

Зулпуев А.М., Ордобаев Б.С., Абдыкеева Ш.С.

**ТҮЗ ЖАЙЫКТА КОШУЛУП БЕКИЛҮҮЧҮ ТЕМИР БЕТОН
ТАШТАРЫН ИЗИЛДӨӨ**

Зулпуев А.М., Ордобаев Б.С., Абдыкеева Ш.С.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ, ЗАКРЕПЛЕННЫХ ОТ
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ**

A.M. Zulpuiev, B.S. Ordobaev, Sh.S. Abdykeeva

**STUDY OF REINFORCED CONCRETE SLABS, FIXED BY THE HORIZONTAL
DISPLACEMENTS**

УДК 624.012.45

Бул иште ата-Мекендин жана чет өлкөлүк окумуштуулардын түз жайыкка кошулуп бекитилген темир бетон таштарынын эксперименталдык изилдөөлөрү каралат.

Түйүндүү сөздөр: эксперименталдык, темир бетондуу таштар, түз жайык.

В данной работе рассматриваются экспериментальные исследования железобетонных плит, закрепленных от горизонтальных смещений отечественных и зарубежных ученых.

Ключевые слова: экспериментальные, железобетонные плиты, горизонтальные смещения.

This paper deals with the experimental study of reinforced concrete slabs laid down on the horizontal displacement of domestic and foreign scholars.

Key words: experimental, concrete slabs, horizontal displacement.

Для уточнения расчетных предпосылок и совершенствования конструктивных решений плит важное значение имеют статические испытания с целью определения фактической прочности, деформативности и трещиностойкости.

В исследованиях, руководимых А.А. Гвоздевым и проводимых Г.С. Григорьяном [1] в сороковых годах, благодаря специальной схеме опытных образцов впервые количественно был оценен возникающий в изгибаемом элементе (ригеле рамы) распор (нормальная сила). Было установлено, как несомненный факт, появление нормальной силы (распора) в изгибаемых элементах статически неопределимых железобетонных рам. Дальнейшие экспериментальные исследования показали, что вследствие появления распора в ригеле рамы происходит значительное перераспределение усилий. Стойки рам, нагруженные центрально, оказались внецентренно сжатыми, причем эксцентриситет сжимающей силы увеличился настолько, что часть сечений (по высоте) оказалось сжато-растянутой и в растянутой зоне появились трещины. Благодаря распорности значительно увеличилась несущая способность ригеля.

В экспериментах, выполненных А.С. Щепотьевым и В.С. Булгаковым [2], Ф.Г. Томасом [3] при испытании закрепленных от горизонтальных смеще-

ний плит или окаймленных наблюдалась существенное превышение опытной несущей способности над расчетной.

Экспериментальные исследования, подтвердившие существенное влияние распора на несущую способность, проводились в Харьковском ИСИ [4]. Если повышение ее по нормальному сечению можно было бы попытаться объяснить работой обоймы в качестве дополнительной продольной арматуры, то повышение ее по наклонному сечению можно объяснить только изменением схемы работы конструкции. В данном случае за счет перехода к арочной схеме работы изменилась величина поперечной силы, а наличие продольной силы повлияло на несущую способность по наклонному сечению. Это позволило на основании обобщенных исследований А.А. Гвоздеву ввести упоминавшиеся выше коэффициенты.

Экспериментальные данные по изучению удлинения геометрической оси в изгибаемых железобетонных балках при кратковременной нагрузке получены Л.Н. Зайцевым под руководством А.А. Гвоздева и С.М. Крылова [5].

Ими была создана специальная установка, с помощью которой определялись удлинение геометрической оси и величина распора. Испытывались однопролетные балки сосредоточенными грузами без продольной силы и с продольной силой. Были запроектированы и испытаны две серии балок (по три в каждой). Серии балок отличались только армированием в пролете. Для балок, испытаниях с распором, с помощью горизонтального домкрата восстанавливалась их первоначальная длина. В этом положении снимались отсчеты по тензомерам, прогибомерам, клинометром, мессурам, датчикам. Горизонтальность консолей контролировали клинометрами, расположенными вблизи опор, постоянство длины балок – прогибомерами.

Испытание 4-х балочных плит и 3-х прямоугольных выполнено К. Христиансенем [6]. В балочных плитах, отличавшихся процентом армирования, несущая способность была больше вычисленной в 1,5; 2,5 раза, а в плитах, работающих в двух направлениях – в 2,4 раза. Отмечено, что с уменьшением процента армирования плит влияние распора существенно уменьшается.

