

## *КОНТРОЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ НАГРУЖЕНИЕМ ОБЪЕМНЫХ БЛОКОВ НОВОЙ СЕРИИ*

**М.М. ТАМОВ**

*Кубанский государственный технологический университет.  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: murat.tamov@gmail.com*

Представлены результаты двух статических испытаний нагружением до разрушения объемных блоков новой серии типа «колпак». Объемно-блочные здания, выполненные по этой серии, в настоящее время уже возводятся в г. Воронеже компанией ООО «Выбор». Описаны порядок испытания, конструкция стендов, примененные системы нагрузочного и измерительного оборудования. Приведены полученные данные по прочности, жесткости и трещиностойкости объемного блока. Разрушение объемного блока в результате обоих испытаний наступило вследствие раздробления бетона малых угловых простенков.

**Ключевые слова:** объемный блок, контрольные испытания, тензометрические датчики, диаграмма деформирования, железобетонные конструкции.

Для комплексной проверки прочности и трещиностойкости объемного блока новой серии ОБД-В17 были проведены два контрольных испытания нагружением в соответствии с ГОСТ 8829-94. Испытанный объемный блок является конструкцией технического подполья блок-секций и относится типу «колпак» [1-3]. Он представляет собой монолитную железобетонную призматическую оболочку, имеющую пять граней – четыре стены и потолок. Панель пола конструкцией блока не предусмотрена. Размеры блока в плане составляют 6000x3550 мм, высота блока равна 2760 мм. Стены и перекрытия плоские толщиной соответственно 100 и 160 мм. В двух смежных стенах предусмотрены дверные проемы шириной 1010 мм. Эти дверные проемы смещены к одному углу объемного блока, формируя два угловых простенка шириной 475 и 590 мм. На короткой стене с дверным проемом блок имеет консоль длиной 150 мм для опирания панельного перекрытия. Опирание вышележащего объемного блока на расположенный ниже осуществляется линейно по всему периметру стен за исключением участков под дверными проемами.

Основное армирование перекрытий состоит из двух горизонтально уложенных плоских сеток с ячейкой 200x200 мм из арматуры диаметром 6 мм класса А500С. Стены по всей длине армируются в середине сечения вертикальными сетками с ячейкой 200x200 мм из арматуры класса А500С диаметром 6 мм и проволоки Вр1 диаметром 5 мм. В зонах, примыкающих к сопряжениям граней объемного блока, предусмотрены дополнительные арматурные сетки.

Первые испытания проводились на стенде ЗАО «ОБД», г.Краснодар. Стенд предназначен для испытаний на прочность и жесткость керамзитобетонных объемных блоков. Основными несущими элементами стенда являются передвижной портал, опоры анкерные и рама нижняя. Для создания испытательной нагрузки, моделирующей воздействие вышележащих объемных блоков на испытываемый, используются гидродомкраты производства ЗАО «Трансгидромаш» грузоподъемностью 300 т в количестве 8 шт.

Для измерения требуемых значений физических величин использовались: индикаторы часового типа, прогибомеры типа ПМ Максимова и система сбора данных TDS-530 с датчиками перемещений серий SDP-C и RM. При помощи индикаторов часового типа измерялись деформации бетона, прогибы стен и перекрытий. Прогибы продольных стен определялись в среднем горизонтальном и среднем вертикальном поперечных сечениях блока. На каждом из этих сечений размещалось по три индикатора (И1-И10 на рисунке 1). Прогибы поперечных стен измерялись индикаторами часового типа И11 и И12. Эти индикаторы располагались в точках пересечения диагоналей, проведенных из углов поперечных стен. Для получения картины пространственного деформирования блока при помощи индикаторов часового типа И13-И21 производились измерения деформаций бетона стен на базе 500 мм в направлении приложения нагрузки. Индикаторы И13-И21 устанавливаются в средней по высоте зоне в одной и трех точках соответственно на поперечных и продольных стенах (рисунок 1).

Индикаторы выполнены по ГОСТ 577-68, цена деления– 0,01, 0,001 мм. Прогибомерами типа ПМ Максимова с ценой деления 0,1 мм производились измерения прогибов стен в тех же точках, что и индикаторами часового типа И2, И7, И11 и И12. Такое дублирование измерений прогибов потребовалось в связи с опасениями относительно возможных неточностей показаний индикаторов часового типа, вызванных высокой чувствительностью последних.

