

# ЛЁГКИЕ ЭКОНОМИЧНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ДИСКИ ПЕРЕКРЫТИЙ

**Бурак Н.П.**, канд. техн. наук; **Помазан М.Д.**

*Украина, Харьковская национальная академия городского хозяйства*

*Рассматриваются конструкция дисков перекрытий системы «ИКАР» (аббревиатура – индустриальный каркас) и её конкурентноспособность на строительном рынке Украины.*

Снижение собственной массы и стоимости конструкций перекрытий является приоритетным направлением повышения эффективности этих систем.

Предлагаемые диски перекрытий [1,2,3,4] состоят из сборных плит (пустоты в которых образованы пенополистирольными блоками) повернутых в каждой ячейке каркаса на угол  $90^0$  относительно элементов смежных ячеек (рис.1; 2). В любой ячейке каркаса крайние элементы перекрытия оперты наружной продольной кромкой на ригели, а все плиты по контуру ячейки, объединены между собой и ригелями листовыми накладками, которые расположены на верхней поверхности. Каждая ячейка каркаса перекрыта нечетным количеством плит, имеющих подрезки по продольным кромкам (рис. 3). Опираение элементов перекрытия друг на друга осуществляется от центра ячейки к контуру. При этом, элементы перекрытия по своей верхней поверхности соединены между собой листовыми накладками в отдельных точках. Эти точки расположены вдоль линий действия максимальных крутящих моментов. Кроме этого, этажная схема опирания плиты на плиту уже за счёт действия собственного веса верхней плиты объединяет их вертикальные перемещения.

С целью восприятия швами перерезывающих усилий разных знаков, боковые кромки верхних частей продольных краев плит и ригелей образованы шпонками (рис. 1; 3). Отличием от традиционных решений здесь является расположение шпонок в сжатой зоне диска перекрытия, что в совокупности с перечисленными конструктивными особенностями, повышает эксплуатационную надежность системы.

Как показал расчётно-теоретический анализ, величины усилий и перемещений в предлагаемой конструкции диска перекрытия, ближе по величине к усилиям и перемещениям контурно опертых панелей перекрытия. Последнее позволяет существенно сократить расход материалов по сравнению с традиционными конструктивными решениями дисков перекрытий, собираемых из элементов типа балочных и отказаться от преднапряжения арматуры в них. Принципиальным требованием к конструкции составного диска является необходимость воспринять его элементами значительных крутящих моментов. Это обеспечивается их коробчатым

поперечным сечением и объединением между собой и ригелями накладками (рис.1). Колонны системы "ИКАР" испытывают деформацию косога внецентренного сжатия, в связи с поворотом в каждой ячейке плит на угол  $90^\circ$  по отношению к смежной

