизу вверх, она осуществляется сверху вниз: сначала создается перекрытие, а затем ведутся земляные работы. Для строительства паркингов в городских исторических центрах часто используют данную технологию, в связи с многочисленными ограничениями, связанными с застройкой, а также необходимостью быстрого восстановления движения. В таких случаях важную роль играет возможность обеспечения строительной площадки легким и малообъемным материалом.

Бетонирование перекрытий системами U-Boot Beton и U-Bahn Beton производится в два этапа с целью предупреждения возможного "плавания" облегчающих элементов: первый слой бетонной смеси заливается до заполнения толщины, равной высоте подъемной ножки. Заливка первой части перекрытия осуществляется до начала схватывания бетона. После достижения соответствующего уровня схватывания можно завершить заливку, полностью покрывая U-Boot Beton. Затем произ-

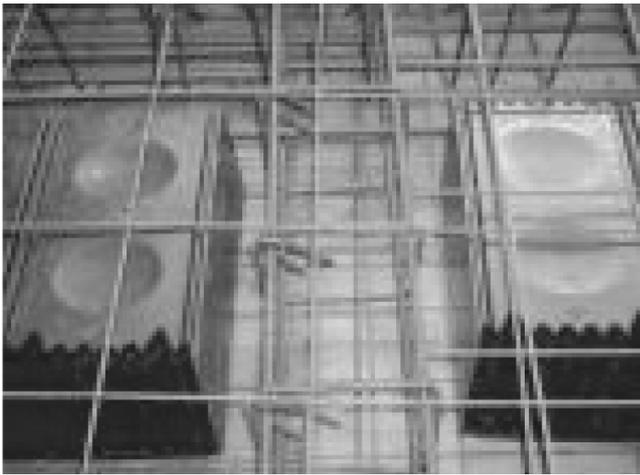


Рис. 2. Устройство монолитного перекрытия при помощи системы U-Bahn Beton

водится выравнивание и разглаживание традиционным способом (рис. 3).

В строительстве широко используются формы для устройства пустот в виде колпаков, перекрытия при этом выглядят как настоящие соты. В теле монолитной плиты устанавливают пластиковые полусферы (колпаки) куполом кверху — Веерплате (рис. 4) [2]. При такой конструкции пролеты плиты (расстояние между колоннами или стенами) могут быть увеличены до 10...16 м при увеличении толщины плиты до 35...60 см, снижая удельный расход бетона и арматуры на 30% по сравнению с плитами сплошного сечения.

При бетонировании плоских плит с пустотами в виде перевернутых колпаков бетонная смесь заполняет пространство внутри пластиковой оболочки, образуя защитный слой до 80 мм. Для контроля проникновения и заполнения смесью нижней зоны плиты в колпаках сверху предусмотрены отверстия, позволяющие при помощи специального "щупа" проверить уровень защитного слоя нижнего армирования (рис. 5).

Известен опыт устройства пустот в плитах с использованием в качестве форм пластмассовых полых шаров Bubble Deck (рис. 6) [3]. Конструктивно шары располагаются между нижней и верхней сет-

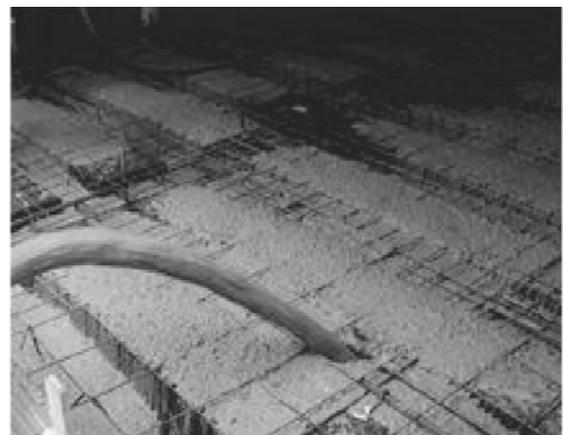
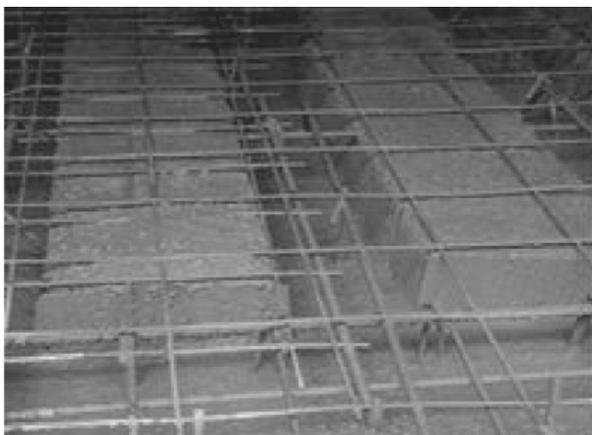