Из соображений безопасности нахождение персонала внутри объемного блока во время испытаний недопустимо, особенно при нагрузках, близких к разрушающим. Поэтому для обеспечения возможности снятия показаний все индикаторы часового типа и прогибомеры размещались на наружной поверхности блоков.

Многоканальный измерительный комплекс (система сбора данных) TDS-530 предназначен для проведения автоматических измерений физических параметров при помощи системы датчиков. Многоканальный измерительный комплекс оснащен базовым модулем с возможностью измерений по 30 каналам. Время измерения сигнала по одному каналу составляет 0,04 с. Тензометрические датчики серии SDP-C и индуктивные датчики серии RM позволяют производить высокоточные измерения линейных перемещений. Датчики перемещений устанавливались на внутренних поверхностях объемного блока в точках с наибольшими ожидаемыми прогибами из плоскости. Сигналы от датчиков передавались на многоканальный измерительный комплекс через систему экранированных кабелей. Многоканальный измерительный комплекс был подключен к ноутбуку со специализированным программным обеспечением, позволяющим производить мониторинг измеряемых показателей в процессе испытаний.

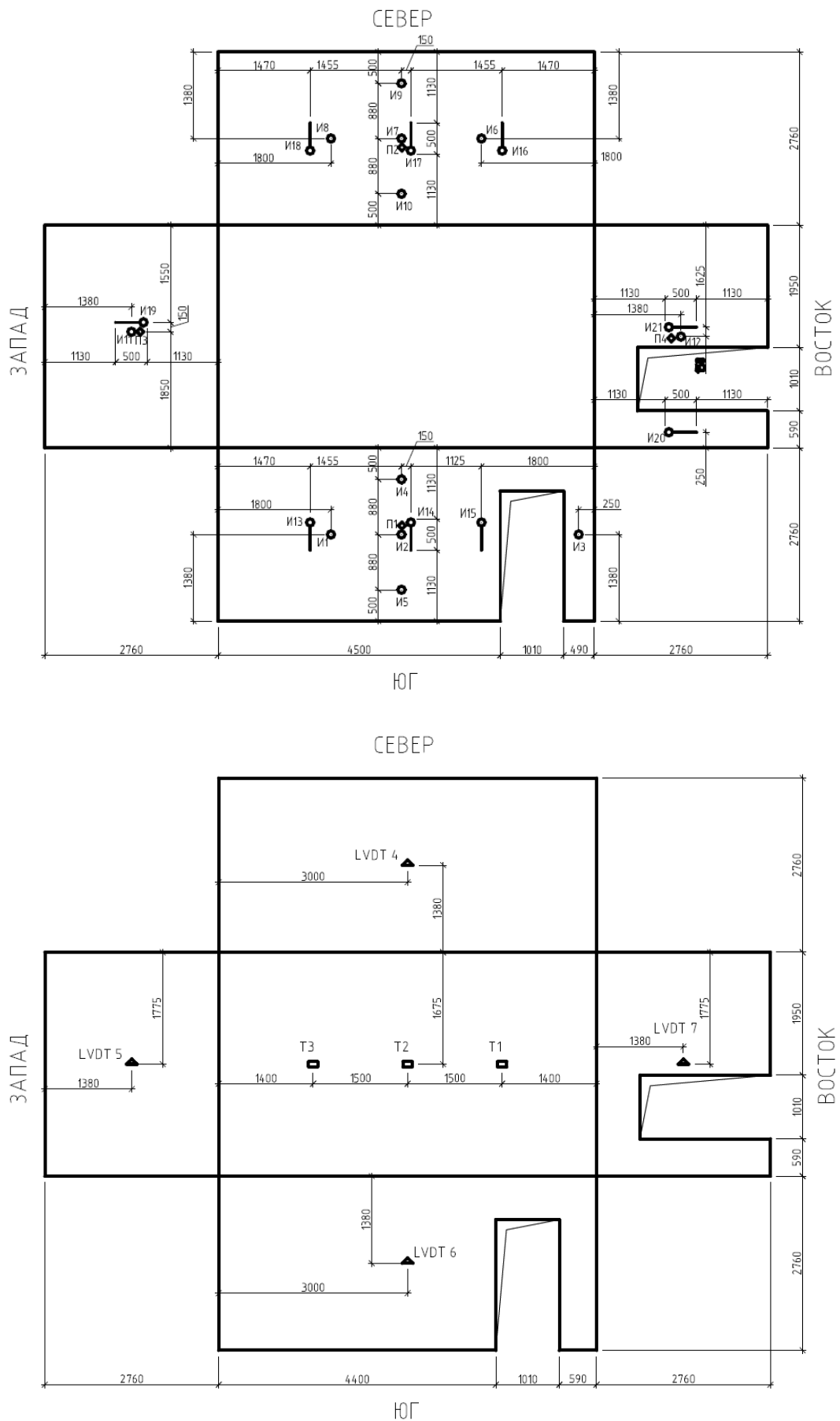


Рисунок 1 - Схема расположения датчиков на поверхности объемного блока.

В соответствии со схемой испытания, приведенной в проектной документации, было принято шарнирное опирание блока и его загрузку равномерно распределенной нагрузкой  $q$  по всей площади перекрытия и нагрузкой  $G$  на полосу шириной 100 мм по контуру плиты перекрытия. Эта схема была реализована испытанием объемного блока по схеме «в два этажа». Испытываемый блок ОБЦ-5-2 (имеет два дверных проема) опирался на раму нижнюю стенда по цементно-песчаному раствору. На блок ОБЦ-5-2 так же по раствору