

Акт

Контрольных испытаний натурального фрагмента сборно-монолитного рамно-связевого каркаса зданий АРКОС с плоскими перекрытиями, образованными многопустотными плитами.

(Заказчик - МЧП "Рассвет", г.Одесса)

10 октября-30 ноября 2007г., г. Одесса

Акт

Контрольных испытаний натурального фрагмента сборно-монолитного рамно-связевого каркаса зданий АРКОС с плоскими перекрытиями, образованными многопустотными плитами.

(Заказчик - МЧП "Рассвет", г.Одесса)

Мы, нижеподписавшиеся,

Мордич А.И., научный руководитель разработки зданий АРКОС, технический директор ООО "БЭСТинжиниринг", (г. Минск, Республика Беларусь);

Мордич Г.А., директор ООО "БЭСТинжиниринг", (г. Минск, Республика Беларусь);

Белявский С.А., руководитель группы ООО "БЭСТинжиниринг", (г. Минск, Республика Беларусь);

с участием представителей Одесской государственной академии строительства и архитектуры (ОГАСА) и НИИСК Минстроя Украины

Егупова К.В., заведующего кафедрой ЭВС, научного руководителя региональной лаборатории сейсмостойкости и надежности зданий и сооружений НИИСК Минстроя РУ, вице-президента украинской ассоциации сейсмического строительства,

Сороки Н.Н., заведующего региональной лабораторией сейсмостойкости и надежности зданий и сооружений НИИСК, доцента ОГАСА, а также представителя заказчика,

Лебедевой Л.В., генерального директора МЧП "Рассвет", г. Одесса (Республика Украина)

провели контрольные испытания статическим нагружением фрагмента сборно-монолитного каркаса зданий АРКОС с плоскими перекрытиями, образованными типовыми многопустотными плитами и монолитными железобетонными ригелями. Фрагмент каркаса построен в натуральных размерах на территории завода МЧП "Рассвет" в г. Одессе. Испытания фрагмента каркаса проведены на основании заказа МЧП "Рассвет" в соответствии с ГОСТ 15.901-91 "Система разработки и постановки продукции на производство. Конструкции, изделия и материалы строительные" согласно Рекомендаций по испытанию и оценке прочности, жесткости и трещиностойкости опытных образцов железобетонных конструкций (НИИЖБ., М.,1987) с соблюдением требований ГОСТ 8829-94 "Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления.

Методы испытаний нагружением. Конструкции, изделия и материалы строительные”.

Цель испытаний – проверка пригодности каркаса зданий системы АРКОС для массового строительства, на основе оценки его несущей способности, согласно действующих ГОСТ и СНиП, по первой (прочность) и второй (жесткость и трещиностойкость) группам предельных состояний при действии кратковременной вертикальной статической нагрузки.

Общий вид фрагмента каркаса для проведения контрольных испытаний и определения прочностных и жесткостных характеристик каркаса, его элементов и узлов представлен на рис.1, чертежи испытанного фрагмента каркаса представлены в приложении к акту.



Рис.1 Общий вид фрагмента каркаса до нагружения

Фрагмент каркаса состоял из двух ячеек с размерами в плане по осям колонн $6,8 \times 6,4$ м и пролетом несущих ригелей, равным $6,4$ м. В перекрытии многопустотные типовые плиты серии 1.141-1, вып. 63, выполнены с открытыми на 100 ± 10 мм полостями без выпусков рабочей арматуры по их торцам. В перекрытии многопустотные плиты под расчетную нагрузку $8,0$ кПа были размещены вдоль связевых ригелей по 5 плит в каждой ячейке. Плиты по торцам были оперты на несущие ригели посредством бетонных шпонок, выполненными заодно с ригелями и размещенными в открытых полостях плит. Межплитные швы содержали сквозное продольное армирование. Монолитные несущие и связевые ригели объединены в плане в замкнутую железобетонную раму, охватывающую группу плит в каждой ячейке и заземленную по углам в

проемах сборных колонн. Угловые колонны армированы 4-мя стержнями диаметром 25 мм и средние колонны – 4-мя стержнями диаметром 28 мм класса А500С. Сборные колонны были оперты на отдельные монолитные бетонные фундаментные подушки посредством винтовых стыков ВИНСТ.