Рис. 3. Два этапа бетонирования облегченных перекрытий с использованием полипропиленовых систем

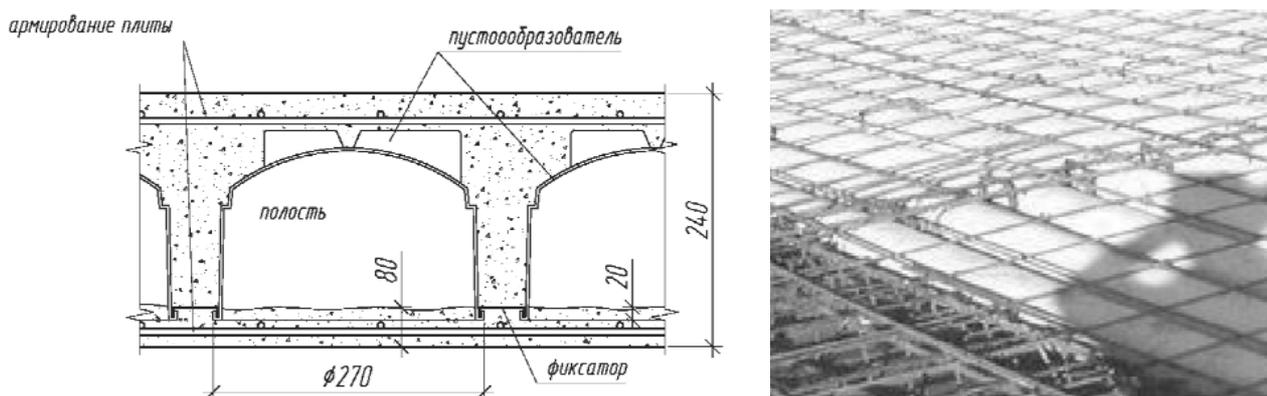


Рис. 4. Плоские плиты с вкладышами в виде перевернутых колпаков – Beeplate

ками арматуры. Размеры шаров подбираются в соответствии с размерами ячеек продольных и поперечных стержней арматуры с учетом толщины плиты таким образом, чтобы шары неподвижно фиксировались арматурными сетками и при этом обеспечивались нормальные защитные слои бетона.

В Украине разработаны другие инновационные решения по устройству облегченных перекрытий.

При возведении 17-этажного дома в г. Киеве по ул. Жилианской №59 были проведены натурные эксперименты возведения сплошных перекрытий с пустотами в виде труб (рис. 7) [4].

Технология бетонирования плоских плит с пустотами в виде труб и в виде шаров идентична. Заполнение бетонной смесью под легкими вкладышами осуществляется за счет всплытия легкого материала, заполненного воздухом. Образование защитного слоя для верхней арматуры осуществляется за счет дополнительной фиксации вкладышей (рис. 8).

Во время реконструкции дома с надстройкой в г. Донецке по пр. Дзержинского было предложено

и внедрено новое конструктивно-технологическое решение устройства монолитных плит перекрытий с пустотами в виде призм из пенополистирола (рис. 9) [5].

Как показали исследования этой технологии [6], при образовании пустот в плитах перекрытия с помощью современных систем изменяется не только материалоемкость, но и трудоемкость ее устройства.

Установка и фиксация пустообразователей, контроль проникновения бетонной смеси в нижнюю зону армирования, обеспечение защитного слоя верхнего армирования перекрытия влекут увеличение затрат труда и продолжительности производства работ. В то же время, именно благодаря образованию пустот в монолитных плитах перекрытия экономится до 40% материалов, что значительно уменьшает себестоимость перекрытия в целом.

