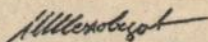


МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УКРАИНЫ  
ОДЕССКИЙ ИНЖЕНЕРНО - СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Шеховцов Игорь Владиславович



ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ БЕЗ  
ПОПЕРЕЧНОЙ АРМАТУРЫ ПРИ ПРОДАВЛИВАНИИ

Специальность 05.23.01 - Строительные конструкции,  
здания и сооружения

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Работа выполнена на кафедре железобетонных и каменных конструкций Одесского инженерно-строительного института.

Научный руководитель - кандидат технических наук,  
профессор В.С. ДОРОФЕЕВ

Официальные оппоненты - доктор технических наук,  
профессор В.К. ЧИБИРЯКОВ  
- кандидат технических наук,  
И.Я. ПОДОЛЬСКИЙ

Ведущая организация - Киевский зональный научно  
-исследовательский институт  
экспериментального проектирования  
(КиевЗНИИЭП)

Защита состоится "22" декабря 1992 г. в 14<sup>00</sup> час.  
на заседании Специализированного Совета Д.068.41.01 в  
Одесском инженерно-строительном институте по адресу: 270029,  
Одесса, ул. Дидрихсона, 4, ЗИСИ, ауд. 210.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "20" ноября 1992 г.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка

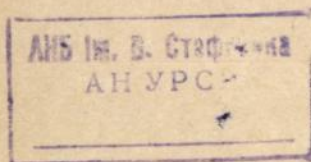


00816856 (У)

Ученый секретарь  
Специализированного Совета  
к.т.н., доцент

*Малахова*

Н.А. Малахова



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В практике строительства часто используются несущие элементы в виде плит при действии на них концентрированной нагрузки ограниченной на некоторой площади. Это отдельно стоящие фундаменты, свайные ростверки, безбалочные и безкапитальные перекрытия и др. Одной из задач является оценка прочности таких плитных конструкций на продавливание. Существующие теории и методы расчета, заложенные в нормативных документах, весьма несовершенны. Важным моментом при продавливании является задача уточнения модели разрушения плит при малых пролетах среза во взаимно перпендикулярных направлениях. Существующая модель разрушения от продавливания, предложенная А.А. Гвоздевым и дополненная Н.Н. Коровиным и другими авторами, не учитывает величину пролета среза при свободном продавливании. Если судить по аналогии с балками на действие поперечных сил, это одна из важных величин. Деформативным характеристикам конструкции (прогиб) при продавливании вообще уделяется мало внимания.

Следовательно, проведение новых экспериментально-теоретических исследований напряженно-деформированного состояния плит без поперечной арматуры при действии местной концентрированной на участке (продавливающей) нагрузки актуально и представляет практический интерес.

Данная работа является частью комплексных исследований по расчету железобетонных конструкций по прочности, трещиностойкости и деформативности, проводимых НИИЖБом совместно с КИСИ, ОИСИ и др. под руководством д.т.н. проф. А.С. Залесова.

Целью диссертационной работы является экспериментальное исследование несущей способности и прогибов нижней поверхности железобетонных плит опертых по контуру без поперечной арматуры при продавливании. Уточнение и дальнейшее развитие существующих методик их расчета.

Научную новизну работы составляют:

- новые экспериментальные данные о работе плит опертых по контуру на продавливание при разном соотношении сторон, толщины и как следствие различном пролете среза;

- предложения по усовершенствованию существующих методик расчета несущей способности плитных конструкций на продавливание на основе новых экспериментальных данных;

- предложения по усовершенствованию существующих методик расчета деформативности (прогибов) плитных конструкций на продавливание на основе новых экспериментальных данных;

- методика расчета на продавливание плитных конструкций, как системы перекрестных балок на основе дисково-связевой модели работы балки без поперечной арматуры на действие поперечных сил;

- методика расчета плит опертых по контуру по деформативности (прогибов) при продавливании, как системы перекрестных балок на основе дисково-связевой модели работы балки без поперечной арматуры на действие поперечных сил.

Предметом защиты являются:

- результаты выполненного экспериментального исследования напряженного состояния, несущей способности и деформативности при продавливании плит без поперечной арматуры, опертых по контуру, в зависимости от пролета среза;

- усовершенствованные методики расчета плитных конструкций без поперечной арматуры на продавливание по прочности и деформативности;

- методики расчета плитных конструкций без поперечной арматуры на продавливание по прочности и деформативности на основе дисково-связевой модели работы балок без поперечной арматуры на действие поперечных сил.

Практическая ценность диссертации заключается в том, что в результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложены методики расчета прочности и деформативности железобетонных плит на действие местной концентрированной на участке нагрузки, которые позволяют уточнить предельную величину продавливающего усилия и тем самым обеспечить, необходимую надежность таких конструкций, уменьшить расход материалов в тех случаях, где существующие методы расчета дают ее завышение в сторону запаса.

