

## ТЕХНОЛОГИИ ЗАМЕНЫ ПЕРЕКРЫТИЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

АФАНАСЬЕВ Г.А.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

***Аннотация.** Приведены технологии возведения железобетонных перекрытий с не извлекаемыми пустообразователями при выполнении капитального ремонта зданий с заменой деревянных перекрытий.*

*Использование пустообразователей позволяет снизить расход бетона, арматуры, сокращает продолжительность возведения и энергозатраты.*

*Установлены технологические особенности устройства перекрытий с цилиндрическими пустообразователями, шарообразной и эллиптической формы, в виде плоских пенополистирольных плит.*

*Адаптирована технология возведения перекрытий к условиям капитального ремонта зданий. Приведена технологическая последовательность производства работ с учетом стесненности условий рабочих зон.*

***Ключевые слова:** перекрытия по деревянным балкам, монолитные безбалочные перекрытия, укладка бетонной смеси, режим ухода за бетоном.*

## TECHNOLOGIES FOR REPLACEMENT OF BLOCKS WITH CAPITAL REPAIR OF MULTILEVEL BUILDINGS

AFANASYEV G.A.

Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

***Abstracts.** The technology of erection of reinforced concrete floors with non-removable core formers during the overhaul of buildings with the replacement of wooden floors.*

*The use of net formers allows to reduce the consumption of concrete, reinforcement, reduces the duration of construction and energy costs.*

*The technological features of the device of overlappings with cylindrical core formers, spherical and elliptical in the form of flat polystyrene plates are established.*

*Adapted technology for the construction of floors to the conditions of capital repairs of buildings. The technological sequence of work production, taking into account the constraints of the conditions of the working areas, is given.*

***Key words:** wooden beams overlappings, monolithic non-beamed overlappings, laying of concrete mix, care mode for concrete.*

В большинстве случаев основной причиной замены деревянных перекрытий жилых и гражданских зданий является повышенный износ конструкций, снижение несущей способности балок за счет поражения опорных частей грибком или гнилью, повышение пожароопасности вследствие использования горючих материалов.

Замена конструктивных элементов на негорючие (сталь, бетон и др.) является не только дорогостоящим и трудоемким видом работ, но и вносит определенные изменения в нагрузки на стены и принятие решения о материале и конструкции заменяемых перекрытий предшествует проверке несущей способности стен и фундаментов здания.

Повышение капитальности и огнестойкости ремонтируемых зданий достигается путем замены перекрытий на монолитные железобетонные.

В зависимости от величины пролета и состояния стен определяется конструктивное решение и расчетная схема с опиранием плиты по контуру или меньшей стороне на штрабы в кирпичных стенах. Основными недостатками безбалочных перекрытий являются повышенный расход бетона и арматуры, а также малая звукоизоляция, что характерно для монолитных перекрытий сплошного сечения.

При исследовании основных технологий возведения монолитных перекрытий автором разработано предложение по снижению расхода бетона путем использования пустообразователей в виде полимерных труб диаметром 160 мм и толщиной стенки 2,5-3,00 мм.

Трубы изготавливаются из полимерного материала вторичной переработки и имеют сравнительно низкую стоимость. Их установка производится в период вязки арматуры нижней и верхней зон плиты.