Проведены исследования затрат труда по бетонированию перекрытия с легкими вкладышами в виде пенополистирольных призм, на основании которых была определена продолжительность вы-

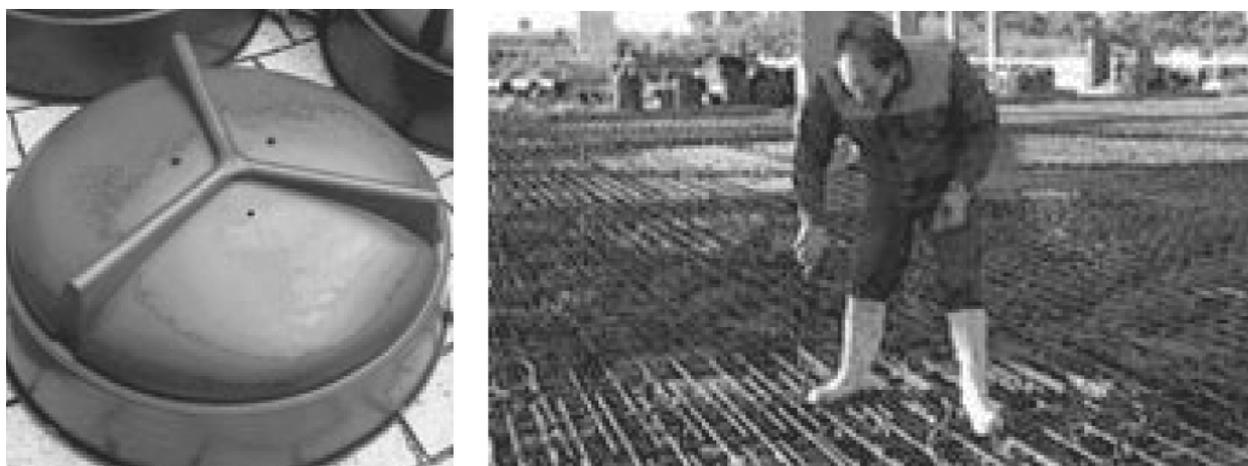


Рис. 5. Контроль заполнения бетонной смесью нижней зоны плиты перекрытия с пустотами в виде перевернутых колпаков

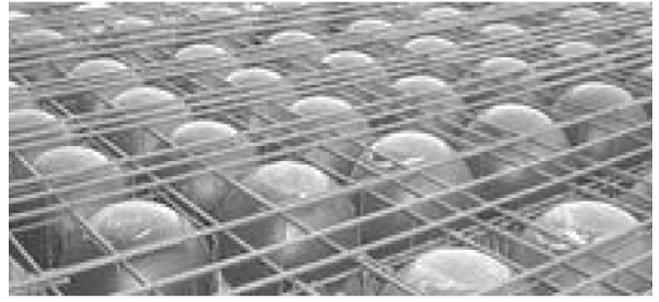
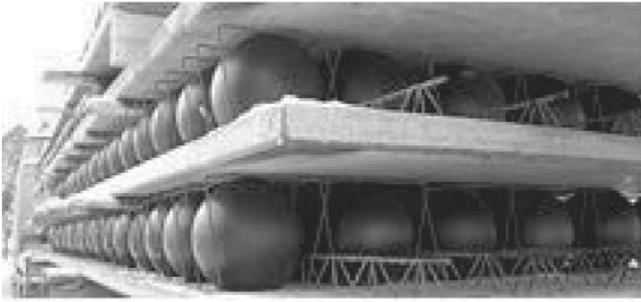


