

УДК 621.643.23:624.012.45.001.13

ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗВЕДЕНИЯ ОБЛЕГЧЕННЫХ ПЛОСКИХ МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

*Н.В. Савицкий, д.т.н., В.А. Чернец, инж., В.М. Рутштейн, к.т.н., Т.Д. Никифорова, к.т.н., доц., проф., В.Л. Седин, д.т.н., проф., *А.М. Ливинский, д.т.н., проф., **Ю.Г. Чумак, инж. Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, г. Днепропетровск, Украина,*

**Украинская академия наук, г. Киев, Украина,*

***ООО Югмет, г. Днепропетровск, Украина*

Постановка проблемы. Для снижения капитальных вложений при возведении зданий необходимо более рационально использовать ресурсы, в том числе за счет снижения материалоемкости продукции, применения более дешевых и эффективных материалов, экономного использования сырьевой базы и внедрения новых технологий строительного производства.

На долю перекрытий многоэтажных зданий приходится от 15% до 30% затрат на возведение каркаса здания. Одним из возможных путей рационализации затрат на возведение монолитных перекрытий является использование конструктивных решений монолитных плоских перекрытий, облегченных пустотами. В качестве пустотообразователей различными авторами предлагается использовать бумажные, керамические, асбестоцементные, полиэтиленовые трубы круглого или овального поперечного сечения или трубы из других материалов [1, 2]. Однако до сих пор не сформулированы требования к таким элементам исходя из технологии производства работ, а также не обобщен опыт их применения и недостаточно сведений об их технико-экономической эффективности.

Целью настоящей работы является формулирование требований к пустотообразователям исходя из технологии производства работ, оценка технико-экономической эффективности применения пустотообразователей в плоских монолитных перекрытиях различной формы из различных материалов, обобщение опыта строительства облегченных перекрытий.

Для достижения поставленной цели рассматривались следующие **задачи:**

1. Определение наиболее рациональной формы пустотообразователей.
2. Определение наиболее рационального материала для устройства пустотообразователей.
3. Формулирование требований к пустотообразователям исходя из технологии производства монолитных работ.
4. Обобщение опыта устройства монолитных перекрытий.
5. Определение экономической эффективности использования пустотообразователей в монолитных перекрытиях.

по приведенной толщине бетона и по материалу пустотообразователя.

Результаты исследований. Для выбора наиболее рациональной формы сечения пустотообразователей возможно использовать приведенную толщину бетона. Для анализа приняты монолитные плиты перекрытий толщиной 150 мм, 200 мм и 250 мм. Схемы поперечных сечений плит перекрытий с круглыми и квадратными перекрытиями приведены на рис. 1. Для рассмотренных схем перекрытий принимались одинаковые расстояния между пустотообразователями и поверхностями плит исходя из конструктивных требований по размещению арматуры и технологии бетонирования.

Результаты расчетов приведенной толщины бетона приведены в табл. 1.

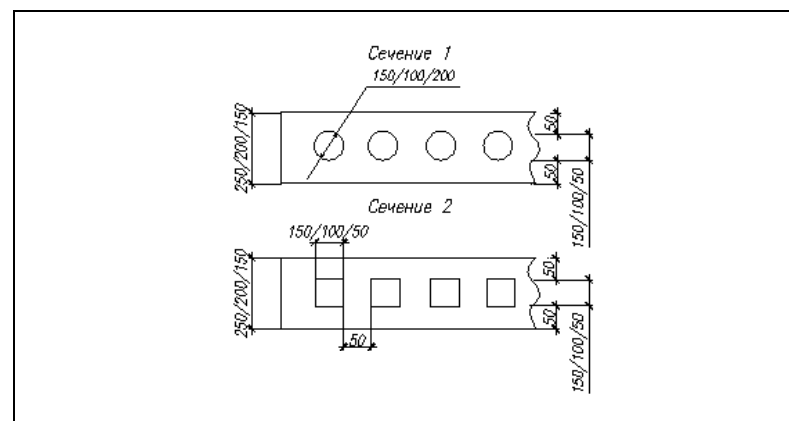


Рис. 1. Схемы плит перекрытий с различными формами сечения пустот: сечение 1 – круг, сечение 2 – квадрат

Таблица 1

Приведенная толщина бетона для различных форм сечения пустот

Номер сечения (см. рис.1)	Приведенная толщина бетона плиты, мм		
	Толщина плиты, мм		
	150	200	250
1	131	148	160
2	125	134	138

Как показывают расчеты приведенной толщины бетона при разных толщинах плит перекрытий, наиболее рациональным сечением является квадрат. Однако при возведении монолитных перекрытий с использованием такой формы сечения пустотообразователей могут возникнуть технологические проблемы в процессе укладки бетонной смеси в нижнюю

зону, особенно при применении пустотообразователей с прямоугольной формой сечения. Поэтому для контроля заполнения объемов под пустотообразователем прямоугольного сечения предложено выполнять отверстия (рис. 2).