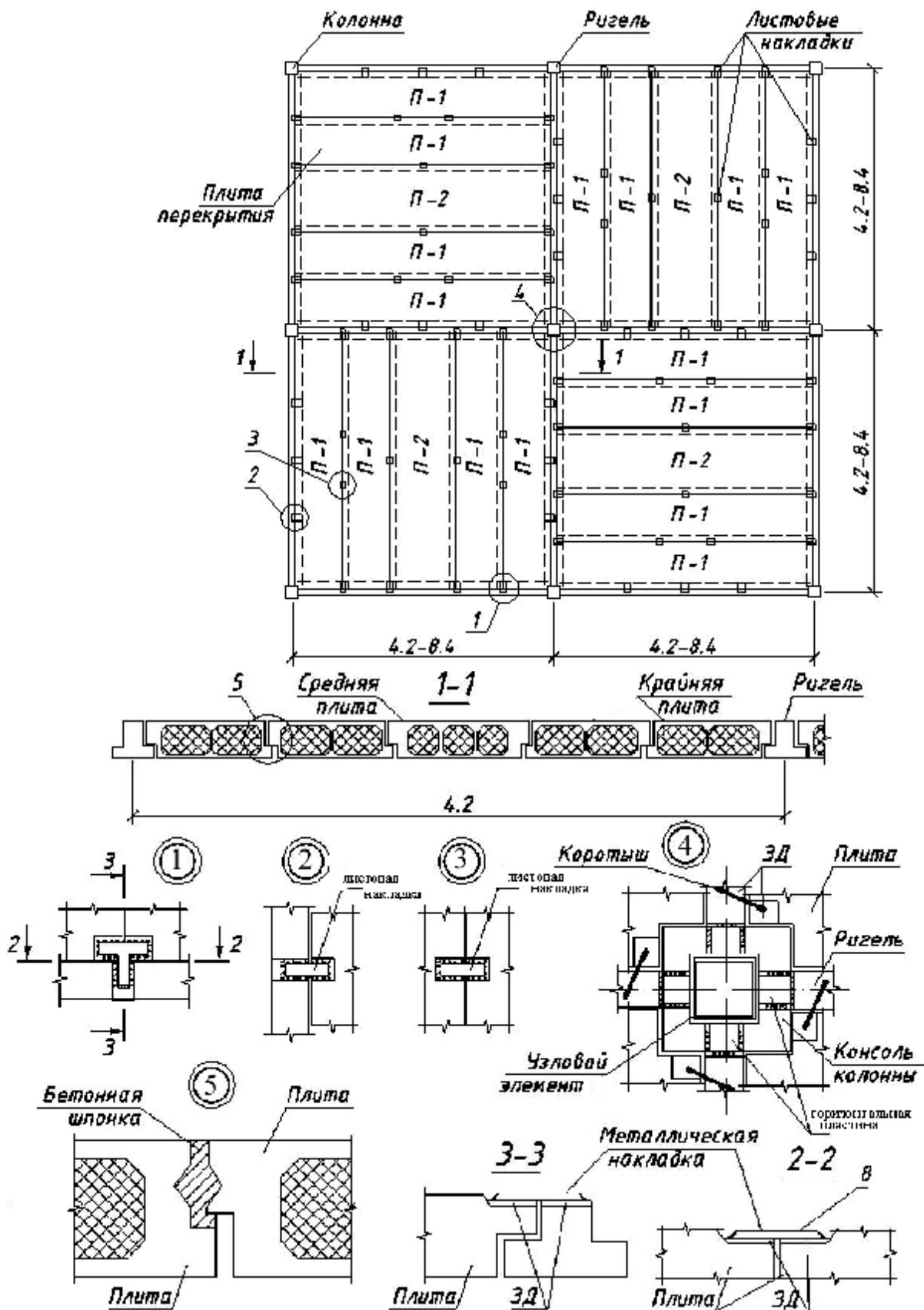


Рис.1. Компоновка диска перекрытия системы "ИКАР".

(рис.2). В свою очередь, поворот плит является следствием применения метода управления напряженно-деформированным состоянием ригелей в сочетании с оптимизацией форм их сечений и армированием, допускающим обоснованную унификацию при пролетах плит от 4,2 м до 8,4 м. [5,6].