Рис. 6. Плоские плиты с вкладышами в виде шаров – Bubble Deck

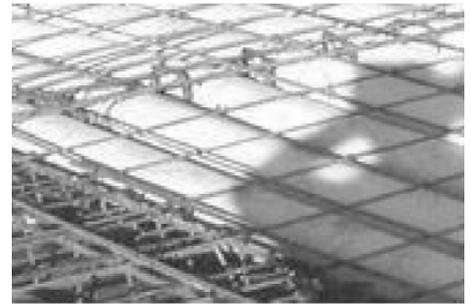
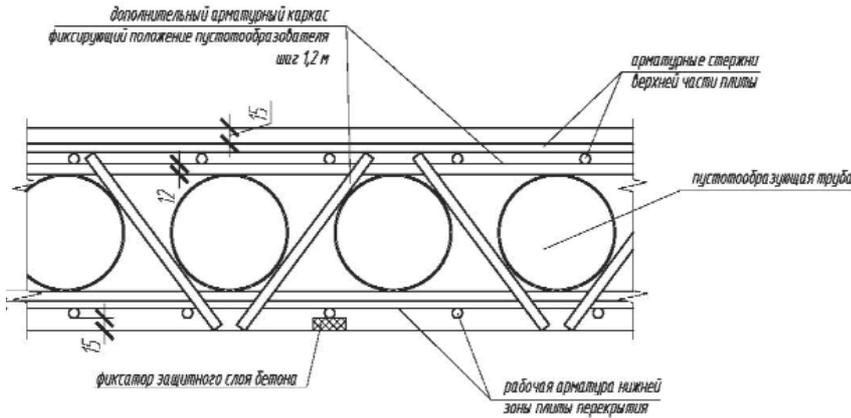


Рис. 7. Устройство монолитного перекрытия с пустотами в виде труб

полнения комплексного процесса на захватках при различных размерах призм пенополистирола: 0,8x0,8м, 0,9x0,9м, 1,0x1,0м, 1,1x1,1м, 1,2x1,2м.[6]. Как и в рассмотренных выше вариантах облегченных монолитных плит перекрытия бетонная смесь с осадкой конуса 10...13 см (подвижности ПЗ) подавалась непосредственно к месту укладки, разравнивалась и уплотнялась. Одновременно выполнялся контроль обеспечения защитного слоя нижней арматурной сетки (рис. 10). Через отверстия в призмах пустот выходил воздух, вытесняемый бетонной смесью со стороны опалубки. Фиксаторы верхнего защитного слоя арматуры предотвращали всплытие легких вкладышей, обеспечивая защитный слой верхнего армирования.

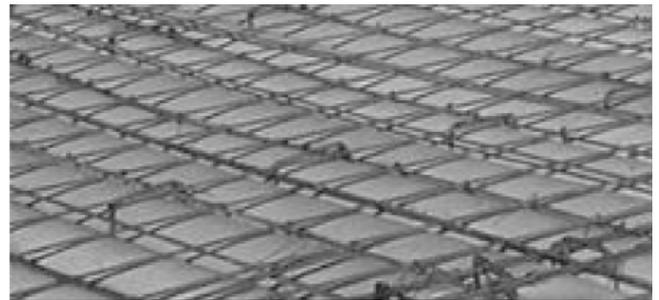


Рис. 8. Фиксация легких вкладышей в виде труб и шаров

Для комплексной оценки эффективности устройства разработанного облегченного перекрытия выполнено сравнение такой технологии с возведением монолитного перекрытия сплошного сечения. Для этого использован нормативный документ [7],