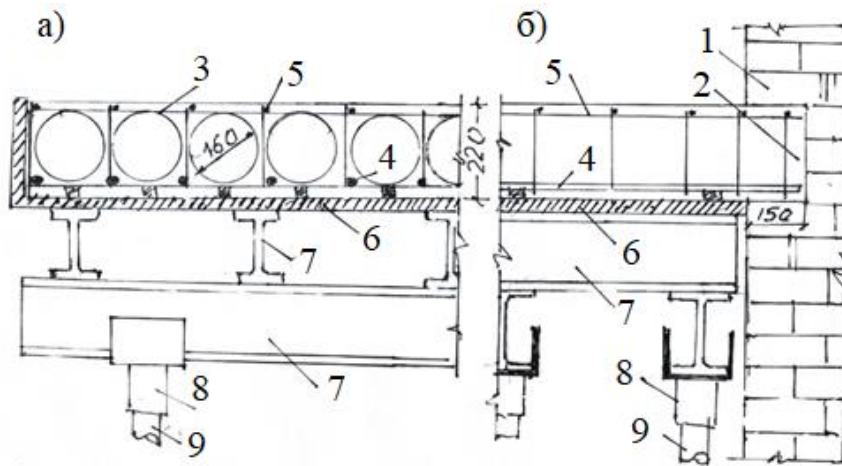
Для обеспечения проектного положения пустообразователи фиксируются к арматурному каркасу. Такое решение исключает деформацию и перемещение труб в процессе укладки и уплотнения бетонной смеси.

Открытые торцы труб закрываются полимерными заглушками для исключения попадания бетонной смеси.

Опорные элементы плит выполняются сплошного сечения и армируются стержнями.

Технология производства работ включает подготовительный период, состоящий из: демонтажа элементов деревянного перекрытия, с транспортировкой в зону складирования; подготовку мест опирания перекрытий на стены – устройство штраб; монтаж опалубки перекрытия; подача арматуры и ручной вязки каркасов с установкой пустообразователей; подача и укладка бетонной смеси автобетононасосом через оконные проемы; выдерживание бетона до получения распалубочной прочности.

На рис. 1 приведена конструктивно-технологическая схема устройства монолитного перекрытия с цилиндрическими пустообразователями. Особое внимание уделено образованию штраб и размещению опорных элементов на глубину до 150 мм. (рис. 1, б). При наличии кирпичной кладки с некоторыми дефектами опорная часть омоноличивается на толщину 5-6 см.



**Рисунок 1 - Технологическая схема возведения перекрытия с неизвлекаемыми пустообразователями:**

**а) поперечный; б) продольный разрез. 1- кирпичная стена; 2 – штраба;**

**3- циклические пустообразователи; 4 – арматура нижней зоны; 5 – тоже верхней;**

**6 – фанерная опалубка; 7 – балки; 8 – опорный элемент; 9 – телескопические стойки;**

Результаты исследований показали, что при использовании цилиндрических пустообразователей достигается объем пустот около 40% и до 15% снижается расход арматуры.

В зарубежной и отечественной практике строительства используются технологии устройства монолитных перекрытий с не извлекаемыми пустообразователями различных геометрических форм. Их актуальность и практическая ценность отражены в [1-7, 10,11].

Примером таких систем являются пустообразующие шары, эллипсоиды (Sobiax-Швейцария), призматические пустообразующие элементы (Noautilus – Испания) и др.

Пустообразователи вторичной переработки пластика заменяют часть бетона внутри железобетонного перекрытия и позволяют снизить расход бетона до 35% и 20% арматурной стали [3, 6, 7].

Принцип устройства пустообразователей состоит в максимальном вытеснении объема бетона из растянутой зоны плиты с сохранением вертикальных ребер, обеспечивающих несущую способность перекрытия.

Элементы перекрытий следует рассчитывать на прочность, на действие изгибающих и крутящих моментов, продольных и поперечных сил.

По второй группе предельного состояния предусматривает расчет по образованию трещин [4].

Пустотелые элементы объединяются в отдельные блоки и модули (рис. 2). Для эллиптической и шарообразной форм используют легкие арматурные каркасы из стали А-III Ø5 мм, которые фиксируют вкладыши в проектном положении. Они объединяются в отдельные блоки площадью от 0,5 до 3 м<sup>2</sup>.