Фрагмент каркаса первоначально был предназначен для восприятия полезной расчетной нагрузки равной 8,0 кПа. Поэтому многопустотные плиты были приняты под такую же нагрузку. Для ригелей, межплитных швов, колонн и фундаментов был принят бетон класса В25. Фактическая кубиковая прочность бетона ригелей и колонн составила в среднем $R=30$ МПа. Армирование многопустотных плит - стержневое класса АtVI. Армирование несущих ригелей было предусмотрено стержневое класса А500С. Фактически, по данным предварительно проведенных испытаний арматуры, стержни диаметром 20 мм имели предел текучести $\sigma_y = 430$ МПа, а диаметром 14 мм $\sigma_y = 630$ МПа (проектное армирование фрагмента каркаса приведено в приложении к акту). Кроме того, несущий ригель оси В фрагмента каркаса был выполнен, в отличие от проектного ригеля, с полной высотой сечения не 26 см, а 24 см и с рабочей высотой равной 21 см. Верхняя грань этого ригеля выступала над верхом примыкающих многопустотных плит на $2\pm 0,5$ см. Поскольку значительная часть рабочей арматуры несущих ригелей могла быть отнесена к классу А400 (а не А500С), перерасчет показал, что фактическая нагрузка может быть принята равной $g_l = 6,0$ кПа (для оценки по прочности) и нормативная нагрузка $g_{II} = 4,7$ кПа (для оценки жесткости и трещиностойкости).

Фрагмент был возведен на насыпных грунтах. Для оценки влияния неравномерной осадки фундаментов на несущую способность каркаса площадь опирания их на грунт была принята одинаковой (номинальный размер в плане каждого фундамента 1,0×1,0 м) с тем, чтобы средняя величина напряжений по подошве фундамента угловых колонн была в два раза меньше напряжений, чем для средних. Величина средних контактных напряжений по подошве фундаментов угловых колонн при действии расчетных нагрузок составила 121 кПа (1,21 кгс/см²) и 225 кПа (2,25 кгс/см²) для средних. Для повышения сопротивляемости перекрытия фрагмента к неравномерным осадкам в межплитные швы, уширенные до 40мм, были размещены плоские арматурные каркасы с продольной арматурой, заанкеренной концами в монолитном бетоне несущих ригелей.

Особенностью конструкции фрагмента каркаса явилось также то, что стержни нижней продольной арматуры несущих и связевых ригелей не содержали в месте их анкеровки в проемах угловых колонн дополнительных анкерующих устройств.

Испытание фрагмента каркаса выполнено в две стадии. На первой стадии перекрытие было освобождено от поддерживающих устройств и на элементы фрагмента была передана таким образом постоянная нагрузка. Деформации и перемещения элементов фрагмента каркаса от кратковременного ее действия были зафиксированы посредством заранее установленных приборов.

На второй стадии испытание фрагмента каркаса было осуществлено поэтапным нагружением вертикальной распределенной нагрузкой одновременно обеих ячеек ступенями до уровней нагрузки, соответствующих расчетным по второму (контрольная нагрузка по жесткости и трещиностойкости) и первому предельным состояниям конструкции с выдержкой на этих этапах по 45 минут и далее до разрушения по методике, соответствующей ГОСТ 8829-94. Полезную вертикальную равномерно распределенную нагрузку на перекрытие фрагмента создавали штучными грузами в виде предварительно взвешенных фундаментных блоков типа ФБС 24-4-6т. Общее количество ступеней до стадии разрушения составило 11.

