СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 624.012.45.05

В.А.Тесля

МОНОЛИТНЫЕ БЕЗБАЛОЧНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ ПРИ ОТСУТСТВИИ КАПИТЕЛЕЙ КОЛОНН

Многоэтажные здания проектируют, как правило, с полным несущим каркасом с применением балочной схемы перекрытия. Применение безбалочных покрытий позволяет значительно уменьшить кубатуру здания, а тем самым и его стоимость, даже при высоте этажей от 3,6 до 4,8 м.

Пространственный каркас зданий с безбалочными перекрытиями представляет собой рамную систему в обоих направлениях, когда ригелями служит безбалочная плита, тесно связанная с колоннами при наличии и отсутствии капителей. Последнее решение в настоящее время находит

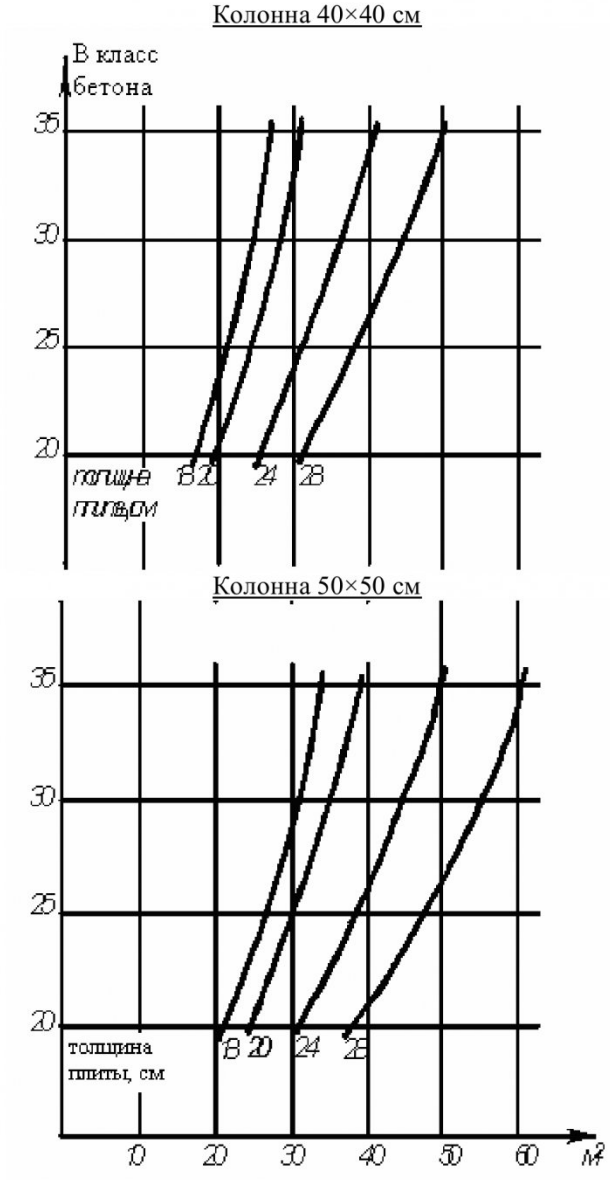

Рис.1 Графики определения толщины плиты

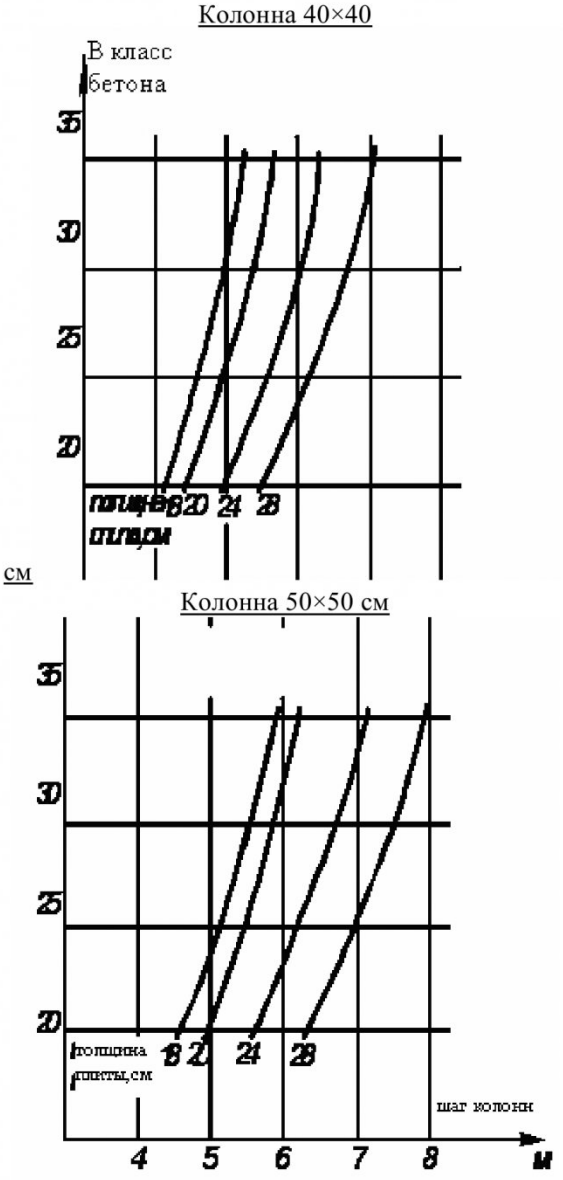

Рис.2. Графики определения расстояний расположения колонн

широкое применение при возведении гражданских зданий. В промышленном строительстве безбалочные плоские перекрытия выполняются при наличии капителей в верхней части колонн, тем самым создаётся достаточная жёсткость сопряжения плиты с колонной, увеличивается прочность монолитной плиты на срез по периметру примыкания к колонне, уменьшается расчётный пролёт плиты и воздаётся более равномерное распределение усилий по её ширине [1].

Безбалочные перекрытия такого типа экономически выгодными по сравнению с балочными - ребристыми становятся при пролётах до 6 м и временных нагрузках свыше 5 кН /м^2. Поэтому они широко применяются в многоэтажных зданиях, складах, холодильниках, большой ёмкости резервуарах и других подобных сооружениях.

Здания с применением безбалочных перекрытий с колоннами при отсутствии капителей утрачивают упомянутые выше конструктивные преимущества. При этом возникает целый ряд вопросов, по которым не имеется достаточно информации по нормативным требованиям, которые необходимо учитывать при проектировании и возведении. В зависимости от расположения колонн при регулярном и нерегулярном их размещении, внутри площади плиты и по её краям возникают различные расчётные схемы. Качественный расчёт по каждой из расчётных схем можно выполнить при условии достоверно полного определения действующих нагрузок и возникающих при этом нормальных сил и изгибающих моментов в двух взаимно располагающих плоскостях.

