

ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОСЛАБЛЕННЫХ ОТВЕРСТИЕМ ОПОРНЫХ УЧАСТКОВ МНОГОПУСТОТНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПЕРЕКРЫТИЙ

Многopустотные железобетонные панели являются наиболее распространенными конструкциями перекрытий и покрытия жилых и общественных зданий. Достаточно сказать, что процентное отношение этих конструкций в обследовательских работах для одноэтажных и многоэтажных зданий составляет около 30%.

Классификация дефектов в многopустотных плитах хорошо известна и приведена в специализированной литературе. При этом статистика показывает, что наиболее массовым дефектом многopустотных панелей является механическое ослабление их опорных участков разнообразными отверстиями для пропуска инженерных коммуникаций.

Расчеты многopустотных панелей по первому предельному состоянию, работающих на условную равномерно распределенную нагрузку, показывают наличие резерва прочности опорных участков на действие поперечной силы.

Действительно, если загрузить многopустотную панель равномерно распределенной нагрузкой, соответствующей возникновению предельного изгибающего пролетного момента по прочности нормального сечения, то возникающая при этой нагрузке поперечная сила будет намного ниже прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента. При этом расчет опорного участка панели по наклонным сечениям по СП 52-102-2004 предполагает:

- расчет на действие поперечной силы по наклонной трещине;
- расчет на действие поперечной силы по наклонной сжатой полосе между наклонными трещинами;
- расчет на действие изгибающего момента по наклонной трещине.

Результаты расчетов ряда типовых шестиметровых многopустотных панелей под наиболее распространенную нагрузку 8 кПа приведены в таблице 1.

Там же приведен коэффициент запаса, как фактор уровня безопасности опорных участков конструкции.

Из таблицы видно, что минимальный коэффициент запаса расчетной прочности опорных участков со-

ставляет 1,74, а максимальный — 2,00. Можно сделать вывод о том, что на опорных участках панелей существует излишний материал (арматура, бетон), создающий резерв прочности.

Поэтому всегда существует потенциальная возможность удаления части бетонного сечения и поперечной арматуры без ущерба минимально необходимой надежности панели. При этом можно добиться такого ослабления опорного участка панели, когда коэффициент запаса будет исчерпан, то есть, равен единицы. Это будет говорить о том, что пролетные и опорные сечения панели будут достигать своего предельного состояния по прочности при одинаковой равномерно-распределенной нагрузке, которая чаще всего и является расчетной для многopустотных панелей.

На практике так и происходит. Априорно зная о резерве прочности опорных участков многopустотных панелей, строители устраивают отверстия для пропуска инженерных коммуникаций. Но делают это небрежно и часто переступая границы дозволенного.

Целью данной статьи является выявление предельно допустимых размеров ослаблений опорных участков панелей. По мнению автора это поможет экспертам при обнаружении таких ослаблений быстро ориентироваться в принятии решений. Возможно, это может уменьшить объем поверочных расчетов. В любом случае информация, приведенная в данной статье, будет полезна для экспертных работ, ограничивающихся, например, только визуальным обследованием.

В расчетном эксперименте был сделан ряд ограничений.

1. Все ослабления рассматриваются в виде отверстий прямоугольного очертания и начинаются от грани опоры;

2. Длина отверстий в направлении пролета панели составляет 300 мм, как наиболее часто встречающаяся;

3. Шаг ослаблений при расчетах принят дискретным, равным расстоянию между осями смежных отверстий панели (185 мм). При этом очередной двутаврообразный бетонный элемент последовательно убирался вместе с расположенными в нем поперечной и продольной арматурой;

Таблица 1. Предельные опорные реакции, несущие способности и коэффициенты запаса опорных участков многopустотных панелей

Марка	Серия	Армирование		Предельная опорная реакция, кН	Несущая способность опорного участка, кН	Коэффициент запаса
		Продольное	Поперечное			
ПК60.6-8	ИИ 03-02	3Ø14AIII	2Ø4Bp-I	20,6	38,6	1,87
ПК60.10-8	1.141-1 в. 64	3Ø14+Ø12AIV	4Ø3Bp-I	35,3	70,9	2,00
ПК60.12-8	1.141-1 в. 64	4Ø12AIV	4Ø3Bp-I	44,0	76,6	1,74
ПК60.15-8	1.141-1 в. 64	Ø14+3Ø12AIV	5Ø3Bp-I	52,5	103,8	1,97
ПК60.18-8	1.141-1 в. 64	5Ø14+Ø12AIV	6Ø3Bp-I	63,4	115,0	1,81

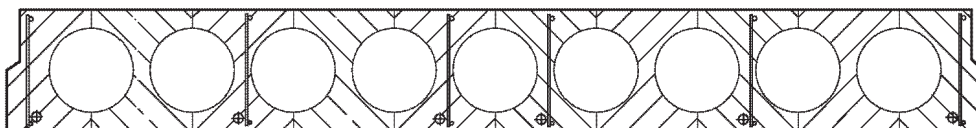


4. Рассмотрено два варианта опирания многопустотных панелей: 125 мм — на кирпичные стены и 100 мм — на металлические или железобетонные конструкции.