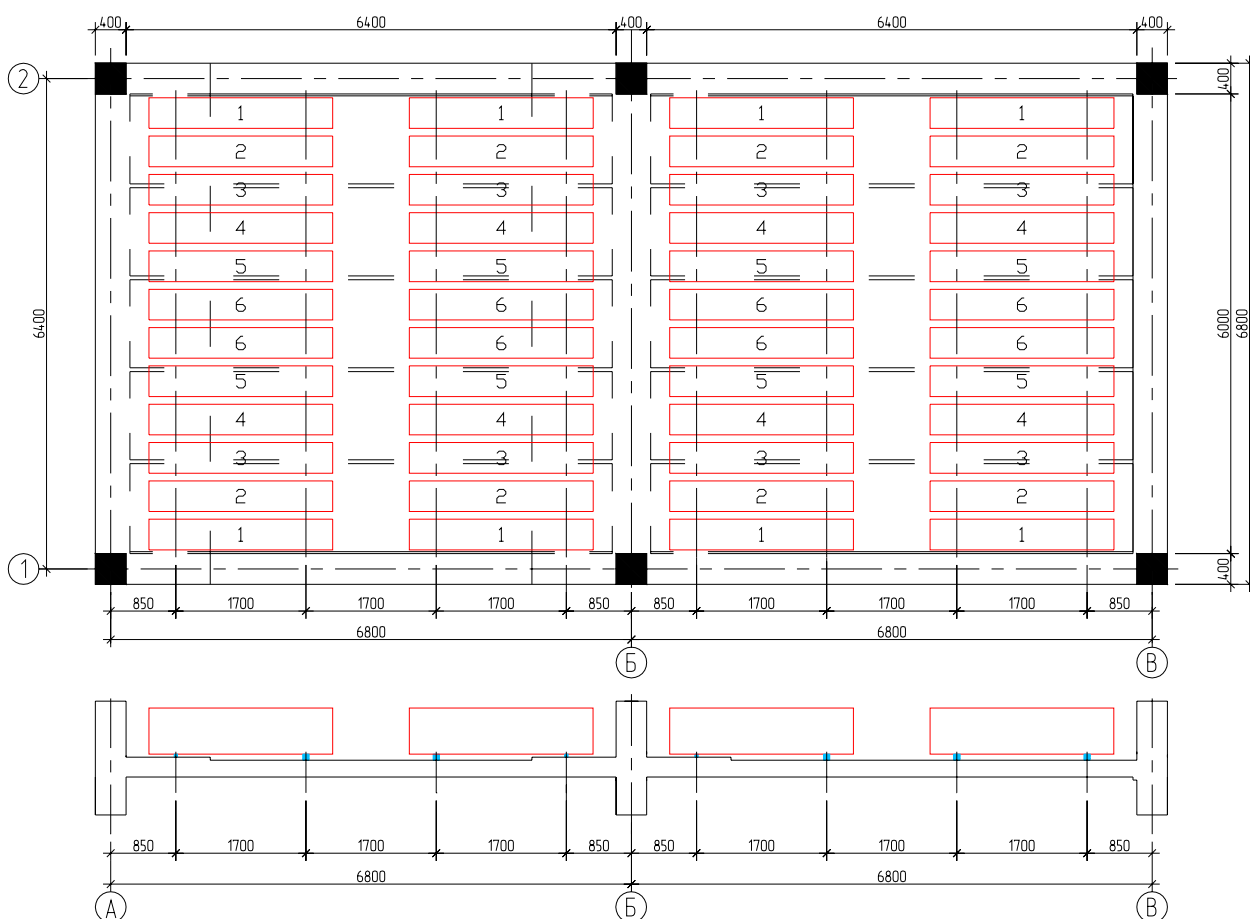


Рис.2 Схема раскладки блоков ФБС на перекрытие фрагмента. Цифры на блоках означают ступени нагружения.

Раскладку блоков (рис. 2) осуществляли только на многопустотные плиты через деревянные прокладки, непосредственно на монолитные ригели нагрузку не прикладывали. Нагружение ригелей происходило передачей на них усилий от многопустотных плит через стыки сопряжений. На каждой ступени нагружения (кроме расчетных) выдержка во времени составляла 10-15 мин и была использована для обследования состояния конструкции, регистрации показаний по приборам, фиксации замеров трещин.

