

№п/п,раствор затворения (н.)	Средняя плотность, г/см ³	Водо-цементное отношение	Водопоглощение, %	K= =Rизг/Rизг. контр.образца	K= =Rсж/R сж. контр.образца
1. H ₂ O	1,71	0,46	12,5	-	-
2.золь SiO ₂ 0,03	1,75	0,46	11,9	0,91	0,6
3.золь SiO ₂ 0,06	1,8	0,46	11,4	0,96	1,0
4.золь SiO ₂ 0,09	1,8	0,46	11,5	1,04	1,1
5.золь SiO ₂ 0,09	1,8	0,65	6,6	1,08	1,43
6.золь SiO ₂ 0,09(через 1 сутки)	1,8	0,46	6,0	1,1	1,35
7.золь SiO ₂ 0,09 (через 1с.)	1,8	0,65	6,1	1,12	1,58

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.С Каприелов, А.В. Шейнфельд Влияние состава органоминеральных модификаторов бетона серии «МБ» на их эффективность. // Бетон и железобетон. - № .-200 .-с. 11-15.
2. Левчук Н.В., Добрунова В.М. Теоретические аспекты влияния коллоидального гидроксида алюминия на процессы гидратации портландцемента // Вестник Брестского государственного технического университета. - 2002. - № 1: Строительство и архитектура. - С. 43-45.
3. Добрунова В.М. Левчук Н.В. Исследование влияния коллоидального раствора гидроксида алюминия на некоторые свойства бетона. // Проблемы технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций, строительства зданий и сооружений, подготовки кадров для строительной отрасли: Материалы VIII Международного научно- практического семинара, Минск, 15-16 ноября 2001 г. /Под общ. Ред. И.Н. Ахвердова. - Минск, 2001. - С. 72-75.
4. Эйтель В. Физическая химия силикатов - М. - Изд. Иностранной литературы, 1962.- С. 183-366.

УДК 69.057.5

Марковский М.Ф., Туровец Г.А.

ОПАЛУБКА И ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ РЕБРИСТЫХ И НАКЛОННЫХ МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ВЪЕЗДА ПОДЗЕМНОГО ЦЕНТРА В МИНСКЕ

Современная опалубочная техника и технология должна обеспечивать высокие темпы строительства, безупречное конечное качество монолитных железобетонных конструкций, безопасность и экономию. Новые здания общественного назначения всё более изобилуют неправильными формами и криволинейными поверхностями, решенными в монолитном бетоне. К тому же, именно технология теперь должна подстраиваться под архитектуру.

По мере расширения области применения монолитного бетона практика ставит перед опалубочными технологиями все новые задачи. С каждым днем эти задачи усложняются. Ответом на запросы строителей становится появление новых опалубок и современных технологий [1]. Пример сооружения, на котором решались подобные задачи – въезд-выезд паркинга подземного общественно-торгового центра на пл. Независимости в Минске. С точки зрения технологии, интерес представляют монолитные перекрытия, опирающиеся по контуру на стены (рис. 1). Высота этажа варьируется от 3 до 6 метров. Монолитные стены возводились в каркасной опалубке МОДОСТР.

Выбор той или иной опалубки из системы МОДОСТР производят применительно к строящемуся сооружению, его конструктивному решению, технологических возможностей строительной площадки, применяемого технологического оборудования и заданных темпов возведения объекта. Концепция опалубочных работ базировалась на максимальном задействовании известных и апробированных опалубок МОДОСТР.

Большая высота перекрытий и стесненность пространства – условия, приведшие к применению рамных опорных башен системы МОДОСТР. Башни выполняли одновременно роль опорных площа-

док и рабочих подмостей для подъема рабочих на высоту при монтаже. На первой захватке в качестве опалубки ребристых перекрытий применена опалубка на основе опалубочных клееных балок. Для формирования монолитных балок, выступающих из плоскости перекрытия, применены элементы стеновой каркасной опалубки МОДОСТР и индивидуальные деревофанерные щиты (рис. 2). В качестве элементов крепления применены винтовые тяжи с защитными трубками и наконечниками.