В качестве материала для изготовления пустотообразователей исходя из стоимости материалов возможно применение пенополистирола и картона (рис. 3).

В процессе производства бетонных работ пустотообразователи должны:

а) выдерживать монтажную нагрузку от веса монтажников и монтажного оборудования;

б) сохранять проектное положение при укладке бетона (не всплывать и не смещаться по горизонтали);

в) быть водостойкими при воздействии внешних атмосферных осадков и воды затвердения свежесуспензированной бетонной смеси;

г) удовлетворять условиям прочности и деформативности при воздействии гидростатической нагрузки при укладке бетонной смеси.

Для обеспечения прочности пустотообразователей при воздействии монтажной нагрузки используются монтажные мостики (доски), укладываемые на арматурные каркасы.

Проектное положение пустотообразователей при укладке бетона (предотвращение вертикальных и горизонтальных смещений) обеспечивается при помощи фиксирующих арматурных каркасов (рис. 4). При этом шаг, с которым необходимо устанавливать арматурные каркасы определяется расчетом на предотвращение всплытия и условиям прочности и деформативности при воздействии гидростатической нагрузки при укладке бетонной смеси.

На рис. 5 приведена расчетная схема пустотообразователя для расчета на гидростатические нагрузки.

Вертикальная выталкивающая нагрузка (кН/м), действующая на единицу длины пустотообразователя определяется по формулам (1), (2):

- для круглого сечения:

$$g_{er} = \gamma_f * \frac{\pi * d_{er}^2}{4} * \gamma_b, \quad (1)$$

- для квадратного сечения:

$$g_{er} = \gamma_f * b * h * \gamma_b, \quad (2)$$

где: γ_f - коэффициент надежности по нагрузке;

d_{er} - наружный диаметр пустотообразователя, м;

b, h - размеры сечения пустотообразователя, м;

γ_b - удельный вес укладываемой бетонной смеси, кН/м³.

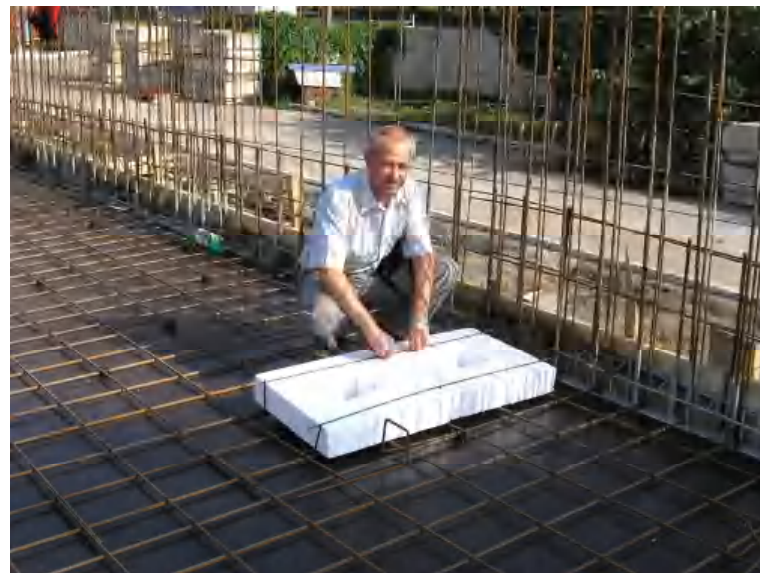


Рис. 2. Пустотообразователи прямоугольного сечения из пенополистирола



Рис. 3. Пустотообразователи из картонных труб

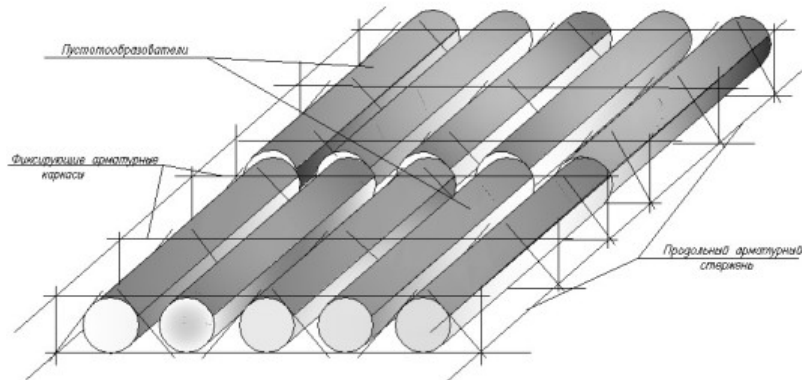


Рис. 4. Схема закрепления круглых пустотообразователей фиксирующими арматурными каркасами.

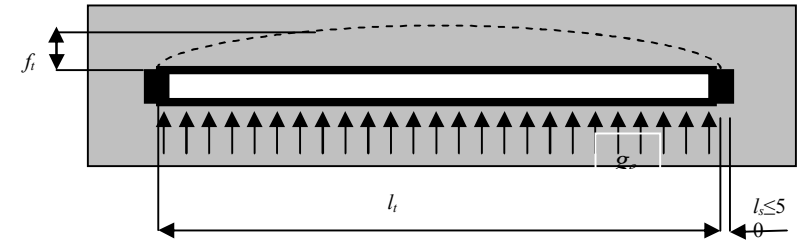


Рис. 5. Расчетная схема пустотообразователя на стадии возведения.