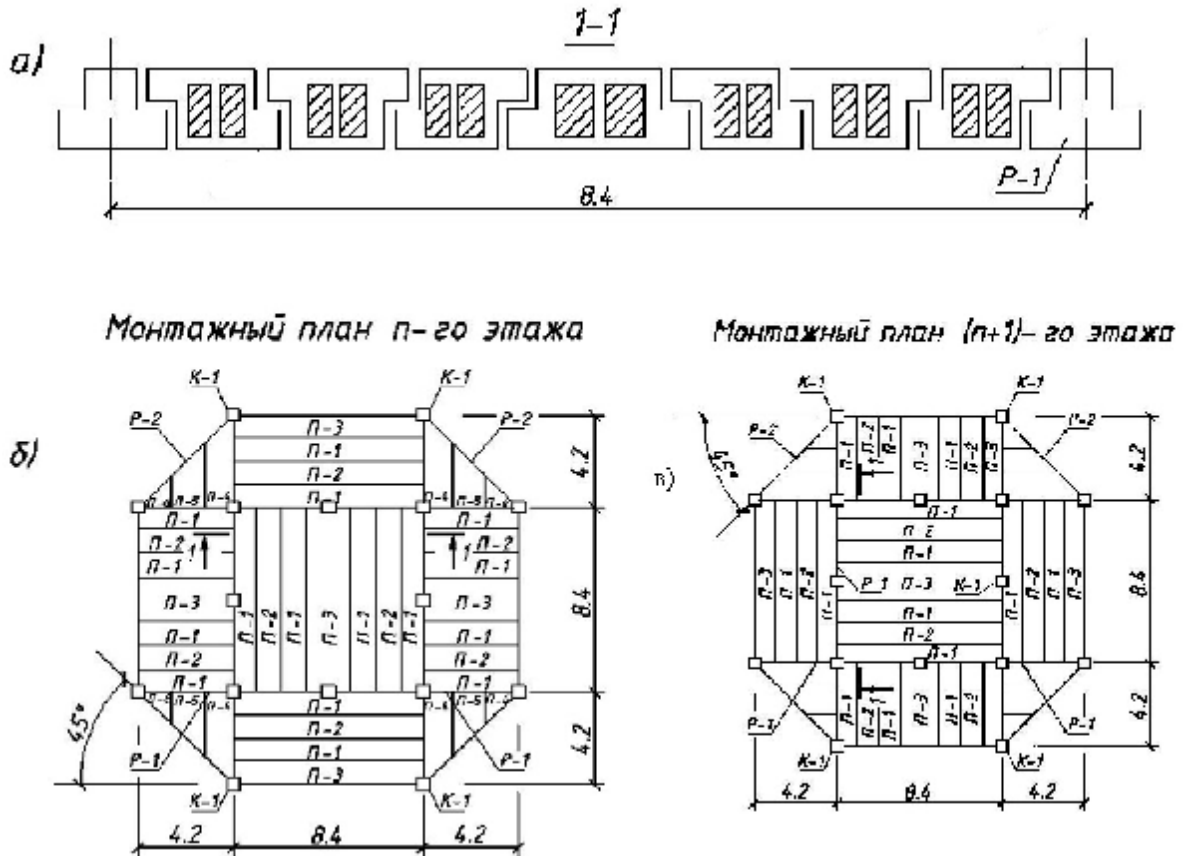


Рис.2. Компоновка ячеек 8,4x8,4м в системе "ИКАР"

Отдельные плиты изготавливаются двух типов для ячеек 4,2x4,2 м, 6,0x6,0 м и трех типов для ячейки 8,4x8,4 м. При этом, введены понятия крайних и средних плит. Крайних плит в одной ячейке 4,2x4,2 м должно быть четное количество, а средняя плита находится там же в одном экземпляре. В ячейке 8,4x8,4 м, кроме перечисленных, уложена средняя плита второго типа, расположенная в центре (рис.2). Она имеет обратные, по отношению к средней плите первого типа подрезки и, практически, опирается на консоли колонн своими короткими сторонами. Последнее приводит к ее меньшей деформативности, по сравнению с плитами, опертыми на ригели. Такая компоновка обеспечивает сдвигку точки с максимальным вертикальным прогибом от действия равномерно распределенной нагрузки с середины диска в его четверти, причем, с одновременным уменьшением абсолютных значений перемещений. Конструктивно оба типа плит выполняются единообразно из керамзитобетона класса В25 с созданием внутренних пустот путем "захоронения" при бетонировании

вкладышей из эффективных материалов типа пенополистирола (рис. 3).