Обеспечение формоустойчивости опалубки при бстонировании являлось главной задачей во всей технологии. Для использования инвентарной и индивидуальной опалубочной техники и определения мощности бетонирования большим значением обладает надежный и экономичный расчет конструкции опалубки на основе действительных, возникающих при бетонировании, сил.

Основная технологическая задача, решаемая на данном этапе, — определение оптимального размещения тяжа по высоте монолитной балки и минимальной жесткости щитов опалубки. За критерий оптимальности принимаем равенство относительных прогибов в пролете и на консоли (рис. 26). При выводе формул приняты следующие предпосылки и допущения:

- бетонная смесь представляет несжимаемую квазиоднородную среду;
- поведение бетонной смеси при укладке в опалубку аппроксимируем гидростатическим законом (ввиду использования литых смесей);
- опалубку рассматриваем как балку постоянной жесткости.

Уравнение эпюры перемещения определяем путем интегрирования системы дифференциальных уравнений равновесия и совместности деформаций по методу начальных параметров [2].

Найдем начальные параметры — прогиб f_0 , угол поворота φ_0 и опорную реакцию X_1 , при этом влиянием деформации сдвига на прогиб можно пренебречь по сравнению с влиянием кривизны. Для определения неизвестных составляем систему уравнений:

прогиб в сечении 1 равен нулю

$$f_0 + \varphi_0 \cdot c + p_1 \cdot \frac{c^4}{24EI} + p_2 \cdot \frac{c^5}{120EI} = 0, \quad (1)$$

прогиб в сечении 2 равен нулю

$$f_0 + \varphi_0 \cdot L + X_1 \cdot \frac{(L-c)^3}{6EI} + p_1 \cdot \frac{c^4}{24EI} + p_2 \cdot \frac{L^5}{120EI} = 0, \quad (2)$$

изгибающий момент в конечном сечении 2 равен нулю

$$-X_1 \cdot (L-c) - p_1 \cdot \frac{L^2}{2} - p_2 \cdot \frac{L^3}{6} = 0, \quad (3)$$

где p_1 и p_2 — распределенные нагрузки на щит.

Решив полученную систему уравнений (1)–(3), найдем f_0 , φ_0 и X_1 , а следовательно, будем иметь все необходимые данные для составления уравнения эпюры перемещения.

Уравнение эпюры прогибов принимает следующий вид:

$$f_x = \frac{c \cdot L \cdot (3 \cdot p_2 \cdot c^3 + 15 \cdot p_1 \cdot c^2 + 3 \cdot p_2 \cdot L \cdot c^2 + 13 \cdot p_2 \cdot L^2 \cdot c + 45 \cdot p_1 \cdot L \cdot c - 15 \cdot p_1 \cdot L^2 - 7 \cdot p_2 \cdot L^3)}{360EI} - (3 \cdot p_2 \cdot c^4 + 15 \cdot p_1 \cdot c^3 + 3 \cdot p_2 \cdot L \cdot c^3 + 15 \cdot p_1 \cdot L \cdot c^2 + 3 \cdot p_2 \cdot L^2 \cdot c^2 + 13 \cdot p_2 \cdot L^3 \cdot c + 45 \cdot p_1 \cdot L^2 \cdot c - 15 \cdot p_1 \cdot L^3 - 7 \cdot p_2 \cdot L^4) \cdot \frac{x}{360EI} - \frac{L^2 \cdot (3 \cdot p_1 + p_2 \cdot L) \cdot (x-c)^3}{36 \cdot (L-c) \cdot EI} + \frac{p_1 \cdot x^4}{24EI} + \frac{p_2 \cdot x^5}{120EI}, \quad (4)$$

