

УДК 691.328

Р. А. КОТЦКЯН, К. А. СААКЯН

## ПРОДАВЛИВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ В ЗДАНИЯХ, ВОЗВОДИМЫХ МЕТОДОМ ПОДЪЕМА

Приводятся результаты экспериментального исследования монолитных железобетонных плит перекрытий на продавливание. Исследование показало, что наличие арматуры в зонах опирания плит перекрытий существенно влияет на характер разрушения и величину разрушающей нагрузки плит. Если при отсутствии рабочей арматуры разрушение плит происходило по диагонали (тип конверт), то с наличием арматуры — в виде усеченной пирамиды. В последнем случае разрушающая нагрузка увеличивается в два раза, деформации сжатой зоны бетона — многократно, а прогибы — существенно. Методика расчета опорных зон плит перекрытий на продавливание согласно СН 451-72 значительно занижает их прочность. Расчет можно провести согласно СН при повышенном значении коэффициента  $m_{пл} = 1,06$ .

Ил. 3. Табл. 1. Библиогр.: 1 назв.

Ինչպես են երկաթբետոնե միջնորդային մասերի հենման տիրույթների ամրության և զեֆորմացիաների փորձարարական հետազոտման արդյունքները ներանդմող լարվածության ընդհանր դասում: Հետազոտությունը ցույց է տվել, որ այդ տիրույթներում ամրանների տեղադրումը էապես ազդում սալերի քայքայման ընթացի և ամրության վրա: Ամրանների քայքայումը զեպրում քայքայումը տեղի է ունենում ծրարի, իսկ ամրանների տեղադրման զեպրում՝ հասած բուրդի տեսքով: Վերջին դեպքում քայքայող ընթր երկու անգամ մեծ է: Ամրանների ներկայությունը բերում է բնանի սեղմված գոտու զեֆորմացիաների և սալերի լիզմաքների էապես մեծացման: Միջնորդային մասերի հենման տիրույթների հաշվարկի միջոցիկան ներանդման զեպրում, որը տրված է СН 451-72-ում, էապես փոքրացնում է երանց ամրությանը: Այս հաշվարկը կարելի է կատարել նամաձայն СН 451-72-ի մեթոդիկայի, չեղանկարից, որտեղից տրվել է նաև մեծ՝ 1,06:

Нерезрезные плиты перекрытий многоэтажных зданий, возводимых методом подъема перекрытий, в зонах опирания имеют обрамленные стальными воротниками отверстия для пропуска колонн. Напряженно-деформированное состояние плит при продавливании немалого зависит от формы, габаритов и жесткости самих воротников, которое и настоящее время недостаточно исследовано. Одной из основных задач настоящей работы является изучение этих вопросов.

Объектом исследования является фрагмент опорной зоны плиты перекрытия размером  $1650 \times 1650$  мм<sup>2</sup> при  $h = 180$  мм с рабочих проектах жилых зданий типа «крест» и «тризвезник», широко используемых в строительстве Армении. Плиты были изготовлены двух типов армирования:

I серия плит (П1—1—1, П1—1—2, П1—1—3) представляет собой бетонные образцы без рабочей арматуры с двумя конструктивными сетками, а рабочая арматура II серии плит (П1—2—1, П1—2—2, П1—2—3) — кл. АIII,  $\varnothing 12$  мм. Одновременно с плитами изготов-

для опытных образцов кубиков, призм и восьмерок. Распалубка производилась спустя 48 ч после укладки бетона. Состав бетона по весу: 1 : 2,59 : 2,97. В/Ц 0,724. В качестве вяжущего материала использовался портландцемент Разданского завода Армении активностью 40 МПа.