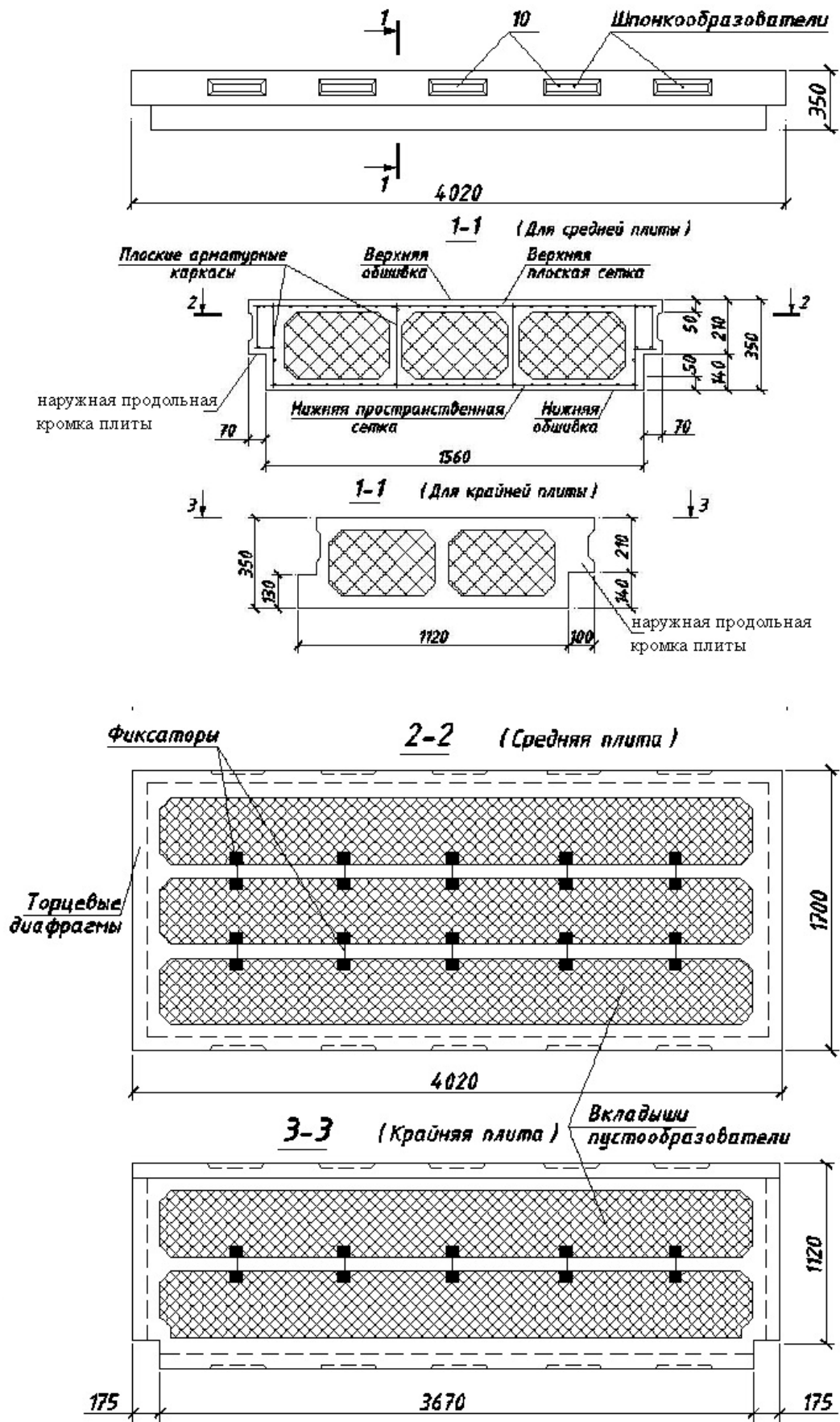
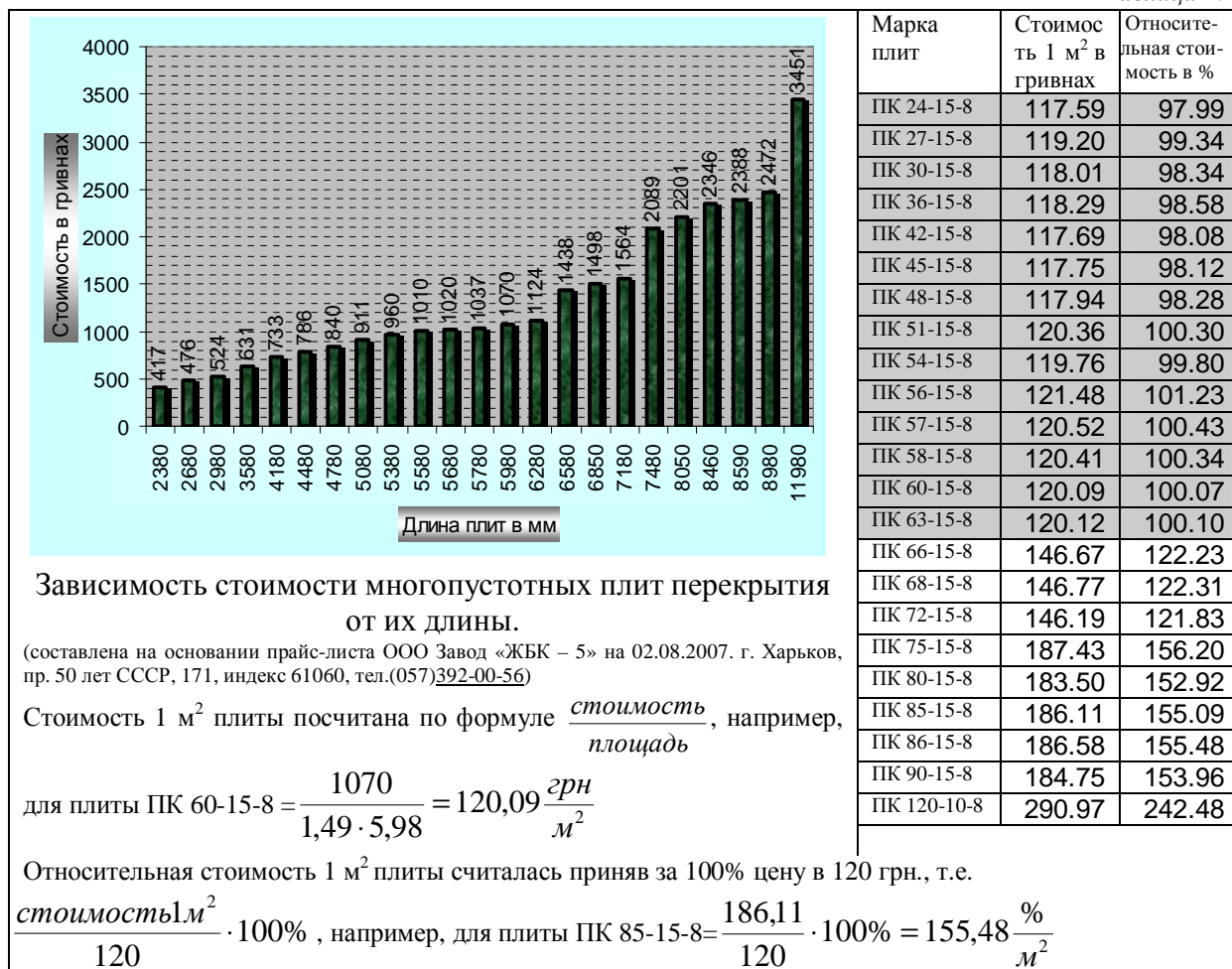