Ниже на рисунке 1 для всех поперечных сечений рассчитанных плит представлены таблицы, где определена доля каждого отдельного элемента сечения (шириной 185 мм) в общей несущей способности опорного участка плиты на поперечную силу ($Q_{u,i}$) с учетом проверки на изгибающий момент по наклонному сечению. При этом данные, представленные на рисунке, предполагают проектные исполнения панелей, параметры которых приведены над сечениями конструкций на этом же рисунке.

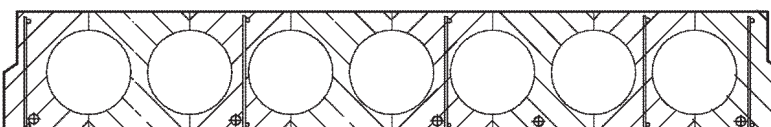
При визуальном обследовании экспертом определяется сначала размер ослабления, а далее сколько отдельных элементов (шириной 185 мм) вмещается в это ослабление. Потом несущая способность отдельных элементов вычитается из общей несущей способности опорного участка. Оставшаяся несущая способность опорного участка сравнивается с опорной реакцией от внешней эксплуатационной нагрузки. Например, если выяснено, что для панели ПК60.15-8 на опоре удалены 3 и 4 элемента сечения, то прочность панели по поперечной силе уменьшилась на 2792 кгс или на 20,17%.

ПК60.18-8 (5Ф14+1Ф12AIV; 6Ф4Вр-I) серия 1.141-1 в.64



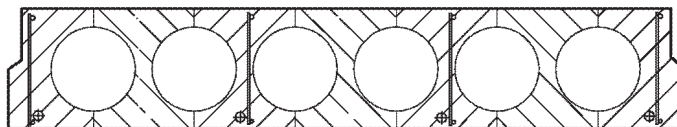
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итого:
$Q_{u,i}$	2310	638	2045	638	2045	2045	638	2045	638	2310	15352кгс
Доля,%	15,05	4,16	13,32	4,16	13,32	13,32	4,16	13,32	4,16	15,05	100%

ПК60.15-8 (4Ф14+1Ф12AIV; 5Ф4Вр-I) серия 1.141-1 в.64



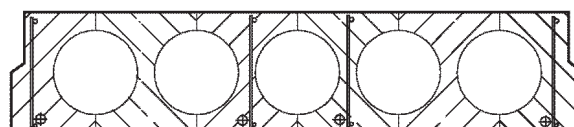
	1	2	3	4	5	6	7	8	Итого:
$Q_{u,i}$	2730	351	2441	351	2441	351	2441	2730	13836кгс
Доля,%	19,73	2,53	17,64	2,53	17,64	2,53	17,64	19,73	100%

ПК60.12-8 (4Ф14AIV; 4Ф4Вр-I) серия 1.141-1 в.64



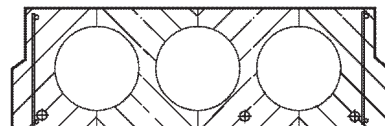
	1	2	3	4	5	6	7	Итого:
$Q_{u,i}$	2388	533	1921	533	1921	533	2388	10218кгс
Доля,%	23,37	5,22	18,8	5,22	18,8	5,22	23,37	100%

ПК60.10-8 (4Ф14AIV; 4Ф4Вр-I) серия 1.141-1 в.64



	1	2	3	4	5	6	Итого:
$Q_{u,i}$	1900	885	1942	1942	885	1900	9454кгс
Доля,%	20,1	9,36	20,54	20,54	9,36	20,1	100%

ПК60.6-8 (3Ф14AIII; 2Ф4Вр-I) серия ИИ 03-02



	1	2	3	4	Итого:
$Q_{u,i}$	1955	617	617	1955	5145кгс
Доля,%	38,0	12,0	12,0	38,0	100%

Рис. 1. Несущие способности опорных участков многопустотных панелей на действие поперечной силы по отдельным элементам сечения и панели в целом