Для испытания фрагментов железобетонных плит на продавливание в ВПЭКТИ был разработан и изготовлен специальный стенд. Испытания плит проводили в положении «растянутая зона вверху» при шарнирном опирании. Как видно из приведенных данных (рис. 1), напряжения в воротнике в обеих зонах опирания штыря почти одинаковы. Наибольшие напряжения получились в этих зонах и достигали всего 100...120 МПа. По мере удаления от зоны опирания штыря напряжения в воротнике уменьшаются. На основании опытных данных можно заключить, что при испытании железобетонных плит без рабочей арматуры воротники имеют большой запас прочности.

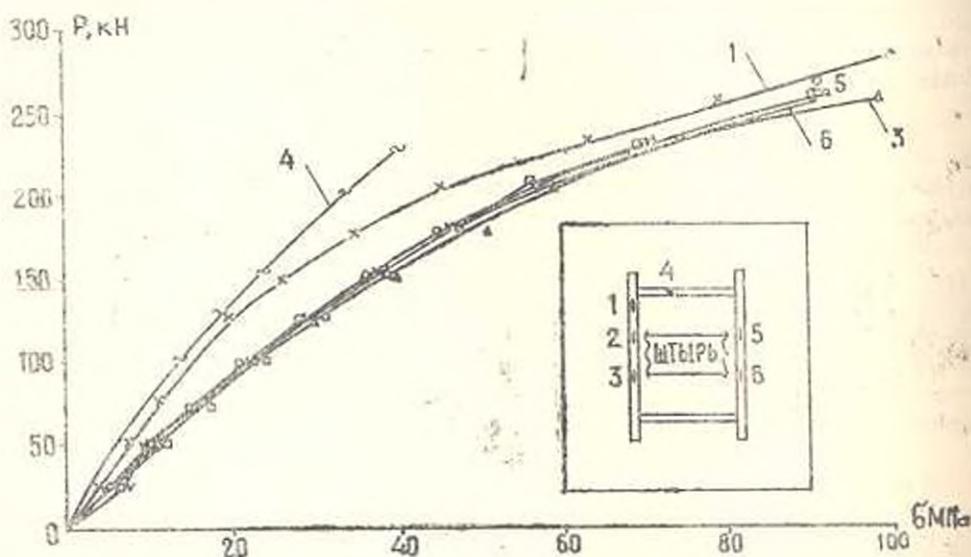


Рис. 1. Зависимости напряжения на воротнике плит серии ПП-1 от нагрузки

Совершенно иные результаты получены для воротников плит с рабочей арматурой (серия ПП-2) (рис. 2). Здесь также максимальные напряжения наблюдаются в зонах опирания штыря на воротник, а по мере удаления от этой зоны напряжения уменьшаются. При нагрузке, близкой к разрушающей, напряжения в воротнике достигают до 350...380 МПа, а в некоторых местах (в зоне опирания штыря) возникают пластические деформации, т. е. при наличии рабочей арматуры в плитах, испытывающих продавливание, более рационально используются прочностные возможности воротников. Отметим, что разрушающая нагрузка плит серии ПП-2 в два раза выше, чем у плит без рабочей арматуры. Плиты серии ПП-2 разрушались с чет-

ким выделением усеченной пирамиды, что не наблюдалось у плит серии ПП-1.