В Львовском политехническом институте Я.Ф. Погребным [7] выполнены испытания балок, в которых замерялся распор в процессе погружения испытание балок, в которых замерялся распор в процессе погружения. Им получено, что с увеличением нагрузки распор увеличивается более интенсивно, чем возрастает нагрузка. Также было доказано, что при 3% армирования несущая способность вследствие влияния распора увеличилась на 25%, а при 0,45% армирования – в 3,5 раза. Это отмечено также в опытах с балочными плитами, проведенными М.М. Израелитом [8]. По статически определимой схеме испытаны 24 неармированные плиты; варьировался вид бетона, его класс и форма сечения. Замеренная величина распора для плит размером 0,4 x 0,4 м и толщиной 13:20 см достигала 200 кН. По результатам экспериментальных данных сделан вывод о пониженной деформативности плит с распором при нагрузках, близких к разрушению, и установил, что точка приложения распора в опорном сечении расположена на расстоянии 0,225 · h от низа плиты; в дополнение к ранее выполненным работам он учел укорочение оси плиты.

Однако в этих опытах не исследовалось влияние армирования на работу плит, закрепленных от горизонтальных смещений. Среди экспериментальных исследований влияние сил распора на работу конструкций можно отметить работу [9], в которой описано испытание двух плитно-балочных перекрытий размерами 5,3x4,5 м и толщиной 11:13 см. Опытная несущая способность превышала расчетную по методу предельного равновесия в 2,5:2,9 раза.

Достаточно подробно объясняется то, что превышение несущей способности вызвано распором. Проведен наглядный эксперимент: к квадратной плите, разрушенной по контуру и диагоналям, закрепленных от горизонтальных смещений, прикладывалась вертикальная нагрузка, которая не могла бы быть воспринята при отсутствии распора.

Среди экспериментальных исследований плит с трещинами, находящихся в сложном напряженном состоянии, можно отметить опыты Иваненко В.И. [10] над круглыми фундаментными плитами, армированными кольцевой арматурой. Автор исследовал влияние мембранных сил на прочность, жесткость и трещиностойкость круглых железобетонных фундаментных плит; им получены данные, свидетельствующие о повышении несущей способности плит, связанной с наличием мембранных сил.

Под руководством М.А. Янкелевича исследовались защемленные по двум сторонам балочные и по контуру прямоугольные плиты [11]. Было подтверждено, что прогибы плит, закрепленных от горизонтального смещения, существенно меньше, чем незакрепленных. Наиболее заметно это различие у более толстых плит. Отличие при нагрузках, близких к предельным, в 3:8 раз. Эта разница зависит и от соотношения размеров плит: 29% - для квадратных тонких плит и 81% - для толстых прямо-

угольных. Характер излома защемленных по контуру распорных и без распорных плит различен. В первых средний диск схемы излома ограничивался линиями приложения средних диск схемы излома ограничивался линиями приложения средних четырех сил, во вторых этот диск образовывался по крайним линиям действия сил. Сказывалось влияние мембранных усилий, развивающихся по мере интенсивного трещинообразования и прогиба без распорных плит. Балочные плиты, работавшие с распором, имели несущую способность большую, чем без распора до 3,5:4 раз. 7 плит с более низким процентом армирования несущая способность казалось выше, т.к. в данном случае прочность бетона играет большую роль, чем процент армирования.

В более поздних исследованиях, проводимых под руководством Н.И. Карпенко, испытывались элементы – полосы, в которых имитировалась работа тех или иных участков плит, работающих в двух направлениях [12]. Опытные образцы представляли собой прямоугольные в плане плиты размером 1,44x0,44 м и толщиной 6 см; они армировались двухслойными арматурными каркасами, стержни которых были развернуты относительно сторон под различными углами (90°, 60°, 45°). Испытано 24 образца, из них 15 образцов испытано с распором, а 9 - без распора. Было установлено, что распор не только повышает прочность, но также и жесткость и трещиностойкость конструкций. Его влияние зависит от коэффициентов армирования двух направлений, угла между арматурой и трещиной, уровня загрузки.

В лаборатории ОБД ЦНИИЭП жилища под руководством Э.Л. Ваймана [13] были испытаны плиты пола совместно с объемным блоком типа “колпак”. Модель представляла собой тонкостенную железобетонную конструкцию блока типа “колпак” в ¼ натуральной величины размером 1312x812x640 мм [13], с отдельно изготовлено шесть моделей плит пола и два “колпака”, с учетом возможного повторного использования “колпаков” в комплекте с разными плитами.

Несущая способность моделей плит пола, испытаниях в условиях контурного защемления, оказалась в 1,6 раза выше, чем у свободно опертых. Величины прогибов при контрольной нагрузке по проверке жесткости защемленных плит оказались в 2,2÷203 раза ниже, чем у свободно опертых. Первые трещины в защемленных плитах появились при нагрузках в 1,5÷1,7 раза выше, чем в свободно опертых, то есть трещиностойкость их была выше.