В настоящей работе предлагается методика по определению основных геометрических характеристик: толщины монолитных железобетонных плит, размеров поперечного сечения колонн, максимальных расстояний их расположения. Определяемые значения принимаются в соответствии классов бетона по прочности на сжатие. В зависимости от расстояний продольным и поперечным осям проектируемого здания по предварительному расположению колонн определяем грузовую площадь и действующую при этом нагрузку с учётом веса плиты, конструкции пола, наличия различные перегородок и временной полезной нагрузки.

Выполняется это следующим образом. По грузовой площади для различных классов бетона от В20 до В35 принимаемых колонн с сечением 40·40 или 50·50 см с учётом возможных максимальных изгибающих моментов, которые может воспринять плита, по графикам на рис.1 определяем её толщину и уточняем размер суммарной нагрузки. Принятая толщина плиты позволяет уточнить суммарную нагрузку с учётом фактического размера толщины монолитной плиты и принять окончательно размеры сечения колонн.

Дополнительно необходимо проверить максимально допустимые расстояния по осям размещения колонн согласно графикам на рис.2.

Необходимые расстояния можно принять в зависимости от размеров сечений колонн, классов бетона, толщины плиты и суммарной расчётной нагрузки от 9 кН/м^2 для плит толщиной в 18 см, до 11,75 кН/м^2 для плит толщиной в 28 см. При временной (полезной) расчётной нагрузке равной 1,85 кН/м^2.

При других значениях нагрузок можно использовать графики рис.2, при этом по оси абсцисс подобрать грузовую площадь в соответствии с ростом (или уменьшением) действующей нагрузки.

Теперь, когда все основные параметры определены, можно приступить конструктивному расчёту плиты на изгиб и действие поперечных сил. Максимальные изгибающие моменты и поперечные силы будут по граням колонн расположенных посередине перекрытий, для крайних колонн по периметру перекрытий максимальные значения этих усилий будут в направлении середины перекрытий [2].