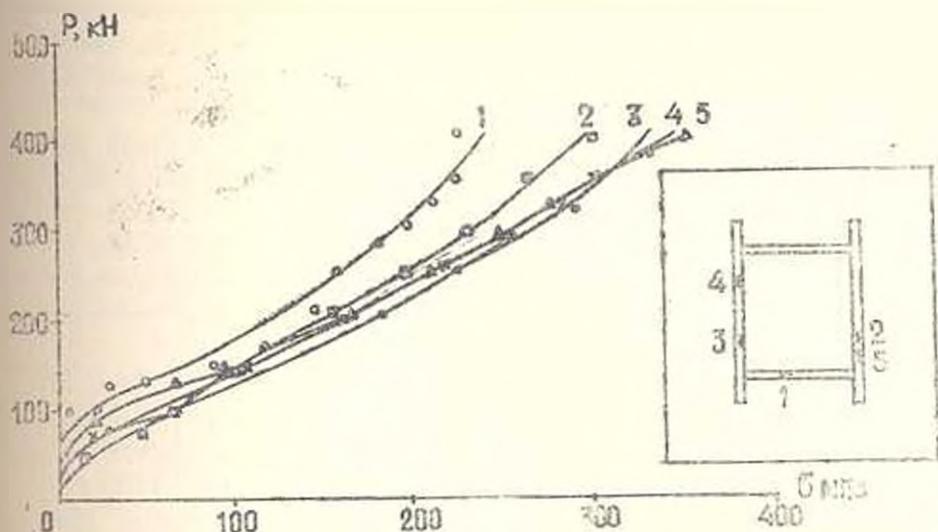


Рис. 2. Зависимость напряжения на воротнике плит серии ПП-2 от нагрузки.

Первые трещины плит серии ПП-1 появляются при  $P_{тр} = 17,5 \text{ кН}$  (таблица). Это преимущественно диагональные волосяные трещины, ширина которых составляет 0,1 мм после 10 мин выдержки нагрузки. С увеличением нагрузки появляются трещины вдоль ветвей воротника до краев плиты, а диагональные трещины усиленно растут в глубину плиты. При нагрузке  $1,3 P_{тр}$  деформации плиты резко возрастают, а максимальная ширина трещины составляет 2 мм. Прогибомеры показывали незатухающий рост деформации, а разрушение плиты происходило по диагонали (типа конверт). В плитах серии ПП-1 рост ширины раскрытия трещины был пропорционален приложенной нагрузке.

Таблица

Серия плит	№ образца	$P_{тр}, \text{кН}$	$P_{раз}, \text{кН}$
ПП-1	1	225	300
	2	225	310
	3	175	270
ПП-2	1	250	700
	2	250	550
	3	200	610

Первые трещины плит серии ПП-2 возникают при  $P_{тр} = 200 \text{ кН}$  (таблица). В отличие от ПП-1 это короткие поверхностные трещины вдоль плиты по линиям арматуры. С увеличением нагрузки появляются короткие диагональные трещины, а при нагрузке  $P_{тр} = 350 \text{ кН}$  — незамкнутые трещины вблизи зоны продавливания, при этом

диагональные трещины доходят до края плиты. При нагрузке 400 кН новые трещины не образуются, а максимальная ширина раскрытия возрастает до 0,35 мм. При 450 кН ширина раскрытия трещин доходит до 0,45 мм и происходит быстрый рост трещин, особенно диагональных. При 610 кН происходит хлопок, трещина вокруг зоны воротника замыкается и опорная зона плиты продавливается.

Характеристика роста ширины раскрытия трещин и картина трещинообразования в плитах серий ПП—2 и ПП—1 существенно отличались друг от друга.

Исследования показали, что деформации сжатой зоны бетона по направлению оси штыря  $\epsilon_x$  достаточно малы, а в перпендикулярном направлении к оси штыря  $\epsilon_y$  намного больше, чем  $\epsilon_x$ . При нагрузке  $P = 27,5$  кН отношение  $\epsilon_y/\epsilon_x = 6$ .

Предельные деформации бетона при разрушении в большинстве случаев на порядок больше, чем соответствующие деформации бетона сжатой зоны плиты без рабочей арматуры. Этим и объясняется, что плиты серии ПП—1 разрушались хрупко, а в плитах серии ПП—2 в арматуре развивались пластические деформации и разрушение происходило по продавливанию. Деформации бетона  $\epsilon_y$  по направлению оси штыря в большинстве случаев меньше, чем  $\epsilon_x$ . Исключения составляют деформации по показаниям тензорезисторов вблизи стального воротника, где наблюдаются большие деформации самого воротника. В диагональном направлении плиты сжатой зоны бетон также претерпевает большие деформации по сравнению с деформациями плиты без рабочей арматуры, здесь также  $\epsilon_y > \epsilon_x$ . По показаниям результатов тензорезисторов, находящиеся вблизи зоны воротника следует, что  $\epsilon_x \approx \epsilon_y$ . По мере удаления от этой зоны перераспределение напряжений в бетоне имеет сложный характер и не наблюдается четкой закономерности между величинами  $\epsilon_x$  и  $\epsilon_y$ . Аналогичная картина наблюдается и для плит ПП—2—2 и ПП—2—3. Наибольшие деформации показали те тензорезисторы, которые находились в области основной трещины, по которой ограничивалась усеченная пирамида.

