

2. Подбор продольной и поперечной арматуры рекомендуется производить по формуле (4).

3. Прочность по бетону проверяется формулой (5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. — М., 1976, с. 158—166. 2. Шалимо И.М. Методика испытания бетонных и железобетонных стоек кольцевого сечения на сжатие с кручением. — В кн.: Тез. X конф. молодых ученых и специалистов Прибалтики и Белоруссии по проблемам строит. материалов и конструкций. Таллин, 1979, с. 214. 3. Шалимо И.М. Прочность центрифугированного бетона при плоском напряженном состоянии растяжение—сжатие. — В сб.: Вопр. стр.—ва и архитектуры. Минск, 1980, вып. X, с. 89—91. 4. Карпенко Н.И., Елагин Э.Г. Деформации железобетонных трубчатых элементов, подвергнутых кручению, после образования трещин. — Бетон и железобетон, 1970, № 3, с. 42—46.

УДК 624.012.45

В.Д. БУДЮК, канд.техн.наук

Л.В. ОБРАЗЦОВ, ст. преп.
(БИСИ)

В.А. ПОПОВА, канд.техн.наук
(НИИЖБ)

ПРОЧНОСТЬ, ЖЕСТКОСТЬ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ БЛОК-КОМНАТ ИЗ АГЛОПОРИТОБЕТОНА НА НАПРЯГАЮЩЕМ ЦЕМЕНТЕ

Строительство жилых зданий из объемных блоков в СССР развивается по шести техническим направлениям с головными предприятиями в Минске, Кременчуге, Приднепровске, Краснодаре, Хабаровске, Вологде. Опыт производства блоков на головных заводах и строительства из них зданий в целом подтверждает экономическую эффективность нового метода строительства.

Одна из главных проблем в объемно-блочном домостроении — обеспечение трещиностойкости цельноформованных блоков различных конструкций. Трещины образуются в процессе тепловой обработки блоков, при хранении на складе вследствие температурных и усадочных деформаций, в результате транспортных и монтажных операций, а также из-за неравномерной осадки основания здания и по ряду других причин.

Решение этой проблемы отечественные специалисты видят в создании предварительного напряжения в элементах блок-комнаты [1].

Зарубежный опыт производства объемных блоков и строительства из них зданий в социалистических республиках и капиталистических странах показывает, что эксплуатационные качества могут быть обеспечены следующими техническими решениями.

Звукоизоляция обеспечивается за счет определенной толщины ограждений (от 7 до 16 см) в железобетонных блоках при тщательной заделке стыков, швов и применения упругих прокладок в местах опирания блоков. Трещиностойкость железобетонных блоков также обеспечивается той же увели-

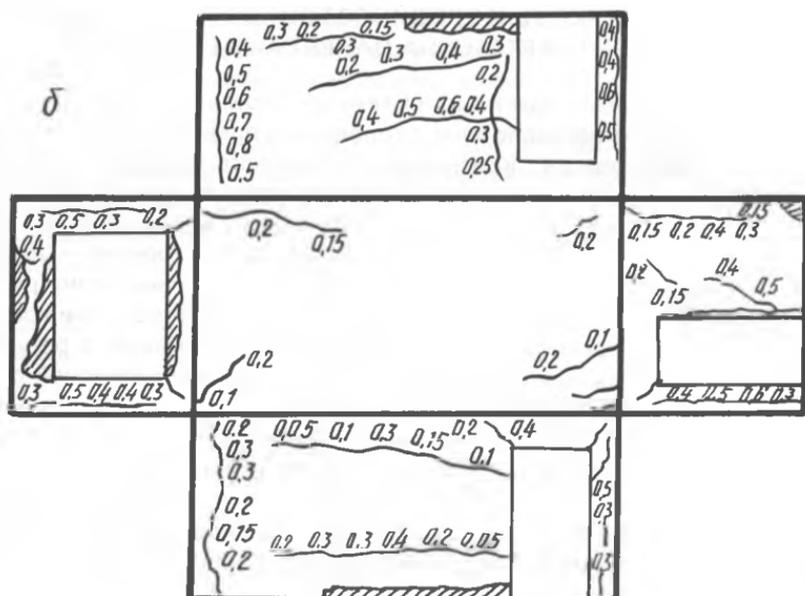
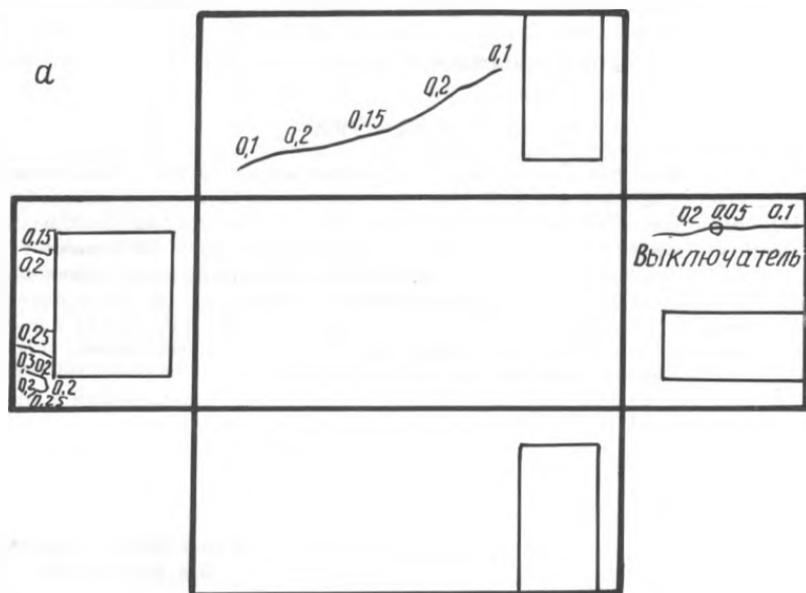