Для измерения вертикальных перемещений элементов каркаса, деформаций бетона в сечениях несущих элементов и узлах их сопряжений были установлены механические приборы - прогибомеры 6ПАО с ценой деления 0,01 мм, индикаторы часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм. Вертикальные перемещения (осадки) фундаментов фиксировали посредством, закрепленных на колоннах мерных линеек с миллиметровой шкалой и установленного стационарно на расстоянии 10 м прецизионного нивелира. Измерительные приборы были установлены в сечениях, подверженных действию наибольших усилий от нагрузки согласно расчетным схемам, принятым при проектировании. В процессе испытаний измеряли вертикальные перемещения (прогибы) середины пролетов несущих ригелей, наиболее нагруженных в ячейках средних плит, деформации бетона в пролетных и приопорных сечениях по сжатой и растянутой граням. Появление трещин фиксировали визуально, а ширину их раскрытия регистрировали посредством переносного микроскопа МПБ-2 с ценой деления 0,05 мм. После достижения нагрузки 10 кПа (примерно соответствующей расчетной по I группе предельных состояний с превышением на величину $C=1,35$) регистрация деформаций и перемещений была прекращена, приборы были демонтированы, и дальнейшее нагружение фрагмента до разрушения производили с контролем величины прикладываемой нагрузки. Общий вид фрагмента после разрушения при максимальной нагрузке приведен на рис.3.



Рис.3 Общий вид разрушенного фрагмента при полной испытательной нагрузке $g=11,5\text{кПа}$.

В результате испытаний установлено следующее:

1. Разрушение фрагмента каркаса произошло при нагрузке $g=11,5\text{ кПа}$ (1170 кгс/м^2), без учета нагрузки от собственной массы перекрытия. Разрушение произошло от текучести рабочей арматуры несущих ригелей, первоначально верхней, - в сечениях у колонн и последующего достижения текучести нижней рабочей арматурой в сечениях середины пролета (см. рис.3). В сечениях колонн оси Б под перекрытием за 2...3 этапа, предшествующих исчерпанию несущей способности, образовались пластические шарниры, сопровождавшиеся текучестью арматуры и раскрытием крупных трещин на наружных гранях колонн. К моменту исчерпания несущей способности фрагмента произошло раздавливание сжатого бетона сечений колонн Б под перекрытием. Разрушений других элементов, стыков или узлов сопряжений к моменту исчерпания несущей способности фрагмента каркаса не выявлено.

Согласно обязательного приложения Б ГОСТ 8829-94 представленное разрушение фрагмента каркаса может быть отнесено к I случаю разрушения (по нормальному или наклонному сечению вследствие достижения предела текучести продольной арматуры). Для примененной арматуры класса АIII (А400с) согласно табл. Б1 ГОСТ 8829-94 значение требуемого коэффициента безопасности C^{ϕ} может быть принято равным 1,3. Фактический коэффициент безопасности C^{ϕ} испытанного фрагмента каркаса составляет величину:

$$C^{\phi}=(11,5+1,2 \times 3,4) / (6+1,2 \times 3,4)=1,54 > C_{\text{треб}}=1,3,$$

где 11,5 кПа—опытная разрушающая нагрузка; 6 кПа—расчетная нагрузка; 3,4 кПа—постоянная нагрузка на перекрытие; 1,2 - коэффициент, учитывающий возможное увеличение постоянной нагрузки от отклонения размеров монолитных ригелей и швов от проектных.

Достигнутая величина C^{ϕ} превышает требуемый по ГОСТ 8829-94 коэффициент безопасности C для первого случая разрушения.

Требования ГОСТ 8829-94 по прочности обеспечены.