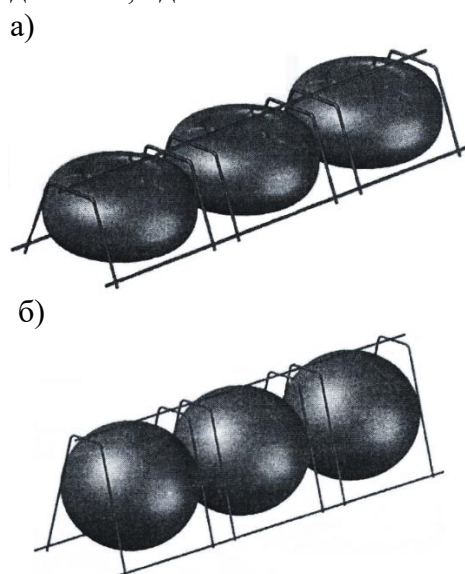


Рисунок 2 - Модули пустотелых элементов:  
а) – эллиптические; б) – шарообразные; 1 – линейные опорные каркасы

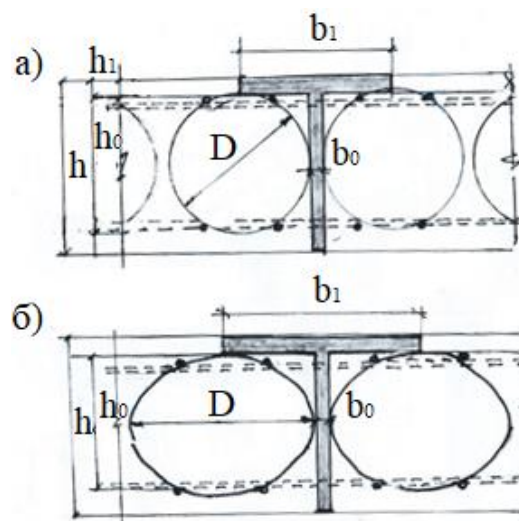


Рисунок 3 – Сферическая (а) и эллиптическая (б) формы вкладышей, расстояние между вкладышами и параметры перекрытия по системе Bubble Deck

Размеры пустообразователей выбираются с учетом толщины (высоты) плиты по конструктивным соображениям и с учетом соотношения размеров, приведенных на рис. 3.

Так, для плит перекрытий толщиной 220 мм применяют пустообразователи с высотой 120 мм, горизонтальным диаметром 315 мм, с расстоянием между гранями пустообразователей – 25 мм и осями – 350 мм. Расход бетона составляет 0,066 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.

С увеличением диаметра пустообразователей и соответственно толщины бетона между вкладышами возрастает несущая способность плит перекрытия. Так, для перекрытий толщиной 280 мм при диаметре вкладышей 225 мм толщина бетона между пустообразователями составляет 35 мм, перекрываемый пролет находится в пределах 7,0-9,0 м, расход бетона 0,084 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>; при толщине перекрытий 380 мм и диаметре вкладышей 315 мм перекрываемый пролет составляет 11,0 м, расход бетона 0,124 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> [10, 11].

Для большей высоты и несущей способности пустообразователи диаметром 480 мм и высотой 210 мм состоящие из нижней и верхней частей (рис. 4). Их сборка производится на строительной площадке с использованием шаблонов и защелок.



Рисунок 4 – Сборка вкладышей на строительной площадке

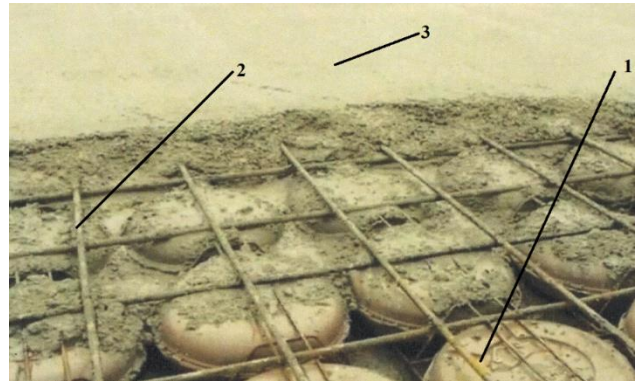


Рисунок 5 - Омоноличивание перекрытия.  
1 – пустотелые вкладыши; 2 – верхняя арматурная сетка; 3 – уложенная и уплотненная бетонная смесь

Технология производства работ состоит в устройстве щитовой опалубки, вязке нижнего ряда арматуры с установкой фиксаторов, монтаже модулей поверх стержней нижнего ряда, установке верхней рабочей арматуры поверх модулей.