Предлагаемые методики расчета применены в проектировании конструкций в Одесском институте "Стройпроект" и могут быть

использованы при составлении и корректировке нормативных документов.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на Всесоюзной научно-технической конференции "Повышение долговечности сельскохозяйственных зданий и сооружений" (Челябинск, 1990, 1992 гг.), на научно-практической конференции "Исследование работы и применение в строительстве эффективных элементов и конструкций" (Ровно 1990 г.), на XXIII Международной конференции в области бетона и железобетона (Волго-Балт-91), на научно-практических конференциях Одесского инженерно-строительного института (Одесса, 1989, 1990, 1991 гг.).

Публикации. Основные положения и результаты исследований по теме диссертации опубликованы в семи печатных работах.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 187 страницах машинописного текста и содержит 48 рисунков, 18 таблиц, список литературы из 103 наименований и 20 страниц приложений.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Сопротивление железобетонных плит действию продавливающей нагрузки изучается уже длительное время как в нашей стране, так и в дальнем, и ближнем зарубежье. Накопленный экспериментальный материал, теории и методики расчета полностью не отражают реального поведения плитных конструкций при продавливании. Предложения по расчету на продавливание, основанные на исследовании напряженно-деформированного состояния, отличаются не только отдельными положениями и количественными оценками, но и самим подходом к данному вопросу. В результате этого, оценка прочности таких конструкций в разных странах отличается как по физической основе, так и по конечным результатам. Это объясняется тем, что работа плит, подверженных действию сил, равномерно распределенных на ограниченной площади, имеет сложный пространственный характер.

Вопросам продавливания посвящены исследования А.П. Васильева, А.А. Гвоздева, В.Н. Голосова, В.А. Гундаря, А.Ю. Голубева,

К.Е.Ермуханова, А.С.Залесова, Н.Н.Коровина, С.Г.Качановского, Д.А.Каширского, И.А.Момбекова, Ю.К.Пыжова, С.А.Ривкина, И.А.Рохлина, С.В.Родина, А.В.Ступкина, А.Д.Сергиевского, Н.Г.Сеидова, А.П.Тетиора, В.В.Чижевского, О.Графа, Р.Елстнера, Е.Хогнестада, Ф.Ричарта, А.Талбота, Дж.Мое и др.

На основании анализа современного состояния вопроса были сформулированы задачи исследований.

В качестве объекта исследования принят элемент плитной конструкции, опертой по контуру и подверженной действию нагрузки, ограниченной на некоторой площади. Ввиду отсутствия для плит понятия пролета среза, будем считать: пролет среза - это отношение расстояния от границы действия нагрузки до спорного контура к рабочей высоте сечения по главным осям симметрии плиты.

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены серии плит и балок. Плит было принято восемь групп - по два образца-близнеца в каждой группе. Образцы плит приняты прямоугольными в плане со свободным опиранием по четырем сторонам, отличающиеся друг от друга высотой сечения и отношением пролетов. Ширина плиты была принята так, что при любой принятой высоте сечения относительная высота пролета среза  $c/h_0$  была в пределах 1...4, что соответствует образованию нормальной пирамиды продавливания (т.е. грани пирамиды продавливания могут располагаться под углом  $45^\circ$ ). Длина плиты принималась 0.5, 1, 1.5 ширины плиты, т.е. в пределах отношения  $c/h_0 = 0.7...3.75$ , что предусматривает переход от стесненного продавливания к нормальному (свободному). Для группы с отношением  $l_1/l_2 = 0.5$  - высота  $h$  была принята 10 см. Для групп с отношением  $l_1/l_2 = 1$  - высота  $h$  равнялась 10, 15, 20, 25 см. Для остальных трех групп высота  $h$  принималась 15, 20, 25 см.

Испытанные образцы плит представлены на рис. 1. С целью разрушения опытных образцов только от продавливания армирование плит было принято около 1%, что соответствует предельной несущей способности сжатой зоны бетона. Армирование осуществлялось одиночными вязаными сетками с шагом 100 мм из арматуры класса А-III.

для более полного изучения работы плит на продавливание и

возможности сопоставления результатов с работой элементов без поперечной арматуры по наклонному сечению были изготовлены балки различных размеров и модели плит, составленные из пересекающихся балок. Балки пролетом 40 см имели такую же высоту сечения, как и плиты, т.е. 10 см; пролетом 80 см высота сечения равнялась 10; 15; 20; 25, а для пролета - 120 см - 15; 20; 25 см. Такой выбор геометрических размеров, как и в плитах, позволял рассмотреть работу балок в широком диапазоне относительного пролета среза  $s/h_0$  от 0,7 до 3,75. Армирование осуществлялось отдельными стержнями класса А-III.