Рис.3. Эффективные плиты перекрытия для системы "ИКАР".

## Стоимости многопустотных плит перекрытий

Таблица 1.



Марка плит	Стоимость 1 м <sup>2</sup> в гривнах	Относительная стоимость в %
ПК 24-15-8	117.59	97.99
ПК 27-15-8	119.20	99.34
ПК 30-15-8	118.01	98.34
ПК 36-15-8	118.29	98.58
ПК 42-15-8	117.69	98.08
ПК 45-15-8	117.75	98.12
ПК 48-15-8	117.94	98.28
ПК 51-15-8	120.36	100.30
ПК 54-15-8	119.76	99.80
ПК 56-15-8	121.48	101.23
ПК 57-15-8	120.52	100.43
ПК 58-15-8	120.41	100.34
ПК 60-15-8	120.09	100.07
ПК 63-15-8	120.12	100.10
ПК 66-15-8	146.67	122.23
ПК 68-15-8	146.77	122.31
ПК 72-15-8	146.19	121.83
ПК 75-15-8	187.43	156.20
ПК 80-15-8	183.50	152.92
ПК 85-15-8	186.11	155.09
ПК 86-15-8	186.58	155.48
ПК 90-15-8	184.75	153.96
ПК 120-10-8	290.97	242.48

### Зависимость стоимости многопустотных плит перекрытия от их длины.

(составлена на основании прайс-листа ООО Завод «ЖБК – 5» на 02.08.2007. г. Харьков, пр. 50 лет СССР, 171, индекс 61060, тел.(057)392-00-56)

Стоимость 1 м<sup>2</sup> плиты посчитана по формуле  $\frac{\text{стоимость}}{\text{площадь}}$ , например,

$$\text{для плиты ПК 60-15-8} = \frac{1070}{1,49 \cdot 5,98} = 120,09 \frac{\text{грн}}{\text{м}^2}$$

Относительная стоимость 1 м<sup>2</sup> плиты считалась приняв за 100% цену в 120 грн., т.е.

$$\frac{\text{стоимость} \cdot \text{м}^2}{120} \cdot 100\% , \text{ например, для плиты ПК 85-15-8} = \frac{186,11}{120} \cdot 100\% = 155,48 \frac{\%}{\text{м}^2}$$

Технико-экономические показатели на 1 м<sup>2</sup> многопустотных и предлагаемых перекрытий

Таблица 2.