Перекрытие изготавливается путем двухстадийного бетонирования. Такой прием позволяет исключить всплытие вкладышей. После набора прочности 1,0 – 1,5 МПа нижнего слоя фиксируют проектное положение модулей. Затем производят укладку второго слоя (рис.5).

Сопоставительный анализ данных монолитных перекрытий сплошного сечения и при использовании шарообразных и овальных пустообразователей показал снижение расхода бетона на 25-28% и стали на 17,0-23,0% соответственно [3,5,6].

Перекрытия обладают большей звукоизоляцией, что обеспечивает комфортные условия проживания и эксплуатации.

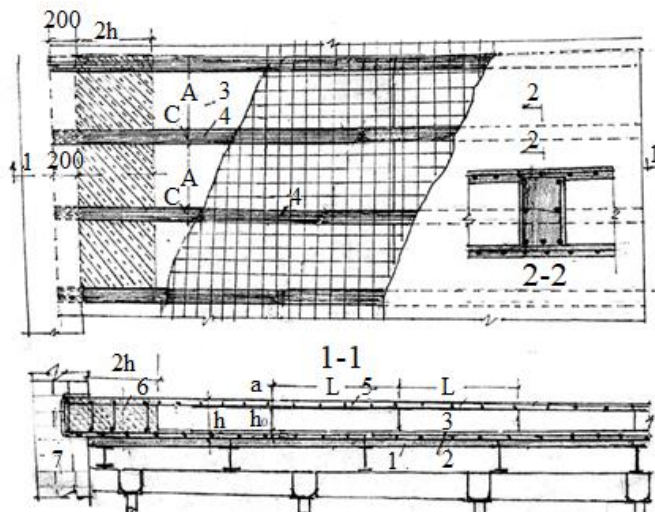


Рисунок 6 Технологическая схема перекрытий с пенополистирольными плитами – вкладышами:  
1- палуба; 2 – нижний слой армобетона;  
3 – пенополистирольные плиты; 5 – верхний слой армобетона; 6 – монолитная опорная часть плиты;  
7 – стена со штрабой

Монолитные плиты с пустообразователями эффективно воспринимают и передают горизонтальные нагрузки, обеспечивают собственную пространственную работу вертикальных и горизонтальных конструкций.

В тоже время отмечается достаточно высокая трудоемкость и монотонность ручного труда по установке пустообразователей, что приводит к увеличению продолжительности работ или количества рабочих.

Повышение технологичности производства работ может быть достигнуто путем использования в качестве неизвлекаемых пустообразователей из пенополистирольных плит плотностью 30...50кг/м<sup>3</sup>. Их низкая плотность мало влияет на изменение массы перекрытий, но обеспечивает снижение расхода бетона, равное объему вкладышей [5].

Этим достигается снижение массы перекрытий при сохранении несущей способности. Общая конструктивно-технологическая схема облегченного перекрытия представлена на рис. 6.

Она включает нижнюю монолитную армированную плиту, на которой размещают пенополистирольные плиты, формирующие продольные балки. Они образуются в результате установки плит с промежутком, включая верхний слой железобетона. Установка плит производится с использованием шаблонов, определяющих толщину балок и ее высоту.