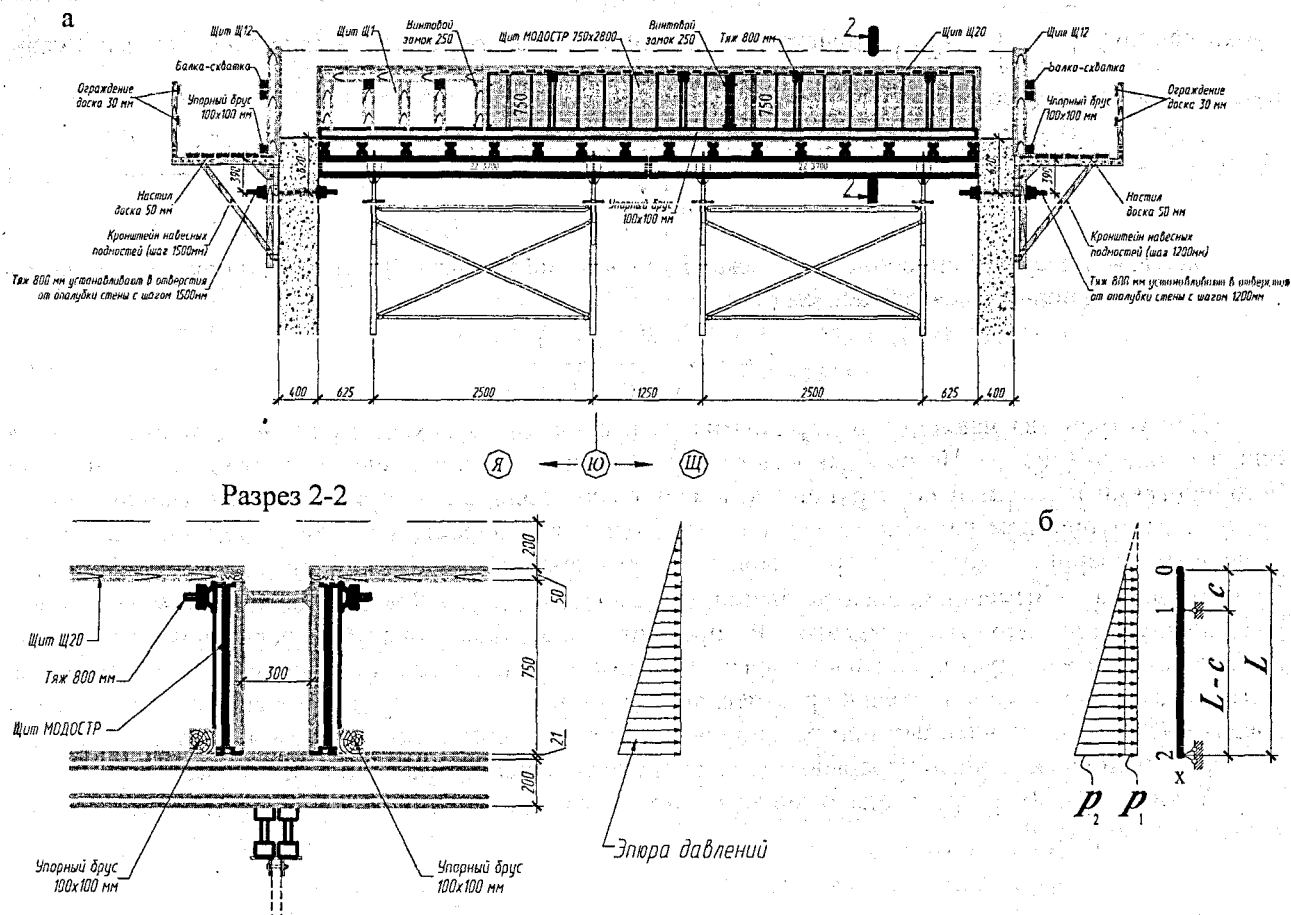
где EI — погонная жесткость щита.

Условие рационального размещения тяжа по высоте балки представляет собой равенство относительных максимальных прогибов на участке балки $L-c$ и консоли балки c . Поэтому балку разбиваем на две области (пролетную и консольную) и для каждой из них находим максимальный относительный прогиб.