шву был установлен блок ОБЦ-2 (имеет один дверной проем), упирающийся своей верхней плоскостью в раму верхнюю стенда. Усилия от домкратов передавались на объемные блоки через раму нижнюю, создавая полосовую нагрузку  $G$ . Распределенная нагрузка  $q$  формировалась полнотелыми кирпичами, равномерно укладываемыми на перекрытие вручную.

В первый день производилось нагружение перекрытия объемного блока до уровня, соответствующего контрольной нагрузке по жесткости и раскрытию трещин  $q_1 = 370$  кПа. Нагружение сопровождалось ростом ширины раскрытия первоначальных трещин и образованием новых трещин в перекрытии. Наибольшее предельное раскрытие трещин в перекрытии составило около 0,2 мм, что не превышает допустимого значения 0,3 мм, установленного правилами оценки испытаний. Как видно, общий прирост ширины раскрытия трещин в стенах при нагружении перекрытия оказался незначительным.

Прогибы перекрытия регистрировались тензометрическими датчиками в трех точках в среднем вертикальном сечении перекрытия, параллельном длинной стороне объемного блока. На рисунке 2 приведены графики деформирования этого сечения, соответствующие всем этапам нагружения.

Максимальный прогиб при контрольной нагрузке  $q_1 = 370$  кПа по проверке жесткости перекрытия равен 0,77 мм, что значительно ниже допустимого значения  $f_k = \frac{1}{200}l = 16$  мм. Таким образом, перекрытие объемного блока удовлетворяет требованиям к жесткости и трещиностойкости, содержащимся в проектной документации. Первым признаком

приближающегося разрушения стало образование местных повреждений бетона в нижней части углового простенка. Вызванная этим осадка угла объемного блока привела к образованию и раскрытию трещин в перемычке на стене ВОСТОК. Разрушение объемного блока наступило вследствие раздробления бетона угловых простенков.