Первоначально производится армирование и бетонирование нижней зоны перекрытия. Затем устанавливаются плиты. Для исключения всплытия они нагружаются, что обеспечивает хорошую адгезию с бетонной смесью. Пригрузы удаляются после достижения прочности бетоном 1,0...1,25 МПа. Затем производят армирование балок, опорных зон проектными армокаркасами и поверхности плит.

Следующим этапом производства работ является укладка и уплотнение бетонной смеси и затем поверх армированной поверхности плит.

В результате достигается дополнительное сцепление слоев смеси и повышение ее однородности.

Для омоноличивания конструкций применяют модифицированные бетоны класса В25-В30. Используют смеси с крупностью 5-10мм и подвижностью ПЗ-П4.

Для повышения физико-механических характеристик и скорости набора прочности используют химические добавки в объеме 0,3...0,5% от массы цемента. Для ускоренного набора прочности производят прогрев греющими проводами, термоактивными матами и другими средствами с формированием тепловых полей не выше 50 °С. Такая температура исключает плавление и деформацию блоков ППС.

### Выводы

-Разработана технология замены перекрытий в стесненных условиях капитального ремонта жилых и административных зданий с использованием неизвлекаемых пустообразователей и пенополистирольных плит, позволяющих повысить надежность и капитальность зданий, сократить расход бетона и арматуры, снизить продолжительность работ на 18-20%. Сокращение расхода бетона и арматуры снижает себестоимость производства работ и общую массу конструкций перекрытия существенно повышает технико-экономические показатели.

- Применение высококачественных модифицированных бетонных смесей позволяет получать распалубочную прочность конструкций в возрасте 24-36 ч.

- Подача и укладка смеси бетононасосом обеспечивает снижение трудоемкости и продолжительности бетонных работ до 30%.

- Адаптация технологий к условиям капитального ремонта решает ряд важных задач народного хозяйства.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрявцев А.В., Головин А.Г. Устройство монолитных перекрытий с не извлекаемыми пустообразователями для уменьшения материалоемкости конструкций // Сборник трудов VII Всероссийской конференции «Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов». М., 2015. С. 220-225
2. Зайцев Ю.В. Легкие бетонные перекрытия (Легко, экономично, экологично) // Вестник Российского союза строителей. 2015. № 2. С. 20-21.
3. Cobiax Technologies A.G. URL: <http://www.cobiax.com/start-seite>.
4. Сенин Н.И., Головин Н.Г., Силантьев А.С. Рекомендации по расчету монолитных безбалочных плит перекрытий с пустообразователями «Cobiax». М.: МГСУ, 2014, 119с.
5. Егоров П.И., Тереза Е.А. Анализ расчета монолитной плиты перекрытия с пустообразователями прямоугольной формы // Ученые заметки ТОГУ. 2016. №1. С 378 – 382.
6. Гильмутдинова Л.Р., Головин Н.Г. Применение пустообразователей в монолитных перекрытиях многоэтажных зданий важный фактор снижения материалоемкости и нагрузок на конструкции здания // Сборник докладов «Научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры». М.: МГСУ, 2015. С. 88-90.

7. Глотов Д.А., Лоскутов И.С., Кантур О.В. Монолитные пустотные перекрытия в строительстве зданий // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. № 3. С. 66-71.
8. Грановский А.В., Чупанов М.Р. Экспериментальные исследования несущей способности плит перекрытий кессонного типа // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 5. С. 43-48.
9. Малахова А.Н. Пустотные кессонные плиты перекрытий монолитных многоэтажных зданий // Вестник МГСУ. 2016. № 6. С. 15-24.
10. Технология Rubbledeck. URL: <https://maestro.ru/Novosti/merhduetazhnye-perekrylya-stannt-legkimi-i-ehonomiechnymi>.
11. Rubbledeck System. URL: <http://bub-bledeck-un.com/>