При отсутствии капителей колонн действие вертикальной равномерно распределённой нагрузки при расчёте плиты по граням колонн будет максимальным при определении нагрузки по площадям А и В как это указано на рис.3

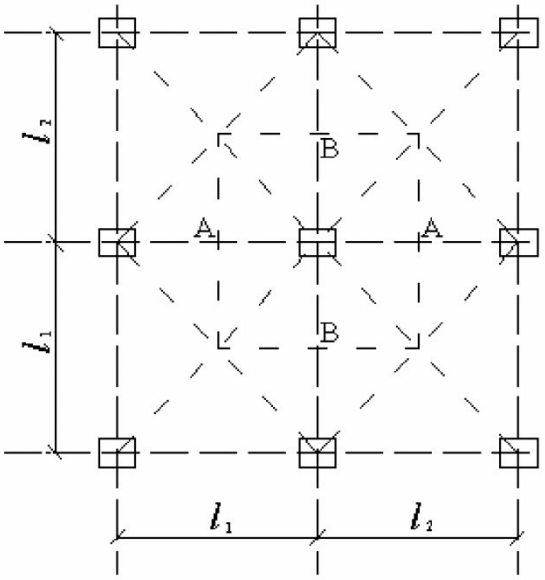

Рис.3. Грузовые площади действия вертикальной нагрузки

В этом случае изгибающие моменты и поперечные определяются частично при равномерно распределённом действии нагрузки и преобладающей нагрузке по закону треугольника с максимальной ординатой посередине пролёта.

Принимая максимальное одиночное армирование плиты в сечении по грани колонн можно с достаточной точностью определить максимальные значения моментов для плит разной толщины по принятому классу бетона и размерам поперечного сечения колонн. Для колонн сечением 50·50 см

максимальные изгибающие моменты приведены на графике рис.4.

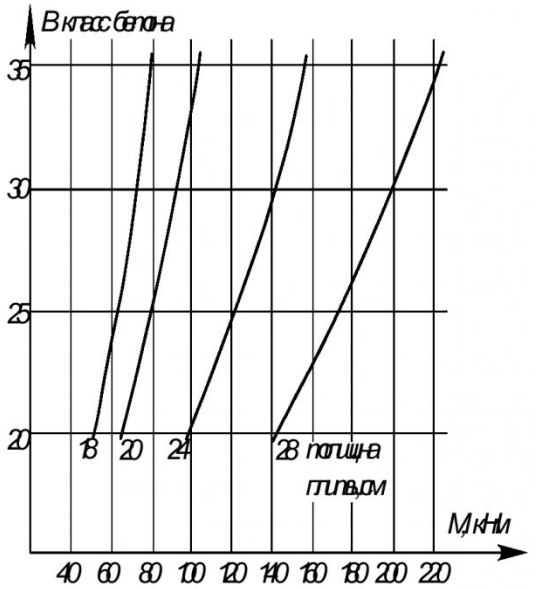

Рис.4. График максимальных моментов плит разной толщины и классов бетона для колонн сечением 50·50 см

Кроме основной информации график позволяет за вычетом момента от действия горизонтальных нагрузок определять величину суммарной вертикальной нагрузки по площади, очертание которой приведено на рис.3.

При несоответствии ожидаемого результата, график позволяет принимать решение по изменению класса бетона или толщины плиты.

Можно повысить несущую способность монолитной плиты, приняв двойное армирование сжатой зоны сечения плиты. Однако это увеличит расход арматурной стали и трудоёмкость армирования плиты у примыкания к колонне. Учитывая, что колонна имеет свою вертикальную арматуру, создаются дополнительные трудности при бетонировании. Такая плотность в армировании при относительно малой толщине плиты не позволит обеспечить хорошее уплотнение бетона, что значительно уменьшит её несущую способность при изгибе и по восприятию поперечных сил. Применяя более пластичный бетон при бетонировании плиты в примыкании её к колонне, получить необходимой прочности бетон невозможно. Возникает ситуация снижения несущей способности плиты. Поэтому дополнительное армирование в этом случае применять не следует.

Можно рекомендовать армирование плиты плоскими сварными сетками по Госту 14098-85 К1 [3]. Всего потребуется 6 типов сеток, часть которых размещается по верхней поверхности плиты и рабочими стержнями арматуры воспринимает отрицательные моменты, вторая часть сеток воспринимает положительные моменты и находится на нижней грани плиты. Толщину защитного слоя необходимо принимать одинаковой для всех сеток равной 20 мм. Расположение сеток указано по схеме армирования на рис.5.