Рис.1. Схемы расположения трещин в блок-комнатах после термообработки по наружной поверхности из бетона на напрягающем цементе (а) и на портландцементе (б) .

ченной (по сравнению с нашими решениями) толщиной элементов и рядом других факторов: мягким режимом термообработки, использованием высокоактивных цементов, оклейкой внутренних поверхностей стеклотканью, применением специальных блокозоров и балансирующих траверс.

Отдельные блоки защищаются во всех случаях от атмосферных воздействий укрытием пленочными или брезентовыми чехлами (разовыми и инвентарными), а также естественными кровлями блоков при одноэтажных зданиях.

Внутренняя отделка железобетонных блоков определяется качеством поверхностей, получаемых в процессе бетонирования. При этом без каких-либо дополнительных шпаклевок и затирок применяется покраска или оклейка обоями.

Существенного улучшения эксплуатационных качеств и прежде всего повышения трещиностойкости можно достигнуть, используя для бетонов в качестве вяжущего напрягающий цемент [2].

Отличительная особенность этих цементов — способность при твердении увеличиваться в объеме, за счет чего арматура независимо от расположения растягивается и создает обжатие в бетоне. При этом бетон на НЦ обладает в несколько раз меньшей проницаемостью по сравнению с бетоном на портландцементе.

На протяжении 1975–1976 г. на Минском ДСК–3 было изготовлено 43 блока из аглопоритобетона на напрягающем цементе. Как видно из рис. 1, при одинаковых режимах тепловлажностной обработки количество трещин в блоках из бетона на НЦ существенно меньше, чем в блок-комнатах из бетона на портландцементе.

В целях изучения жесткости и трещиностойкости потолка и стеновых панелей в Минске на ДСК–3 была испытана блок-комната на напрягающем цементе марки БК–42 для 5-этажных домов при действии транспортных, монтажных, а также нормативных нагрузок при неравномерной осадке опор. Для оценки несущей способности блок-комнаты предусматривалось довести ее до разрушения после приложения сосредоточенных нагрузок по углам. Всего было приложено 7 видов загрузки. Блок-комната соединялась с плитой пола и испытывалась в рабочем положении.

Статические испытания блок-комнаты производились на стенде, представляющем две рамы, каждая из которых состояла из верхней и нижней балок, соединенных между собой тягами. Опирание блок-комнаты осуществлялось по четырем углам на фигурные стальные пластины $\delta_{пл} = 60$ мм, имеющие вырез по контуру колонны. Пластины устанавливались на одном уровне и поверх укладывался выравнивающий слой раствора на длину 35 см от угла в направлении обеих панелей. Аналогично устанавливались пластины и по верхним опорным участкам. Одна из опор представляла набор стальных пластин $\delta_{пл} = 1,8$ мм с прослойками из солидола, что позволяло при испытаниях удалять их и имитировать осадку опоры на необходимую величину.

Сосредоточенная нагрузка на углы блок-комнаты создавалась протарированными домкратами, равномерно распределенная — бетонными плитами массой 40 и 90 кг.