### REFERENCES

1. Kudryavtsev A.V., Golovin A.G. Ustroystvo monolitnykh perekrytiy s ne izvlekayemyimi pustobrazovatelyami dlya umen'sheniya materialoyemkosti konstruksiy [The device of monolithic overlappings with not retrievable holders for reducing the material consumption of structures]. Sbornik trudov VII Vserossiyskoy konferentsii "Nauchnaya initsiativa inostrannykh studentov i aspirantov rossiyskikh vuzov" [Proceedings of the VII All-Russian Conference "Scientific initiative of foreign students and graduate students of Russian universities"]. Moscow, 2015. Pp. 220-225
2. Zaytsev Yu.V. Legkiye betonnyye perekrytiya (Legko, ekonomichno, ekologichno) [Light concrete floors (Easy, economical, eco-friendly)]. *Vestnik Rossiyskogo soyuza stroiteley*. 2015. No 2. Pp. 20-21.
3. Cobiax Technologies A.G. URL: <http://www.cobiax.com/start-seite>.
4. Senin N.I., Golovin N.G., Silant'yev A.S. Rekomendatsii po raschetu monolitnykh bezbalochnykh plit perekrytiy s pustotoobrazovatelyami «Cobiax» [Recommendations for the calculation of monolithic girderless slabs with hollow cores "Cobiax"]. Moscow: MGSU, 2014, 119 p.
5. Yegorov P.I., Tereza Ye.A. Analiz rascheta monolitnoy plity perekrytiya s pustotoobrazovatelyami pryamougol'noy formy [Analysis of the calculation of the monolithic floor slab with rectangular hollow cores]. *Uchenyye zametki TOGU*. 2016. No 1. Pp. 378 – 382.
6. Gil'mutdinova L.R., Golovin N.G. Primeneniye pustotoobrazovateley v monolitnykh perekrytyakh mnogoetazhnykh zdaniy vazhnyy faktor snizheniya materialoyemkosti i nagruzok na konstruksii zdaniya [The use of hollow cores in monolithic floors of multi-storey buildings is an important factor in reducing material consumption and loads on building structures]. Sbornik dokladov "Nauchno-tehnicheskoy konferentsii po itogam nauchno-issledovatel'skikh rabot studentov instituta stroitel'stva i arkhitektury" [Collection of reports "Scientific and Technical Conference on the results of research works of students of the Institute of Construction and Architecture"]. Moscow: MGSU, 2015. Pp. 88-90.
7. Glotov D.A., Loskutov I.S., Kantur O.V. Monolitnyye pustotnyye perekrytiya v stroitel'stve zdaniy [Monolithic hollow floors in the construction of buildings]. *Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruksiy i sooruzheniy*. 2012. No 3. Pp. 66-71.
8. Granovskiy A.V., Chupanov M.R. Eksperimental'nyye issledovaniya nesushchey sposobnosti plit perekrytiy kessonnogo tipa [Experimental studies of the carrying capacity of slabs of caisson type ceilings]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo*. 2015. No 5. Pp. 43-48.
9. Malakhova A.N. Pustotnyye kessonnyye plity perekrytiy monolitnykh mnogoetazhnykh zdaniy [Void caisson plates of floors of monolithic multi-storey buildings]. *Vestnik MGSU*. 2016. No 6. Pp. 15-24.
10. Tekhnologiya Rubbledeck. URL: <https://maestro.ru/Novosti/merhduetazhnye-perekrylya-stannt-legkimi-i-ehonomiechnymi>.
11. Rubbledeck System. URL: <http://bub-bledeck-un.com/>

### Информация об авторах

#### Афанасьев Григорий Александрович

ФГБОУ ВО НИУ «Московский государственный строительный университет», г. Москва  
Кандидат экономических наук  
[gregoria@mail.ru](mailto:gregoria@mail.ru)

### Information about authors:

#### Afanasyev Grigory A.

Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia,  
Cand. Economy Sc.,  
E-mail: [gregoria@mail.ru](mailto:gregoria@mail.ru)