2. При действии на перекрытие фрагмента каркаса нагрузки, соответствующей нормативной (эксплуатационной) и контролируемой по жесткости и трещиностойкости согласно ГОСТ 8829-94 и равной $g_{II}=4,7$ кПа (480 кгс/м²) и после выдержки под этой нагрузкой в течение 45 мин, максимальные прогибы несущих ригелей (при кратковременном суммарном действии постоянной и испытательной нагрузки) составили: по оси А - 14,30 мм, по оси Б - 15,02 мм, по оси В - 16,84 мм.

Величина контрольного прогиба, вычисленная согласно требований п.Б9 ГОСТ 8829-94 по методике СНиП 2.03.01.84* при нагрузке равной контрольной по жесткости ($g_{II}=4,7$ кПа) составила для несущих ригелей оси А - 16,95 мм, оси Б - 20,40 мм, оси В - 23,04 мм. Предельно допустимая величина прогиба ригеля согласно табл.4 СНиП 2.03.01-84* для перекрытий с плоским потолком составляет 30 мм. Таким образом, опытные значения прогибов несущих ригелей при контролируемой нагрузке по жесткости и трещиностойкости ($g_{II} = 4,7$ кПа) не превосходят контролируемые по ГОСТ 8829-94 и предельно допустимые по СНиП 2.03.01.84*. Это означает, что требования ГОСТ 8829-94 и СНиП 2.03.01.84* по жесткости удовлетворены. Графики развития прогибов несущих ригелей под нагрузкой приведены в приложении 3 к акту.

3. При этой же нагрузке $g_{II}=4,7$ кПа (480 кгс/м²) в наиболее напряженных сечениях несущих ригелей (у колонн и в середине пролета) имели место волосяные трещины раскрытием менее 0,05 мм. К указанному уровню нагрузки трещины в сечениях связевых ригелей, колонн и сборных плит не проявились, не наблюдалось и раскрытие под нагрузкой швов между плитами, а также между монолитными ригелями и сборными плитами.

Контрольная ширина раскрытия трещин согласно п.Б.12 ГОСТ 8829-94 составляет величины 0,152...0,164 мм и при испытаниях при контрольной нагрузке по трещиностойкости ($g_{II}=4,7$ кПа) не была достигнута.

Требования ГОСТ 8829-94* и СНиП 2.03.01.84* по трещиностойкости конструкций каркаса удовлетворены.

4. Неравномерные осадки колонн, опертых на отдельные фундаменты, при нормативных ($g_{II}=4,7$ кПа) и расчетных ($g_{II}=6,0$ кПа) нагрузках составили наибольшую величину для колонны оси 1/Б равную $\Delta t/l = (12-3,5)/6800=0,0013 < (\Delta S/L)=0,002$; допустимую по СНиП 2.02.01.83 (Основания зданий и сооружений).

5. Отсутствие анкерных устройств нижних стержней продольной арматуры связевых ригелей привело к повреждению зоны анкерки этой арматуры в проеме угловой колонны В/1 (Приложение 2, рис. П7) и не отразилось на характере разрушения фрагмента в целом.

ВЫВОДЫ

На основании результатов выполненных испытаний можно заключить:

1. Испытанный фрагмент несущего каркаса зданий АРКОС удовлетворяет требованиям ГОСТ 8829-94 по прочности, жесткости и трещиностойкости с требуемым коэффициентом безопасности и может быть рекомендован для проектирования и строительства жилых и общественных зданий в т.ч. и в сложных грунтово-геологических условиях.

2. При конструировании каркасов обеспечивать соблюдение нормативных требований по анкеровке рабочей арматуры монолитных ригелей в проемах колонн.

Научный руководитель разработки,
технический директор



А.И.Морозов

Директор

Руководитель группы



А.И.Морозов

С.А.Белявский

ООО "БЭСТинжиниринг"(г. Минск, РБ)

Заведующий кафедрой ЭВС; научный руководитель
региональной лаборатории сейсмостойкости и
надежности зданий

К.В.Егупов

Заведующий региональной лабораторией
сейсмостойкости и надежности зданий, доцент

Н.Н.Сорока

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
НИИСК Минстроя РУ.*

Генеральный директор МЧП "Рассвет"

Л.В.Лебедева