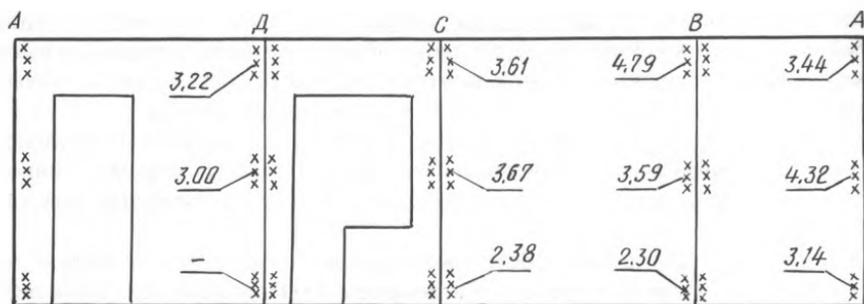


Рис. 2. Прочность аглопоритобетона на напрягающем цементе в блок-комнате на отдельных участках, выраженная характеристическим числом.

Перемещения блок-комнаты и ее элементов измерялись прогибомерами Аистова и Максимова.

При внешнем осмотре блок-комнаты перед испытанием определялось место расположения, длина и ширина раскрытия трещин, устанавливались дефектные места. Ширина трещин в местах наибольшего раскрытия определялась с помощью переносного микроскопа с ценой деления 0,05 мм.

Прочность аглопоритобетона на напрягающем цементе устанавливалась к моменту испытания блок-комнаты на сороковые сутки по испытаниям на прессе контрольных образцов-кубов, а также механическим и физико-техническим неразрушающим методом.

С помощью молотка НИИ Мосстроя определялась внутренняя поверхностная прочность бетона по углам блок-комнаты вверху, внизу и посередине. На каждом участке производилось по пять ударов. Наибольшие и наименьшие величины отношений d_6/d_3 исключались и по оставшимся трем находилось среднее отношение для каждого участка.

Прочность бетона колонн определялась методом диагонального прозвучивания ультразвуковым прибором УКБ-1М также в трех уровнях. Оценивалась она на участке по средним значениям измерений скорости прохождения ультразвука в трех точках.

Ввиду отсутствия экспериментальной тарировочной зависимости между параметрами использованных приборов и прочностью аглопоритобетона на НЦ последняя оценивалась характеристическими числами, соответствующими показаниям приборов. Для относительной оценки прочности бетона колонн наибольшее значение отношения d_6/d_3 и наименьшее v принято равным 1, соответственно наименьшее значение d_6/d_3 и наибольшее v принято равным 5. Промежуточные значения параметров определялись по интерполяции. Прочность бетона оценивалась средним арифметическим значением между характеристическими числами, соответствующими показаниям приборов на отдельном участке. Наибольшему значению прочности соответствовало наибольшее характеристическое число и наоборот.

На рис. 2 указаны средние значения прочностей бетона, выраженные характеристическими числами. Отсутствие значений на отдельных участках объясняется получением на осциллографе неустойчивого изображения ульт-

развучковой волны. Как видно из рис. 2, наименьшая прочность бетона в колоннах выявлена в их нижней части, при этом в углу В она оказалась самой низкой. Разрушение блок-комнаты произошло как раз на этом участке. Прочность аглопоритобетона на НЦ по результатам испытания контрольных кубов на 40-й день составила в среднем 30,8 МПа.

Порядок загрузки выбирался таким образом, чтобы, по-возможности, исключить влияние последствий одного нагружения на напряженно-деформированное состояние блок-комнаты при последующих нагружениях.

При действии сосредоточенной нагрузки в 2 кН, приложенной в центре потолка на площади 1 м^2 , прогиб в середине пролета потолка составил 0,48 мм, или $0,48/3000 = 1/6250$. Прогибы стеновых панелей практически не наблюдались. Раскрытия ранее существующих трещин также не наблюдалось.

Равномерно распределенная нагрузка на потолок блок-комнаты, равная по величине собственному весу, имитировала транспортные нагрузки от собственной массы потолка с коэффициентом перегрузки 2. Прогиб при этом составил 11,1 мм, или $1/273$ пролета. Прогибы стеновых панелей в своей плоскости по данным сторонам практически равнялись 0, кроме панели с проемом, где прогиб составил 1,15 мм. При этом нагружении наблюдалось дальнейшее развитие ранее существующих диагональных трещин на потолке до 0,15 мм. Некоторые из них раскрылись не более чем на 0,05 мм.