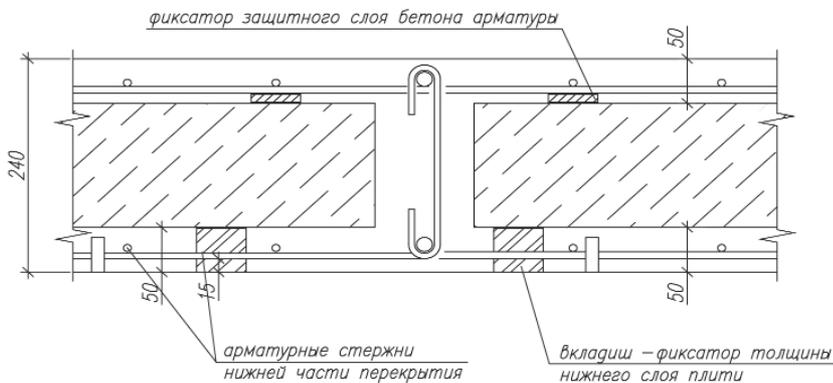


Рис. 9. Плоские плиты с вкладышами в виде прямоугольных пенополистирольных призм

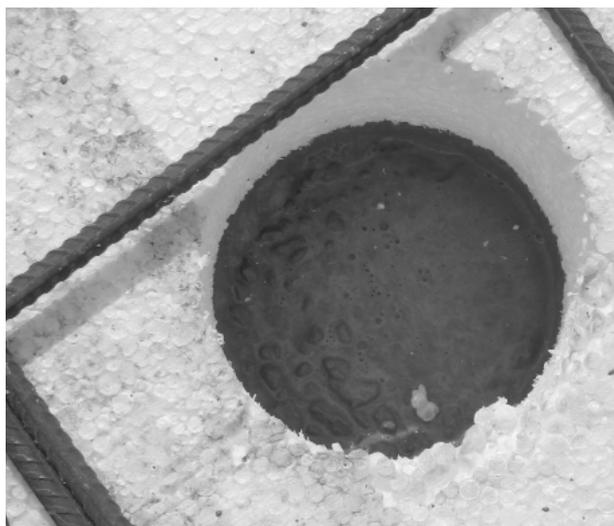


Рис. 10. Контроль заполнения бетонной смесью нижней зоны плиты перекрытия с пустотами в виде призм пенополистирола

который учитывает ресурсы на выполнение полного комплекса работ: разгрузку и транспортирование материалов и изделий от приобъектного склада к месту укладки или установки; установку и разборку лесов; установку, смазку и разборку опалубки, установку арматуры и арматурных изделий для железобетонных конструкций; укладку бетонной смеси с уплотнением; уход за бетоном; устройство временных усадочных, рабочих и деформационных швов.

При введении легких вкладышей изменяется вес монолитного перекрытия. Это влияет на процесс установки опалубки. В частности, изменяется количество элементов опалубки и их конструкция, время и трудоемкость выполнения процессов монтажа и демонтажа опалубки. Изменяется не вся конструкция опалубки, например, не изменяется площадь палубы, тогда как увеличивается шаг главных балок и стоек опалубки.

При устройстве облегченного перекрытия площадью 100 м² количество главных балок уменьшается на 9-20%, количество стоек — на 30-50% в сравнении с полнотелой плитой. Это, в свою очередь, сказывается на уменьшении затрат при покупке и транспортировке опалубочной системы для возведения здания в целом.

Для устройства предлагаемого перекрытия на строительную площадку доставляются и складываются: элементы опалубки, арматура и арматурные изделия, легкие вкладыши при устройстве облегченного перекрытия. Бетонная смесь доставляется и подается непосредственно к месту укладки. Условия доставки бетонной смеси для облегченных перекрытий и сплошного сечения одинаковы. Но в первом случае уменьшается количество транспортных средств в соответствии с уменьше-

нием объема бетона в конструкции. При этом на строительную площадку необходимо привезти и складировать легкие вкладыши.

Согласно [7] при устройстве перекрытий толщиной более 200 мм на высоте от опорной площадки до 6 м затраты труда рабочих-строителей на 100 м³ железобетона в деле составляют 833,75 чел. Трудоемкость устройства облегченного перекрытия в целом по отношению к сплошному перекрытию возрастает в 1,03...1,13 раза.

В результате достигнут экономический эффект по основным составляющим на 100 м² монолитной плиты с такими пустотами: расход бетона уменьшился на 4,3 м³, или на 21,5%; масса арматуры на 0,28т, или на 13,6%. Благодаря применению новой технологии масса монолитного перекрытия уменьшается на 20...25%.

Суммарный экономический эффект от внедрения новой технологии возведения облегченного перекрытия с призмами из пенополистирола по сравнению с полнотелым перекрытием составил 260,34 грн/м² с учетом стоимости транспортирования и складирования легких вкладышей, уменьшения расхода арматуры, бетона, стоек и балок опалубки.

Анализ технологий показывает что, при введении пустот в тело монолитных плит при их изготовлении следует соблюдать специальные требования.