Конструкция перекрытия	Констр. толщина вместе с полом, см	Вес в кг.	Приведенная толщина бетона, см	Расход материалов в кг.		Трудоёмкость в чел-днях		
				Стали	Цемента	Заводская	Построечная	Общая
Многопустотный настил с увеличенной толщиной бетона (22 см), рулонный пол на упругой основе; пролёт 6 м	23-25	350	14	6,9	67	0,26	0,21	0,47
Раздельный тип –многопустотный настил и пол в виде гипсобетонной плиты (линолеум; гипсобетонная плита 6 см; упругие прокладки); пролёт 6 м	30-32	350	10	6,1	76	0,28	0,3	0,58
Керамзитобетонная плита перекрытия системы «Икар»; пролёт 4,2 м; пол на упругих прокладках	35	300	16,2	5,1	68,9	0,19	0,32	0,51
Керамзитобетонная плита перекрытия системы «Икар»; пролёт 8,4 м; пол на упругих прокладках	35	295	15,8	10,9	67,2	0,19	0,32	0,51

Примечание: Данные по многопустотным плитам взяты из [7]

Основным конкурентом предлагаемых дисков перекрытий являются многопустотные плиты перекрытия. Стоимость 1 м<sup>2</sup> многопустотной плиты зависит от их длины (таблица 1). Заметим, что она практически одинакова для плит длиной от 2,4 до 6,3 м, при дальнейшем увеличении длины увеличивается и стоимость 1 м<sup>2</sup> плит, что обусловлено применением предварительного натяжения арматуры. Например, стоимость 1 м<sup>2</sup> многопустотной плиты длиной 8,5 м дороже на  $\frac{186,11}{117,69} * 100\% - 100 = 58,1\%$  чем плиты длиной 4,2 м. Сравним те же пролёты предлагаемых плит (таблица 2) – в плите пролёта 8,4 м выше расход арматуры на 10,9-5,1=5,8 кг чем у плиты пролёта 4,2 м. Согласно того же прайс-листа (таблица 1) стоимость 1 т. арматуры составляет 5428 грн., т.е. 1 кг – 5,5 грн., следовательно удорожание 1 м<sup>2</sup> эффективной плиты пролётом 8,4 м системы «ИКАР» по сравнению с такой же плитой пролёта 4,2 м составляет 5,5х5,8=32 грн., а удорожание 1 м<sup>2</sup> многопустотных плит тех же пролётов – 186-118=68 грн. Трудоемкость устройства перекрытий на основе многопустотных и предлагаемых плит приблизительно одинакова (таблица 2), армирование многопустотных плит несколько выше, чем плит системы «ИКАР» и что особенно важно, предлагаемые системы перекрытий легче традиционных на  $\frac{350}{300} \cdot 100\% - 100 = 16,7\%$ . Снижение массы перекрытий влечёт за собой уменьшение массы и стоимости здания.

Таким образом, диски перекрытий системы «ИКАР» экономичнее традиционных многопустотных, особенно при использовании первых в пролётах более 6,3 м. Предлагаемые диски перекрытий, как и всю систему «ИКАР», целесообразно применять при строительстве социального жилья, т.к. для последнего критерий стоимости является приоритетным.

### Литература

1. Патент №10955 Украина, Шмуклер В.С., Шмуклер И.В. Каркасное здание "ИКАР"
2. Шмуклер И.В. Сборные железобетонные диски перекрытий с рациональными поперечными связями. - Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Полтава, 1995
3. Шмуклер В.С. Специальные конструктивные системы для возведения жилых домов//Коммунальное хозяйство городов, выпуск 42. – Киев «Техника». 2002. – с. 34-58
4. Шмуклер В. С. Рациональное конструирование некоторых видов сборных железобетонных конструкций. // Коммунальное хозяйство городов. - Харьков, 1997, №10. С. 37-48.
5. Шмуклер В.С. Трансформация внутренней геометрии конструкции при рационализации её параметров /Юбилейные научные чтения по проблемам теории железобетона. ИПЦ МИКХиС, Москва, 2005, с 124-134/
6. Shmukler V. S., Evolutionist approach in rationalization of building structures. /ISEC-03 Third International structural Engineering and construction Conference, Shunan, Japan, 2005/
7. Дыховичный Ю.А. Конструирование и расчёт жилых и общественных зданий повышенной этажности. – М.: Стройиздат, 1970