Как видно из графиков (рис. 3), напряжения в рабочей арматуре по мере увеличения нагрузки непрерывно растут и достигают своего максимального значения (иногда даже до предела текучести) вблизи опирания штыря на стальной воротник. По мере удаления от воротника до края плиты напряжения в арматуре уменьшаются. Эксперименты показали также, что максимальные прогибы получаются вблизи стального воротника. По мере удаления от воротника к краям плит прогибы уменьшаются. Прогибы плит с рабочей арматурой серии ПП—2 на всех уровнях нагрузки существенно больше, чем соответствующие прогибы плит серии ПП—1 (с конструктивной арматурой), следовательно, наличие рабочей арматуры увеличивает податливость плит, исключает их хрупкое разрушение, в результате чего разрушение происходит в виде усеченной пирамиды продавливания.

Прочность на продавливание опорных зон перекрытий до настоящего времени определяется согласно СН 451-72 [1]. Однако эксперименты показали, что принятая в СН 451-72 методика расчета с короткими и длинными стальными воротниками значительно занижает прочность плит перекрытий на продавливание. Для уточнения методики расчета опорных зон плит перекрытий на продавливание в ВПЭКТИ были проведены специальные испытания опытных образцов плит со стальными воротниками, применяемых в строительстве жилого массива в г. Ереване для 16-этажных зданий, возводимых методом подъема перекрытий. Испытания плит серии III—2 показали, что все три плиты разрушались с явными признаками продавливания—«треск» и звук «выхлопа», вдавливание стального воротника в бетон сжатой зоны и образование четко очерченного трещинами контура поверхности отрыва. Форма последней близка к поверхности усеченной пирамиды, нижнее основание которой имело габариты, равные воротника в плане, а угол наклона граней в пределах рабочей высоты составлял 30°.