На первом участке: $0 < x < c$

Максимальный относительный прогиб при $x = 0$ равен

$$f_{\max}^K / c = \frac{L \cdot (3 \cdot p_2 \cdot c^3 + 15 \cdot p_1 \cdot c^2 + 3 \cdot p_2 \cdot L \cdot c^2 + 13 \cdot p_2 \cdot L^2 \cdot c + 45 \cdot p_1 \cdot L \cdot c - 15 \cdot p_1 \cdot L^2 - 7 \cdot p_2 \cdot L^3)}{360EI} \quad (5)$$



а – схема опалубки монолитной балки; б – расчетная схема

Рисунок 2 – Опалубка балки ребристого перекрытия

На втором участке: $c < x < L$

Для нахождения координаты точки с максимальным прогибом уравнение (4) следует исследовать на максимум в граничном интервале участка и при условии (в нашем случае) $p_1 = 0,25p_2$. Выполнив данную операцию с помощью программного математического пакета Maple V, определяем, что максимум соответствует точке с координатой $0,55 \cdot (L - c)$. Таким образом, окончательно для пролета 2 получаем

$$\frac{f_{\max}^{np}}{L - c} = \frac{c \cdot L \cdot (3 \cdot p_2 \cdot c^3 + 15 \cdot p_1 \cdot c^2 + 3 \cdot p_2 \cdot L \cdot c^2 + 13 \cdot p_2 \cdot L^2 \cdot c + 45 \cdot p_1 \cdot L \cdot c - 15 \cdot p_1 \cdot L^2 - 7 \cdot p_2 \cdot L^3)}{360EI \cdot (L - c)} - \frac{0,55 \cdot (3 \cdot p_2 \cdot c^4 + 15 \cdot p_1 \cdot c^3 + 3 \cdot p_2 \cdot L \cdot c^3 + 15 \cdot p_1 \cdot L \cdot c^2 + 3 \cdot p_2 \cdot L^2 \cdot c^2 + 13 \cdot p_2 \cdot L^3 \cdot c + 45 \cdot p_1 \cdot L^2 \cdot c - 15 \cdot p_1 \cdot L^3 - 7 \cdot p_2 \cdot L^4)}{360EI} - \frac{L^2 \cdot (3 \cdot p_1 + p_2 \cdot L) \cdot (0,55L - 1,55c)^3}{36 \cdot (L - c)^2 \cdot EI} + \frac{p_1 \cdot 0,55^4 \cdot (L - c)^3}{24EI} + \frac{p_2 \cdot 0,55^5 \cdot (L - c)^4}{120EI} \quad (6)$$

Приравняв выражения (5) и (6), найдем оптимальное соотношение $\frac{c}{L}$. В рассматриваемом случае для балки высотой 0,8 м оптимальное соотношение $\frac{c}{L} = 0,385$.

Приравняв уравнения (5) или (6) к допускаемому относительному прогибу для стеновой опалубки равному $\left[\frac{f}{l}\right] = 1/400$ пролета или другой заданной величине, можно получить минимальную погонную жесткость опалубки, которая составляет

$$EI \geq \frac{L \cdot (3 \cdot p_2 \cdot c^3 + 15 \cdot p_1 \cdot c^2 + 3 \cdot p_2 \cdot L \cdot c^2 + 13 \cdot p_2 \cdot L^2 \cdot c + 45 \cdot p_1 \cdot L \cdot c - 15 \cdot p_1 \cdot L^2 - 7 \cdot p_2 \cdot L^3)}{360 \left[\frac{f}{l}\right]} \quad (7)$$

Задаваясь несущей способностью тяжа (R) можно найти шаг (B) его расстановки по длине монолитной балки, пользуясь выражением (8).

$$B = \frac{6 \cdot R \cdot (L - c)}{L^2 \cdot (3 \cdot p_1 + p_2 \cdot L)} \quad (8)$$

Для устройства наклонного перекрытия на последующих захватках применена та же система опорных башен (рис. 3). Но особенность ее использования в данном случае состоит в том, что при бетонировании наклонной конструкции возникают вертикальные и горизонтальные усилия на опалубку. Преимуществом рамных башен является большая прочность на сдвиг предварительно изготовленных (сварных) рам и быстрый монтаж, исключающий ошибки. Система МОДОСТР имеет большой диапазон изменения высоты башни: ступенчато – 1,2 и 1,8 м и плавно – 0÷420 мм с помощью нижнего или верхнего домкратов. Распределительные балки опалубки перекрытия для предупреждения сдвига следует крепить к главным несущим балкам, которые, в свою очередь, закрепляются к оголовкам башен и дополнительно раскрепляют с помощью цепи с талрепом к арматурным анкерам предварительно установленным при бетонировании нижней плиты. Бетонирование выполняется снизу вверх с технологическими перерывами для предупреждения сплывания бетонной смеси.