Рис. 6. Дефекты бетонирования, вызванные недостаточной водостойкостью пустотообразователей из картонных труб

При расчетах определялся предельно допустимый шаг фиксирующих арматурных каркасов из условия прочности пустотообразователя в стадии возведения и из условия обеспечения минимальных величин защитного слоя арматурных сеток в плитах, т.е. по допускаемому прогибу пустотообразователя. Результаты расчетов допустимого шага фиксирующих элементов для плит толщиной 150 мм, 200 мм и 250 мм в зависимости от вида применяемого материала для изготовления пустотообразователей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Допустимый шаг фиксирующих арматурных каркасов, м

Материал пустотообразователя		Толщина монолитной плиты перекрытия, мм		
		150	200	250
Пенополистирол	квадратное сечение	4.05/0.8	5.73/1.2	7.02/1.5
Картон	круглое сечение	10.51/0.8	11.76/1.0	12.04/1. 2

Примечание: в числителе указан предельный шаг фиксирующих арматурных каркасов из условия расчета прочности пустотообразователя в стадии возведения, в знаменателе – шаг фиксирующих арматурных каркасов при значении прогиба f_i менее допустимого значения, т.е. при $f_i \leq [f_i] = 10$ мм.

Исходя из данных расчетов следует, что шаг фиксирующих элементов определяется из условия деформативности пустотообразователей. Шаг фиксирующих элементов увеличивается с увеличением толщины плит. Для оценки эффективности применения пустотообразователей необходимо учитывать дополнительные затраты на устройство пустотообразователей, фиксирующих элементов и сравнивать с затратами при экономии бетона за счет их применения по стоимостным показателям.

Материал для изготовления пустотообразователей должен быть водостойкими при воздействии внешних атмосферных осадков и воды затворения свежесделанной бетонной смеси. Иначе возможны случаи возникновения дефектов бетонирования (рис. 6). Так, при возведении перекрытия с применением незащищенных от воздействия влаги картонных труб в результате замачивания дождем произошло деформирование (сплющивание) труб при укладке бетонной смеси. Для предотвращения подобных случаев необходимо укрывать перекрытие при производстве работ или изолировать трубы путем окраски или использования упаковочного полиэтилена.

Технико-экономическая эффективность применения облегченных перекрытий с пустотообразователями круглого сечения рассмотрена на примере проектирования многоэтажного торгового центра в г. Москва с сеткой колонн $b \times 8m$.

Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Технико экономические показатели вариантов плоских перекрытий

Показатель на кв. м перекрытия	Обычное перекрытие	Облегченное перекрытие	Экономия, %
Расход бетона, м ³	0,237	0,193	18,6
Расход арматуры, кг	21,62	16,1	25,5
Расход пустото- образователя, пог.м	-	3,2	-

Применение монолитных плоских перекрытий, облегченных пустотами позволяет снизить нагрузку от собственного веса перекрытий, а также уменьшить усилия, возникающие в элементах каркаса здания и усилия, передающиеся на фундаменты. Поэтому их технико-экономическую эффективность необходимо рассматривать с учетом и этих параметров, т.е. для всего здания.

Выводы, задачи дальнейших исследований.

В результате выполненных исследований:

1. Определены наиболее рациональные формы пустотообразователей.
2. Определен наиболее рациональный материал для устройства пустотообразователей. В качестве материала для изготовления пустотообразователей для устройства пустот в монолитных плоских перекрытиях рационально использовать пенополистирол и картонные трубы (отходы химической и целлюлозно-бумажной промышленности).
3. Определены требования к пустотообразователям и сопутствующим элементам исходя из технологии производства монолитных работ.
4. На примере реального проектирования определена технико-экономическая эффективность использования пустотообразователей в монолитных перекрытиях.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Яловенко В.И., Санников И.В. Цилиндрические пустотообразователи для применения в монолитных железобетонных плитах перекрытий. / Наукотехнічні проблеми сучасного залізобетону. Міжвідомчий науковотехнічний збірник наукових праць (будівництво) / Державний науководослідний інститут будівельних конструкцій Держбуду України. Вип.61, Том. 1 – Київ, НДІБК, 2005. – 330-337 с.

УДК 624.014

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Н.Г.Сайгак, А.А. Марков
ООО «Настрой», г. Запорожье*

Пространственные покрытия из одностержневых элементов (структурные покрытия) массово применялись в СССР и других странах с 60-х годов прошлого столетия. Было разработано несколько типовых конструкций покрытий [1,1,2].

Из таких конструкций возводились покрытия промзданий, спортивных сооружений, складов и других зданий, для которых необходимы большие площади свободные от колонн.