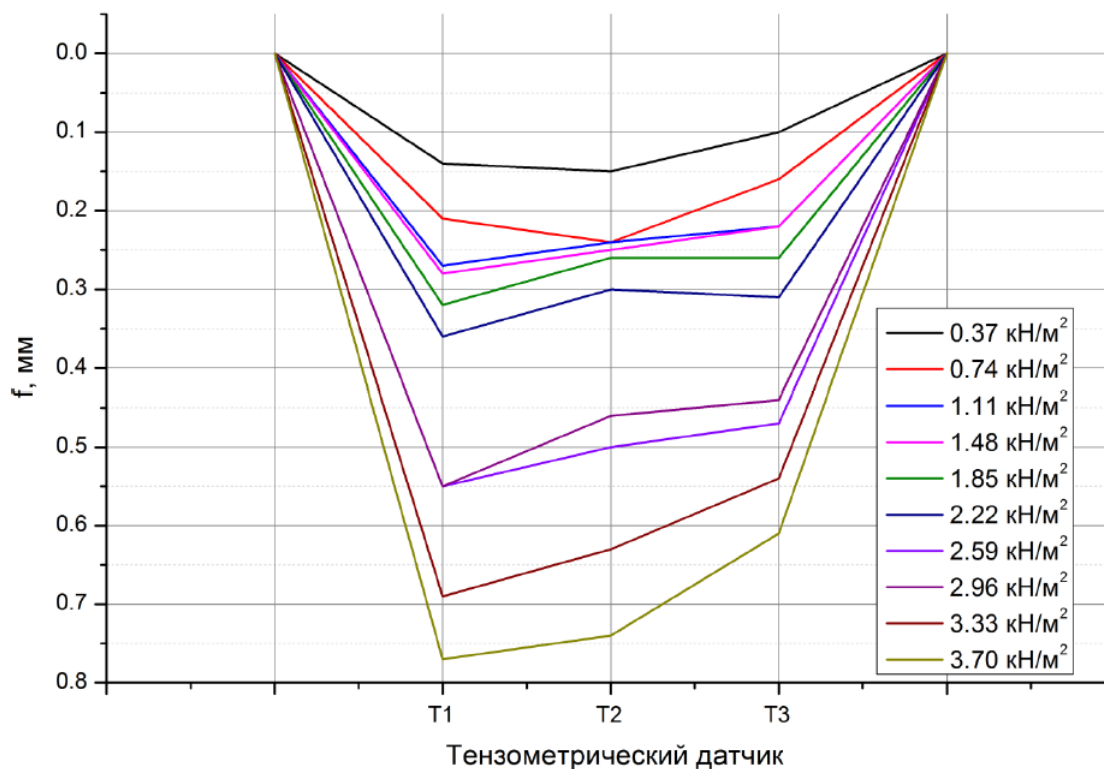


Рисунок 2 – Прогибы перекрытия.

Вторые испытания проводились на стенде ООО «Выбор-ОБД», г.Воронеж. Испытательный стенд ООО «Выбор-ОБД» представляет собой стальную рамную конструкцию, основными элементами которой являются силовой пол, решетчатые колонны и верхняя упорная балочная клетка. Учитывая наблюдавшуюся ранее форму разрушения, большее внимание при расстановке датчиков было сосредоточено на угловом простенке. Для оценки уровня напряженно-деформированного состояния наиболее нагруженных частей объемного блока производились измерения деформаций бетона с использованием проволочных тензорезисторов на бумажной основе с базой 50мм. Деформации сжатия определялись в малых угловых простенках, деформации растяжения – в перемычке на стене ВОСТОК в предполагаемом месте образования наклонной трещины.