Таким образом, разработана и внедрена технология возведения монолитных ребристых и наклонных перекрытий.

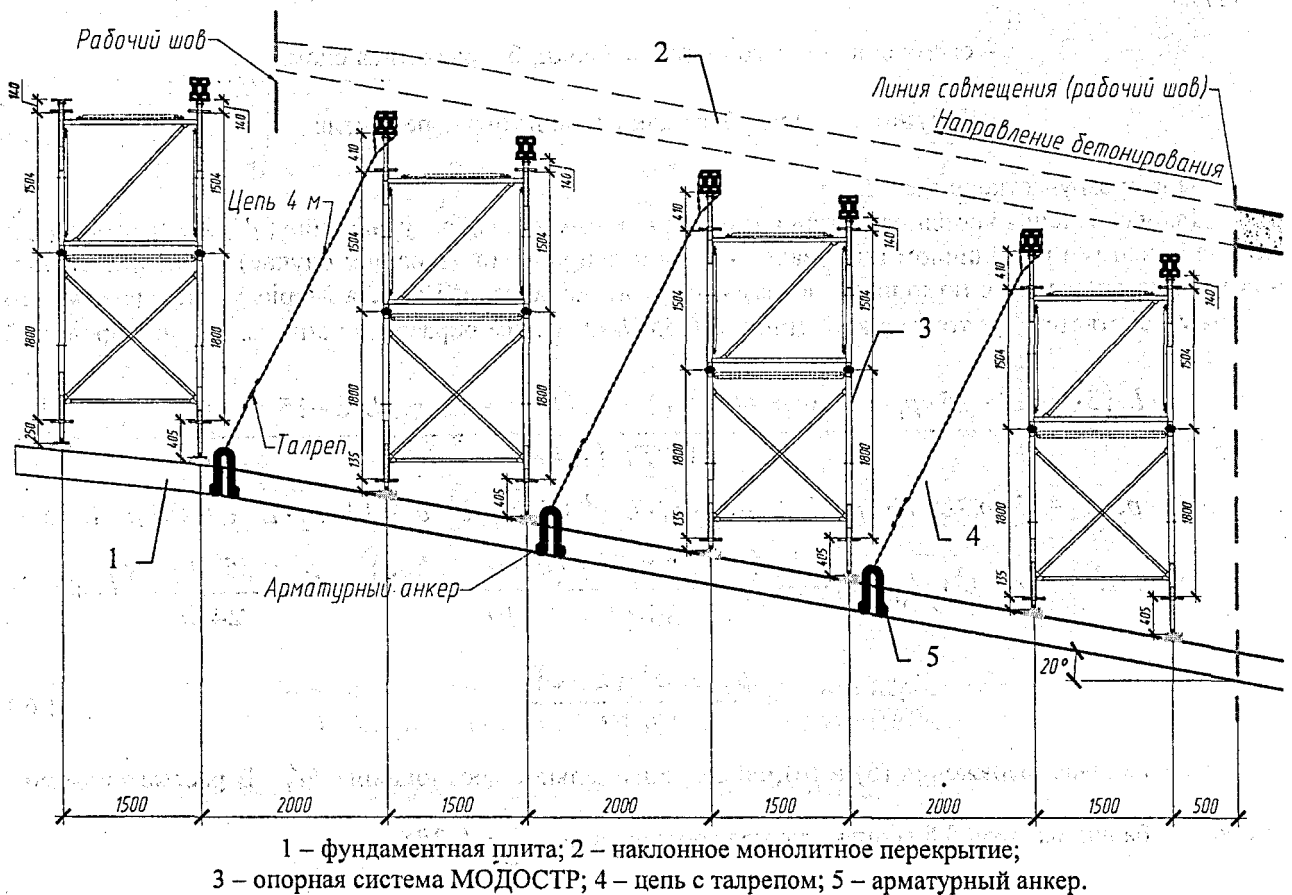


Рисунок 3 – Схема опалубки наклонного перекрытия на последующих захватках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Опалубочная система и технология МОДОСТР. – Минск, 2003 г. – 80 с.
2. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический. Под редакцией А.А.Уманского. – М.1960, с. 230 – 234