Размеры сеток с указанием рабочей и монтажной арматуры указаны в таблице 1. Как правило, во всех сетках, за исключением сеток С-1 и С-4,

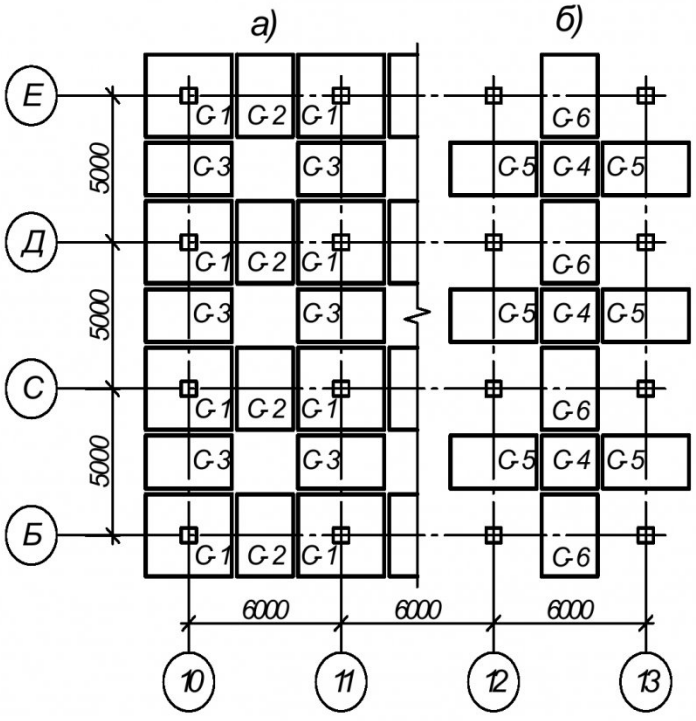

Рис. 5. Схема армирования монолитной плиты:
а) расположение верхних сеток; б) расположение нижних сеток

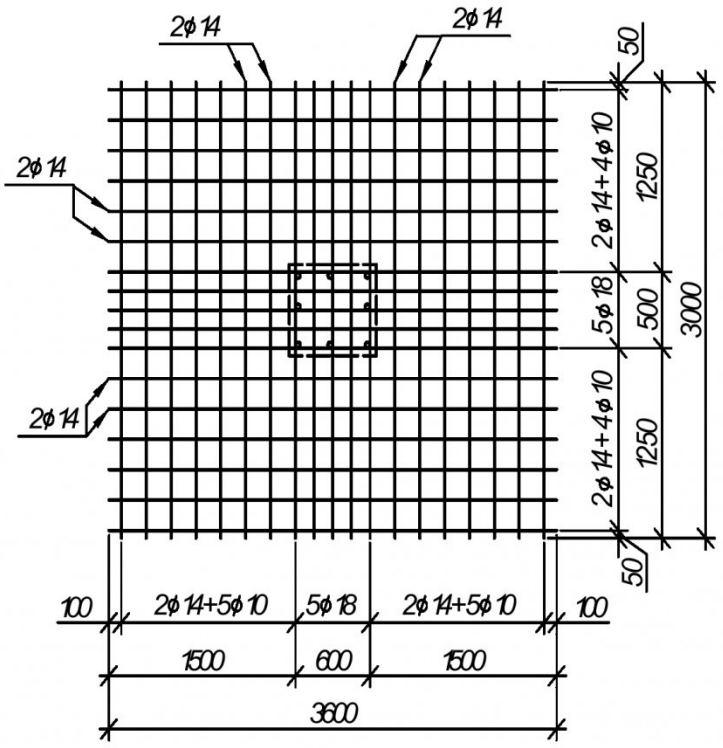

Рис. 6. Арматурная сетка С-1

расположение стержней рабочих и монтажных принять равным 200 мм.

Расположение стержней сетки С-1 показано на рис. 6 и 7. Необходимо особо обратить внимание на расположение стержней при совместном армировании плиты в зоне примыкания её к колоннам, как это показано на рис.7. Вертикальные стрежни арматуры колонн должны находиться внутри контура крайних стержней большего диаметра. Это можно обеспечить качественным изготовлением сетки С-1 при гарантированном соблюдении всех размеров расположения стержней арматуры.

Учитывая, что в сетках С-2,3,5 и 6 имеются рабочие и монтажные стержни, их расположение и закрепление перед бетонированием должно строго соответствовать расположению, указанному на рис.5 с учётом информации в таблице.