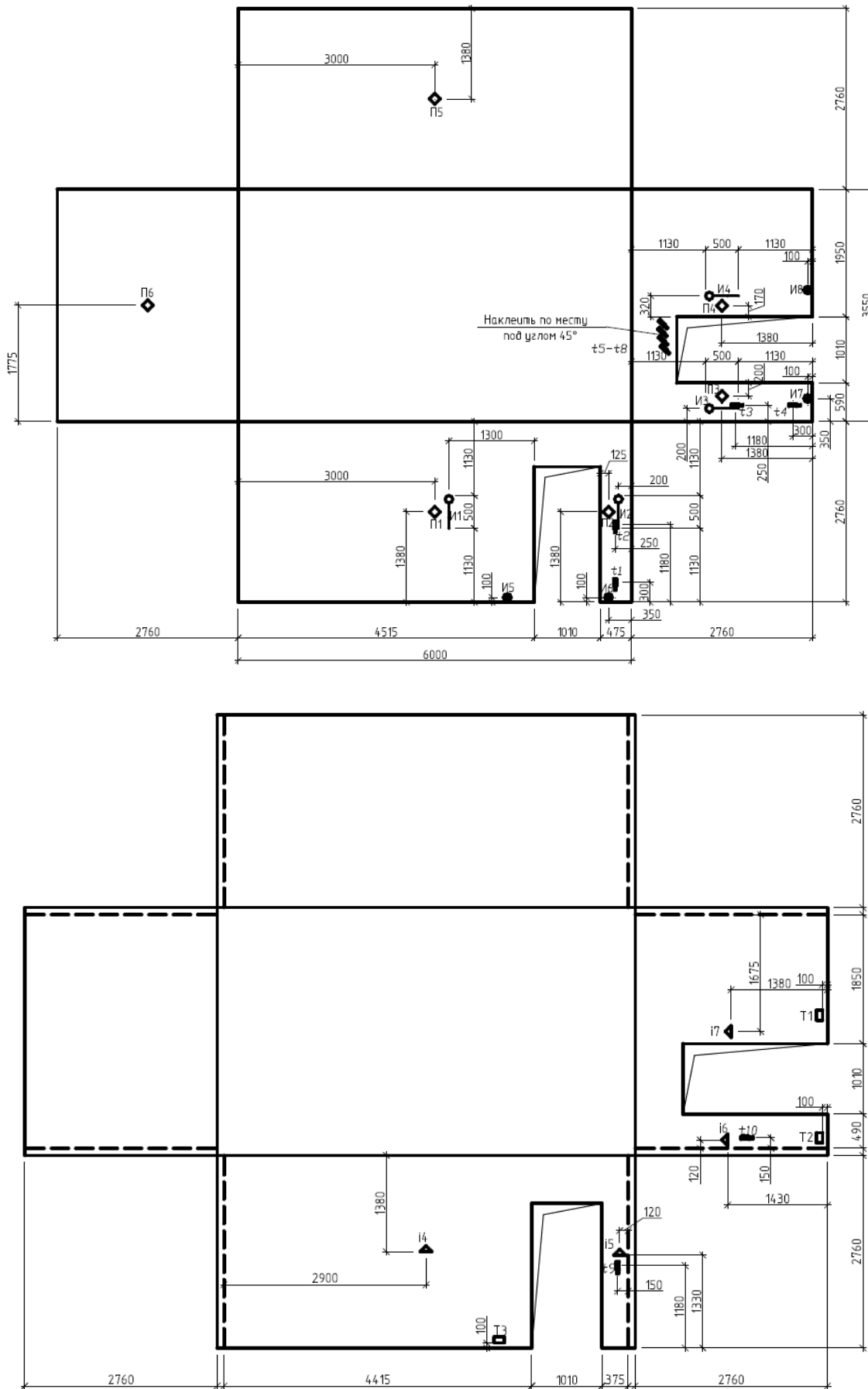


Рисунок 3 - Схема расположения датчиков на поверхности объемного блока.

В первый день производилось нагружение перекрытия объемного блока до уровня, соответствующего контрольной нагрузке по жесткости и раскрытию трещин  $q_1 = 370$  кПа. Нагружение сопровождалось ростом ширины раскрытия усадочных трещин и образованием новых силовых трещин в перекрытии. Наблюдение велось за одной из усадочных трещин, имевшей наибольшее начальное раскрытие 0,16 мм. Прирост ширины раскрытия этой трещины при контрольной нагрузке составил 0,08 мм. Полное раскрытие не превысило допустимого значения 0,3 мм, установленного правилами оценки испытаний. Новые силовые трещины имели ширину раскрытия менее 0,1 мм.

Прогибы перекрытия регистрировались тензометрическими датчиками в трех точках в среднем вертикальном сечении перекрытия, параллельном длинной стороне объемного блока. Картина измеренных прогибов соответствует эпюре изгибающих моментов, вызываемых равномерно распределенной нагрузкой. Максимальный прогиб перекрытия при контрольной нагрузке по проверке жесткости  $q_1 = 370$  кПа равен 1,57 мм, что значительно ниже допустимого значения  $f_k = \frac{1}{200}l = 16$  мм. Таким образом, перекрытие объемного блока удовлетворяет требованиям рабочей документации, предъявляемым к его трещиностойкости и жесткости.