Результаты испытаний показывают, что в плитах пола работающих в условиях контурного защемления, наряду с изгибающими моментами на опорах возникают усилия распора, которые повышает их несущую способность, снижают прогибы и увеличивают трещин стойкость.

Большой интерес представляют работы, проведенные под руководством П.Ф. Дроздова и Н.И.

Сенина в лаборатории МИСИ им. В.В. Куйбышева, на плитах опертых по контуру (1,35). В новой конструкции многоэтажного монолитного здания внутренние распоры в несущей системе воспринимаются предварительно напряженными брусками, укладываемыми в процессе бетонирования стен по их периметру в уровне низа перекрытия последние выполняются из напрягающего бетона. Железобетонные бруски служат также горизонтальными связями - стяжками между вертикальными несущими элементами здания.

Испытанные фрагменты имели размером в плане 2×2м, второй и третий – 3,5×3,5 м, толщина плиты в первом равнялась 7 см, а в остальных - 14см. Результаты испытаний Фрагментов многоэтажных монолитных зданий [14] показывают на большие возможности экономии стали при учете распора. Так для 16-этажного монолитного дома [14] отсутствие арматуры в перекрытиях и стенах (за исключением брусков), позволяет уменьшить расход стали против действующего норматива в несколько раз.

Проведенный обзор по экспериментам показывает, что результаты исследований дают некоторую общую картину работы железобетонных элементов с распором, будь то балки или плиты, причем его более относятся к балочным плитам. Учет распора в балочных и плитных конструкциях при кратковременных нагружениях позволяет более использовать прочность бетона сжатой зоны, что приводит к увеличению несущей способности элементов.

Литература:

1. Григорян Г.С. Распор в изгибных элементах статически неопределимых систем// Известия АН АРМ. ССР. - №6, 1946.-С. 57-67. – С. 52-77. -№5. – С. 19-27. – 1974.
2. Щепотьев А.С., Булгаков В.С. Расчет железобетонных конструкций по разрушающей нагрузке с целью наилучшего использования их несущей способности // Отчет ЦНИИПСа, 1938.
3. Tomas. Studies in Reinforced Concrete. –VIII. -25. – London, 1939.
4. Бондаренко В.М., Тимко И.Т., Шагин Л.Н. Расчет железобетонных плит и оболочек методом интегрального модуля информации. – Харьков: Изд-во Харьковского университета, 1967 г. -87 с.
5. Зайцев Л.Н. Влияние распора на распределение усилий, несущую способность и деформативность статически неопределимых железобетонных балок// Трещиностойкость и деформативность обычных и предварительно напряженных железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1965.
6. Christiansen K.P. The effect of membrane stresses on the ultimate strength of the interior panel in a reinforced concrete slab// The structural Engineer. -#8,1963. – Vol.41. –P. 261-267
7. Погребной Я.Ф. Расчет статически неопределимых стержневых систем с учетом горизонтальной неподвижности опор, колебания температуры и предварительного обжатия. –Львов: изд-во ЛПИ, 1969.
8. Израелит М.И. Исследование несущей способности плоских плит перекрытий с окаймлением// Сборник научных работ НИИСМ. – Вып. У 11, Минск, 1968. – С. 128-138.
9. Oerleston A.I. Arching action in reinforced concrete slabs // The structural Engineering. – June, 1958. –P. 197-201.
10. Литвиненко А.Г., Иваненко В.И. Результаты исследований круглых железобетонных плит на упругом основании // Экспериментальные исследования инженерных сооружений: Тезисы докладов к Всесоюзной конференции, таллин, сентябрь, 1981/ НИИСК, Киев, 1981. -27 с.
11. Янкевич М.А., Ярмульник Ф.В., Агапова Н.А. Несущая способность железобетонных плит, работающих с распором // М., 1984. – Деп. во ВНИИЭСМ, №1138. – серия 1. – Вып. 9. -12 с.
12. Симонова Л.Н. Расчет железобетонных плит с трещинами с учетом сил распора: - Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1988. -164 с.
13. Кулигин С.А. Статическая работа плоских плит пола железобетонных объемных блоков в системе здания: Дис. ...канд. техн. наук. - М., 1988. – 191 с.
14. А.с. № 1408034 СССР, МКИ 4Е04В 1/16. Многоэтажное здание/ П.Ф. Дроздов /// СССР/ // Открытия. Изобретения. -1988. -№25.

Рецензент: д.т.н., профессор Тентиев Ж.Т.