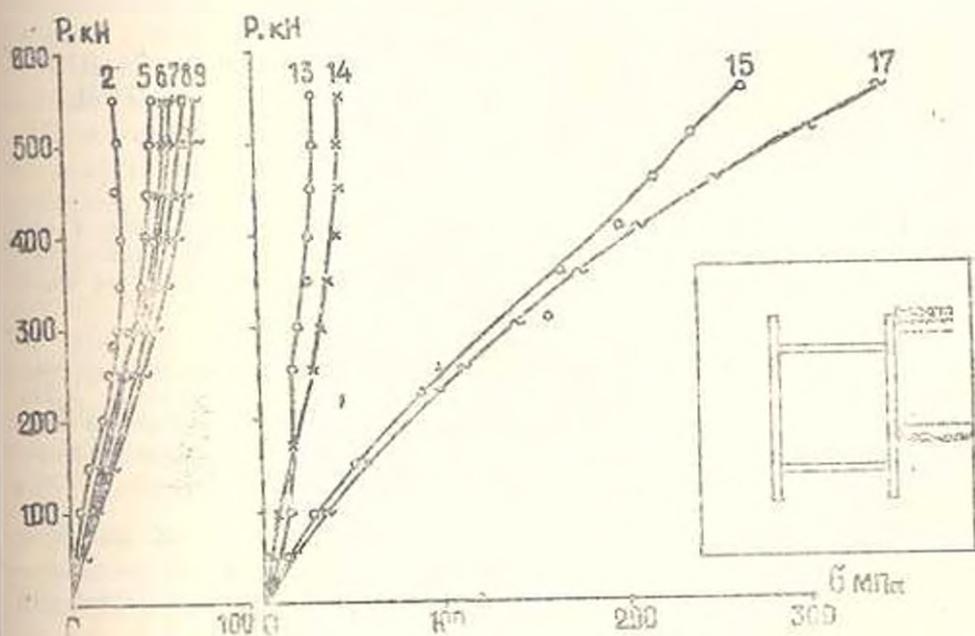


Рис. 3. Зависимости напряжения рабочей арматуры плит серии ПП-2 от нагрузки.

Эксперименты показали, что для расчета прочности плит перекрытий на продавливание можно использовать формулу СН-451-72

$$P_{пр} \leq m_{пв} R_s b_{ср} h_c, \quad (1)$$

где  $b_{ср}$  — средний параметр пирамиды продавливания, меньшее основание которой очерчивает внешний контур воротника, а боковые грани наклонены под углом 45° к горизонту;  $m_{пв}$  — коэффициент, равный 0,75 для короткого и 0,6 для длинного воротника.

В наших экспериментах для коэффициента  $m_{\text{кв}}$  было получено повышенное значение, равное 1,06. Так, для плиты серии ПГ1-2-1:  $P_{\text{по}} = 700 \text{ кН}$ ,  $b_{\text{ср}} = 4230 \text{ мм}$ ,  $b_0 = 165 \text{ мм}$  и  $R_p = 0,95 \text{ Н/мм}^2$ .

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Временные указания по проектированию гражданских зданий, возводимых методом подъема перекрытий и этажей: СН 451-72 — М.: Стройиздат, 1974. — 96 с.

ВІСЭКТИ

20. VI 1988

Изв АН Армении (сер. ТН), т XLIV, № 4, 1991, с 184—189

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 62.50

Р. Е. САРКИСЯН

### АДАПТИВНЫЕ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ДЛЯ ДИАЛОГОВЫХ СИСТЕМ. сообщение 1. МАРГИНАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ЗАМЕЩЕНИЯ И ПРОИЗВОДНЫЕ КРИТЕРИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ

Получены новые соотношения для маргинальных отношений замещения в виде отношений производных критериальных функций по направлению. Обсуждается процедура вычисления коэффициентов относительной важности критериев на их основе.

Библиограф. 7 назв.

*Բազմաշախտիչային չափարկման գործնական խնդիրների լուծման արդյունավետ մեթոդներից մեկը մարդ-մեքենայական ընթացակարգերի կիրառումն է, որը թույլ է տալիս տնօրինական և կազմակերպական բնույթի բարդ համակարգերի նախագծման, պլանավորման և կառավարման խնդիրների լուծման ընթացքում նախընտրելի վճիռների ձևավորման, հիմնավորման և ընդունման փուլերում չափադույն եղանակով համատեղել էՆՄ-ի հնարավորությունները մարդու կենսավործի և ներմրոնման հետ:*

*Այնպատանցում ըննարկված են շախտիչների կարևորության աստիճանն արտահայտող մեծությունների հաշվման նոր արտահայտություններ՝ կապված շախտիչային ֆունկցիաների ըստ ուղղության ածանցյալների հարաբերությունների հետ: Առաջարկված է այդ մեծությունների հաշվարկման գործնական սխեմա:*

Большинство задач проектирования систем, планирования и управления сложными техническими и организационными комплексами имеет многокритериальную (многоцелевую) природу. Поэтому в формально-математическом плане при их решении мы имеем делосзадачей многокритериальной (векторной) оптимизации.

Прогресс компьютерной технологии совместно с достижениями вычислительной математики и методов оптимизации создали новую и более эффективную методологическую основу для решения таких задач в рамках проблемно-ориентированных диалоговых систем. Ос-