Во второй день испытаний проводилось нагружение объемного блока гидравлическими домкратами. Распределенная нагрузка  $q_1$  на перекрытие при этом была сохранена, показания индикаторов часового типа и прогибомеров обнулены. Регистрация показаний проволочных тензорезисторов, индуктивных и тензометрических датчиков перемещения осуществлялась до разрушения объемного блока. Показания индикаторов часового типа и прогибомеров снимались до этапа, на котором суммарное усилие на домкратах составило 13344 кН.

В стенах испытываемого объемного блока имелись начальные усадочные трещины. Наблюдение за их развитием в процессе нагружения стен не выявило



их заметного развития. Новые силовые трещины в стенах в процессе нагружения не образовывались.

При контрольной нагрузке по жесткости для стен их максимальные прогибы составили 0,35 мм, а в сумме с прогибами от нагружения перекрытия – не более 0,66 мм, в то время как соответствующее контрольное значение составляет 5 мм. Следовательно, жесткость стен соответствует требованиям рабочей документации.

Измерение деформаций укорочения бетона производилось на стенах с проемами. На рисунке 4 представлены графики, построенные по показаниям проволочных тензорезисторов и индикаторов часового типа. Максимальные измеренные относительные деформации укорочения бетона по направлению действия сжимающих усилий составили  $66 \cdot 10^{-5}$ . Это существенно ниже значений предельных относительных деформаций тяжелого бетона  $200 \cdot 10^{-5}$  при непродолжительном осевом сжатии, приведенных в СП 63.13330.2012.

Деформации растяжения тензорезисторов  $t5-t8$ , наклеенных на перемычке по направлению действия главных растягивающих напряжений, на последнем этапе нагружения достигли значений  $19 \cdot 10^{-5}$ . Такие деформации свидетельствуют о приближении момента образования трещины.

Для сравнительного анализа напряженного состояния швов производилось измерение их деформаций под стенами с проемами в четырех точках (рисунок 4). Построенные по измеренным деформациям графики указывают на то, что наиболее сжатым оказывается участок растворного шва под опорными гранями малых угловых простенков. Деформации сжатия на этом участке превышают аналогичные значения на смежных участках в среднем в 1,5 раза. Видимых разрушений растворного шва не выявлено.