— Обеспечение совместной работы арматуры и бетона плиты — п. 4.4.2.3 [8]. Защитный слой арматуры должен быть не менее диаметра рабочей арматуры, как с наружной стороны плиты, так и со стороны вкладыша.

— Габаритные размеры закладных материалов (пустот), их положение по отношению к арматуре и опалубке, подвижность бетонной смеси должны

обеспечивать проникновение последней по всей нижней части плит.

— Расположение закладных материалов (пустот) должно обеспечивать прочность наклонного сечения в местах опирания на стены или колонны. То есть пустоты не следует располагать в опорной зоне плит перекрытия. Так, при раскладке пустот возможно формирование балок в теле плиты, к которым может прикладываться местная повышенная нагрузка.

— Беспрепятственное удаление воздуха из нижней зоны плиты и возможность осуществления контроля проникновения бетонной смеси.

— Фиксация легких вкладышей (пустот) и арматурных изделий от всплытия при бетонировании.

Выводы:

1. Мировой опыт возведения монолитных железобетонных плит с пустотами показал их преимущества и перспективность развития этого направления.

2. Технология устройства облегченных монолитных перекрытий подразумевает использование специальной опалубки с пустотообразователями или вкладышей в виде колпаков, шаров, труб или призм.

3. Эффективность разработанной в Украине технологии устройства монолитной плиты перекрытия с вкладышами из призм пенополистирола в сравнении с полнотелым перекрытием составляет 260,34 грн/м².

При этом уменьшается:

— расход бетона — на 21,5%;

— масса арматуры — на 13,6%;

— масса облегченной монолитной плиты перекрытия — на 20...25%;

— количество опалубочных элементов — главных балок — на 9-20%;

— количество стоек — на 30-50%.

Увеличиваются:

— трудозатраты — на 3-13%

— складские расходы — на 2,5%

4. При устройстве облегченных монолитных перекрытий необходимо соблюдать требования, изложенные в статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Облегченные конструкции производства Daliform Group. -Режим доступа: www.daliform.com*

2. *Die BEEPLATE® ist ein Flachdecken system für große Spannweiten. www.beeplate.com.*

3. *Монолитные перекрытия с легкими вкладышами типа "шар". www.BubbleDeck-UK.com.*

4. *Артюх В.Г., Тонкачев Г.Н. Практика проектирования и устройства монолитных многослойных плит перекрытий/ Современное промышленное и гражданское строительство — ДНАСА — Макеевка, 2005. Том 1, №1. С. 5 — 11.*

5. *Плита перекрытия: Патент на корисну модель UA №32799, МПК (2006) E04B 5/00 E04B 5/08, Сопельник В.І., Сопельник К.В., Таран Р.А., Таран В.В.; заявлено 11.02.2008, Опуб. 26.05.2008, Бюл. №10.*

6. *Таран В.В., Определение затрат труда укладки призм пенополистирола в монолитное перекрытие/Вісник ДонНАБА, Вып — 3(83). — 2010. — С. 84 — 89.*

7. *ДБН Д.2.2-6-99. Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы. Сборник 6. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. — К.: Госстрой Украины, 2000. — 70 с.*

8. *ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. — К.: Мінрегіонбуд, 2011. — 71с.*

АНОТАЦІЯ

Стаття присвячена аналізу закордонних та розроблених в Україні інноваційних технологій зведення полегшених монолітних плит перекрытій для будівель з "гнучким плануванням". Встановлено основні вимоги до виготовлення порожнистих монолітних плит. Показана послідовність бетонування полегшених перекрытій. Наведено порівняльні показники щодо трудомісткості бетонування суцільного і полегшеного перекрыття.

Ключові слова: монолітне перекрыття, пустотоутворювачі, бетонування, будівлі з "гнучким плануванням".

ANNOTATION

The article is devoted to foreign and developed in Ukraine innovative technologies for the construction of lightweight monolithic slabs for buildings with "flexible layout." The basic requirements for the manufacture of hollow monolithic slabs were determined. The sequence of works for lightweight slab concreting are also represented. The comparative figures for labor concreting of solid and lightweight slabs are shown.

Keywords: monolithic overlapping, blockouts, concreting, buildings with "flexible planning"