УДК 693.574

Остапенко В.И. (БНТУ, г. Минск)

ФИЛЬТРПРЕССОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕЛКОЗЕРНОСТОГО ДЕКОРАТИВНОГО БЕТОНА

Значительные резервы в повышении эффективности капитального строительства, ремонта, реконструкции заложены в улучшении эксплуатационных свойств, повышении долговечности и снижении энергозатрат на производство покрытий пола, в том числе использующихся при устройстве полов, а также возможность использования прессов, высвобождающихся из металлообрабатывающей промышленности. На долю устройства полов приходится до 15 % стоимости здания, а при капитальном ремонте – 30 % сметной стоимости (или 40 % от стоимости отделочных работ). По данным ЦНИИ производств стоимость полов (без перекрытия) составляет до 20 % стоимости общехозяйственных работ, а трудоемкость их устройства составляет 12..17 % общей трудоемкости строительства. [1].

Покрытия полов из бетонных плит для многих общественных и промышленных зданий имеют ряд существенных преимуществ перед покрытиями из других материалов. Однако обширная практика применения покрытий из бетонных плит, полученных по наиболее производительной кассетной технологии, показала, что они в ряде случаев имеют неудовлетворительное качество и недостаточный срок службы. Кроме того, изготовление бетонных, мозаичных и цементно-песчаных плит требует относительно высокого расхода цемента и продолжительной тепловлажностной обработки (до 16 часов, термосная тепловлажностной обработки – до 48 часов).

Устройство полов из плит является индустриальным решением, позволяющим максимально сократить трудоемкость отделки пола в построечных и ремонтных условиях. Кроме того, применение плиточного покрытия позволяет вводить пол в эксплуатацию в более ранний срок по сравнению со сплошным, что очень существенно при ремонте общественных и жилых зданий. Основной недостаток строительства покрытия из бетонных плит по сравнению со сплошным – большая вероятность разрушения кромок плит, сколы и дефекты углов, поэтому одна из задач этой работы – увеличение прочности таких плит.

Повышение износостойкости и беспыльности декоративного слоя, а также увеличение морозостойкости и уменьшение водопоглощения, высокообразования плит пола особенно важно для общественных и промышленных зданий (при уменьшении толщины плиты ее можно применять и как облицовочную), эксплуатация которых связана с особо интенсивным движением, переменными температурами, повышенной влажностью и солью, приносимой на обуви людей. Такие объекты, как вокзальные и торговые залы, холлы, крыльцо клиник, больниц, гостиниц и зрелищных зданий, подземные пешеходные переходы и т.п. Следовательно, проблема улучшения физико-механических и эксплуатационных свойств декоративных плит пола стоит особенно остро.

Одним из путей повышения долговечности мелкозернистого бетона является повышение его плотности, прочности и уменьшение пористости за счет снижения остаточного водоцементного отношения бетона после формования изделий. Особенность фильтрационного прессования состоит в том, что на стадии приготовления сырьевой смеси вводят обильное количество воды затворения, получают пластичную смесь, в которой начинает активно протекать процесс гидратации портландцемента. Затем осуществляют прессование смеси с удалением избыточной влаги и воздуха. При фильтрпрессовой технологии и оптимальном давлении прессования остаточное водоцементное отношение достигается 0,18÷0,22 (для гидратации портландцемента достаточно 15..17 % воды). При сжатии цементно-песчаных смесей происходит разрушение (раздавливание) цементных флокул, обводнение необводненных частиц портландцемента и песка. Вследствие этого в процесс гидратации вовлекается большее количество частиц портландцемента, а благодаря большому прессующему давлению (10..20 МПа) и комплексной химической добавке процесс гидратации протекает очень актив-