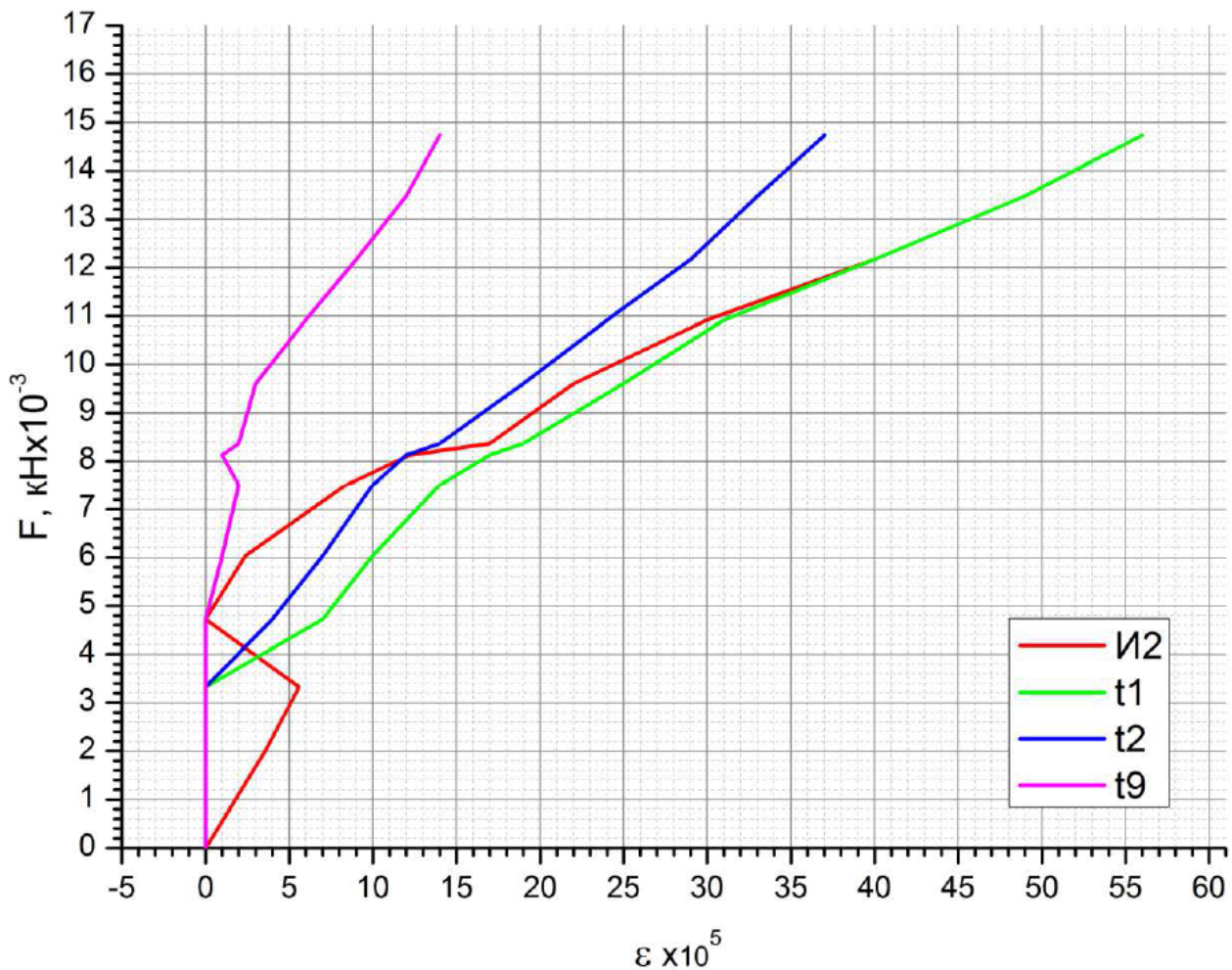


Рисунок 4 - Графики роста деформаций укорочения бетона на малом простенке стены ЮГ.

При достижении суммарной нагрузки от домкратов 15750 кН произошло разрушение верхнего объемного блока. С учетом массы балочной клетки (36,3 т) и домкратов с траверсами (5,7 т) разрушающая нагрузка для верхнего объемного блока составила 16165 кН.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по конструированию и расчету панельно-блочных зданий с применением объемных блоков типа «колпак» / ЦНИИЭП жилища. – М.:Стройиздат, 1986. – 108 с.
2. Руководство по проектированию крупнопанельных зданий с применением несущих объемных блоков / Н.-и. ин-т строительных конструкций Госстроя СССР. – М.:Стройиздат, 1983. – 60 с.
3. Бронников П.И. Объемно-блочное домостроение. М.: Стройиздат, 1979. 142 с.

## REFERENCES

1. Rekomendatsii po konstruirovaniyu i raschetu panelno-blochnykh zdaniy s primeneniem obemnykh blokov tipa «kolpak» / TsNIIEP zhilishcha. – M.:Stroyizdat, 1986. – 108 s.
2. Rukovodstvo po proektirovaniyu krupnopanelnykh zdaniy s primeneniem nesushchikh obemnykh blokov / N.-i. in-t stroitelnykh konstruktsiy Gosstroya SSSR. – M.:Stroyizdat, 1983. – 60 s.
3. Bronnikov P.I. Obemno-blochnoe domostroenie. M.:Stroyizdat, 1979. 142 s.

*LOADING TESTS OF NEW TYPE ROOM UNITS***M.M. TAMOV**

*Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,  
e-mail: murat.tamov@gmail.com*

Paper presents results of two static tests till failure of new “cap”-type reinforced concrete room units. Multi-storey buildings using these units are already being constructed in Voronezh by Vybor, LLC. Loading procedure, facilities’ structure, used loading and acquisition equipment are described. Structural strength, stiffness and cracking resistance of room units are presented. Failure of room-unit in both tests was induced by concrete crushing of two corner piers.

**Key words:** room units, loading tests, stain gauges, stress-strain diagram, reinforced concrete structures.