Рабочие стержни диаметром не менее 8 мм воспринимают усилия изгибающих моментов, остальные монтажные стержни являются соеди-

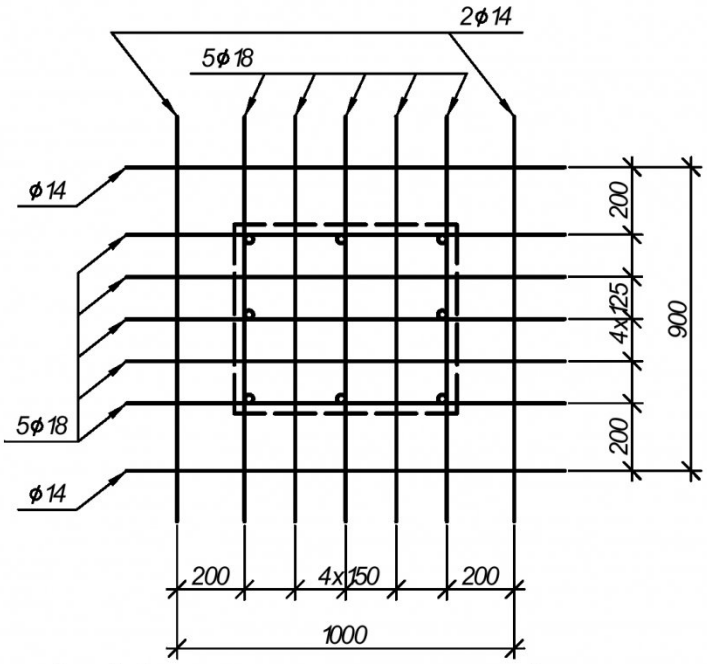

Рис. 7. Армирование плиты примыкания её к колонне

№ п/п	Наименование сетки	Размер сетки, мм	Рабочая арматура		Монтажная арматура		Масса сетки, кг
			диаметр	кол-во арматуры и ее длина, мм	диаметр	кол-во арматуры и ее длина, мм	
1	С-1	3600×3000	ø18	5ø18 *l*=3600	отсутствует		134,15
				5ø18 *l*=3000			
			ø14	4ø14 *l*=3600			
				4ø14 *l*=3000			
			ø10	8ø10 *l*=3600			
				10ø10 *l*=3000			
2	С-2	3000×2400	ø8	12ø8 *l*=3000	ø16	12ø6 *l*=2400	22,20
3	С-3	3600×2000	ø8	10ø8 *l*=3600	ø6	18ø6 *l*=2000	22,20
4	С-4	2400×2000	ø8	12ø8 *l*=2000	отсутствует		19,00
				10ø8 *l*=2400			
5	С-5	3600×2000	ø8	18ø8 *l*=2000	ø6	10ø6 *l*=3600	22,20
6	С-6	3000×2400	ø8	15ø8 *l*=2400	ø6	12ø6 *l*=3000	22,20

нительными при сварке сеток.

Колонны необходимо проектировать прямоугольного сечения, принимая меньший размер по направлению продольных осей и больший в поперечном направлении здания. Такая необходимость диктуется обеспечением несущей способности плиты в примыкании её к колонне в силу того, что в этом случае возрастает величина изгибающих моментов от дополнительного воздействия горизонтальных нагрузок в поперечном направлении.

Увеличение моментов, которые будут иметь место по граням колонны, линейно зависят от увеличения ширины грани сечения колонны. При ширине в 60 см, момент который может воспринять плита, в 1,2 раза больше того момента, когда ширина грани сечения равна 50 см.

Настоящая статья в основном касается вопросов по проектированию безбалочных монолитных железобетонных перекрытий, опирающихся непосредственно на железобетонные колонны не имеющих капителей. В статье достаточно информационного материала, который позволяет значительно сократить время по определению всех геометрических размеров элементов перекрытий, условий расчёта и армирования, а также определения несущей способности плит при различных классах бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. *Байков В. Н., Сигалов Э. Е.* Железобетонные конструкции. - М.: Стройиздат, 1986. - 728с.

2. Научно – технический отчёт по теме: разработка методики расчёта и конструирования монолитных железобетонных безбалочных перекрытий на продавливание. - М.: Госстрой России, ГУП «НИИЖ5», 2002. - 55с.

3. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжёлых и лёгких бетонов без предварительного напряжения арматуры. - М.: Центральный институт типового проектирования, 1989. - 191с.

Автор статьи:

Тесля
Виктор Андреевич
- доцент каф. строительных
конструкций КузГТУ
Тел. 8 (3842) 58-08-86