После снятия нагрузки зависание одного угла под действием собственной массы блок-комнаты составило 1,66 мм. При действии нормативной нагрузки на пол $g=1,5 \text{ кН/м}^2$ и сосредоточенной на углы $P=156 \text{ кН}$ осуществлялась поэтапно осадка одной из опор.

На третьем этапе при осадке опоры на 5,27 мм, что близко к расчетной величине, равной 5 мм, образовалось 7 новых трещин. Некоторые ранее существовавшие трещины удлинились на 20–25 см. Максимальная ширина раскрытия трещин, образовавшихся в процессе испытаний, не превышала 0,15 мм. Дальнейшая осадка опоры до 10,73 мм привела к небольшому количеству новых трещин, удлинению ранее образовавшихся и практически не привела к дальнейшему их раскрытию.

При расчетной нагрузке на пол блок-комнаты $g=2,1 \text{ кН/м}^2$ сосредоточенная нагрузка на углы доводилась до разрушений. Разрушение блок-комнаты произошло в результате раздробления бетона колонны в углу В в нижней части опоры.

Разрушающая нагрузка составила 585 кН, что в 2,7 раза превышает расчетную сосредоточенную нагрузку на углы блок-комнат, равную 216 кН. Это значительно больше требуемого коэффициента запаса, равного 1,6 по ГОСТ 8829–66.

В одной из блок-комнат из аглопоритобетона на напрягающем цементе испытывался потолок на водопроницаемость. Для этого на потолок устанавливалась стальная труба $\varnothing 165 \text{ мм}$, высотой 50 см. После заделки стыка герметиком труба заполнялась водой. В течение 6 сут на внутренней поверхности потолка фильтрации воды не обнаружено.

В ы в о д ы. 1. Прочность, жесткость и трещиностойкость блок-комнат из аглопоритобетона на напрягающем цементе удовлетворяют требованиям ГОСТ 8829-66 и технической документации.

2. Проблема трещиностойкости и атмосфероустойчивости в объемно-блочном домостроении в значительной степени может быть решена применением в этих конструкциях напрягающего цемента.

3. Прочность аглопоритобетона на напрягающем цементе достаточно надежно может быть определена комплексными неразрушающими методами

ЛИТЕРАТУРА

1. М и н к и н Б.К. Конструкции объемно-блочных зданий Краснодарского технического направления. — Бетон и железобетон, 1975, № 3, с. 29-34. 2. М о р о з о в Н.В., М и н и к е е в Ш.С. Исследования трещиностойкости моделей блок-комнат, изготовленных на напрягающем цементе. — В сб.: Моделирование при исследовании строительных конструкций: (Материалы к Всесоюзному совещанию). Киев, 1972, с. 23-28.

УДК 624.072.33

Л.И. КОРШУН, канд. техн. наук,
А.С. ХАМУТОВСКИЙ, ст. преп.
(БИСИ)

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРУГИХ РАМ С ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Рассматриваются упругие одноэтажные многопролетные рамы, для которых жесткость стержня постоянна по его длине (рис. 1,а). Известны геометрия системы, форма поперечных сечений ($I_n = k_n F_n^2$), величины внешних осевых сил и механические свойства материала, работающего в упругой стадии. Необходимо распределить материал по осям системы так, чтобы при минимуме объема выполнялись условия прочности, устойчивости и конструктивные требования.

Математическая модель сформулированной задачи строится с помощью дискретного принципа максимума [1,2]. Исходные уравнения преобразования получим, используя уравнение упругой линии сжато-изогнутого стержня [3]. Так как рама не имеет линейных смещений узлов, то из фазовых координат исключается поперечная сила.

Уравнения преобразования для первого участка зависят от наличия продольной силы в стойке и записываются в виде

$$\left. \begin{aligned} N_{ст} &\neq 0; \\ x_1^{(2)} &= x_0^{(2)} \xi_1' + X_0^{(3)} \rho_1'; \\ X_1^{(3)} &= -X_0^{(2)} \mu_1' + X_0^{(3)} \xi_1'; \\ X_1^{(5)} &= X_0^{(5)} + b_1' / (\nu_1')^{2/m}. \end{aligned} \right\} (1) \quad \left. \begin{aligned} N_{ст} &= 0; \\ X_1^{(2)} &= -2X_0^{(2)} - X_0^{(3)} / 2i_1'; \\ X_1^{(3)} &= -6X_0^{(2)} i_1' - 2X_0^{(3)}; \\ X_1^{(5)} &= X_0^{(5)} + a_1' (i_1')^{1/m} \end{aligned} \right\} (2)$$