Для выявления пространственной работы плит при продавливании были изготовлены модели плит двух групп (рис.1). Каждая группа состояла из двух образцов-близнецов. Первая группа опытных образцов моделей плит представляла собой систему, состоящую из двух пересекающихся балок с обвязкой их по контуру. Вторая группа - моделировала плиту системой из четырех пересекающихся балок с обвязкой по контуру. Геометрические размеры сечения балок в опытных образцах моделей плиты были приняты 10 x 15 см, и пролетом 80 см, что дало возможность производить сравнение результатов испытаний с опытными образцами отдельных балок и плит.

Армирование пересекающихся балок обеих групп экспериментальных образцов моделей плит осуществлялось отдельными стержнями класса А-III.

Все опытные образцы изготавливались из бетона одного состава. Физико-механические характеристики бетона определялись по испытанию образцов: кубов, призм. Испытание плит проводилось на гидравлической испытательной машине в специально разработанной силовой раме. Нагрузка передавалась в геометрическом центре плиты через квадратную (30 x 30 см) металлическую пластину и слой песка. Нагружение производилось ступенями с выдержкой на каждой ступени. В процессе испытания фиксировались трещины и измерялся прогиб нижней поверхности. Деформации нижней и верхней поверхности измерялись при помощи тензорезисторов по главным осям симметрии и по диагоналям. Для этого использовалась разработанная нами автоматизированная измерительная система /5/.

Для более полного получения информации о реальной поверх-

Опытные образцы плит и моделей плит

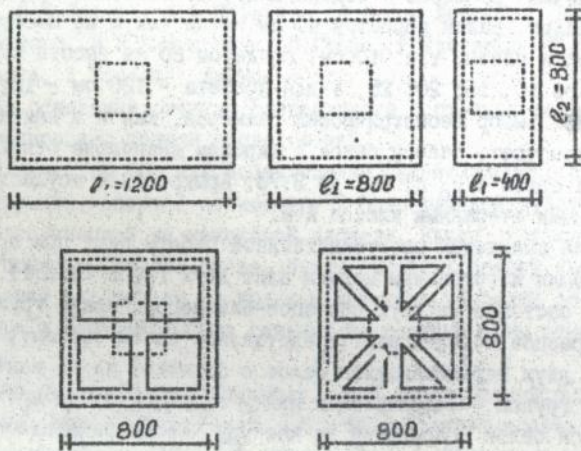
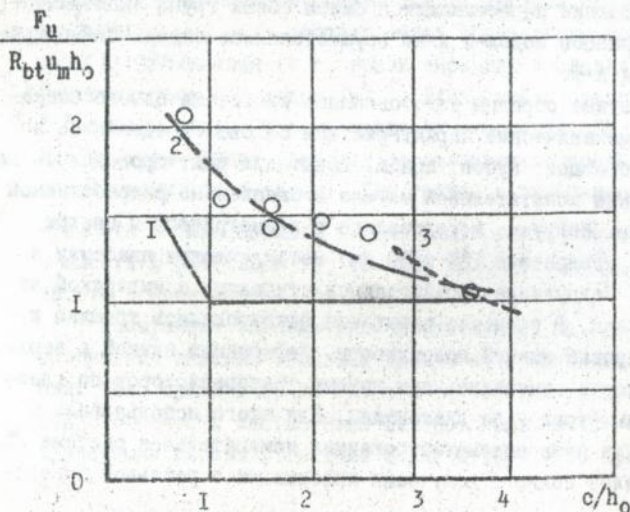


Рис. 1

Относительная несущая способность плит



1 - по СНиП 2.03.01-84\* (Ф.107); 2 - по эксперименту;

3 - по изгибающему моменту

Рис. 2

ности разрушения в теле бетона, все испытанные обрезцы плит после их осмотра, зарисовки трещин, мест разрушения и фотографирования, доводиться до отделения пирамиды продавливания от остального тела образца.

Экспериментально был выявлен характер появления и развития трещин:

- при уровне нагрузок  $0,2 \dots 0,3$  от разрушающей во всех сериях образцов плит первые трещины появляются на нижней поверхности плиты под контуром действия нагрузки во взаимноперпендикулярных направлениях;

- увеличение уровня нагрузки до  $0,3 \dots 0,45$  от разрушающей характеризуется дальнейшим ростом трещин;

- при приближении к нагрузке  $0,5 F_u$  на нижней поверхности во всех сериях плит появляются диагональные трещины, направленные от углов проекций контура нагрузки к углам плит;

- во всех сериях образцов плит при вышеприведенных уровнях нагрузок трещины на верхней поверхности плит не наблюдалось;

- уровень нагрузки  $0,8 \dots 0,85$  от разрушающей для всех серий плит приводил к образованию на нижней поверхности замкнутой трещины по контуру опирания для плит с  $h = 15, 20, 25$  (см), а для плит с  $h = 10$  см - на расстоянии  $10 \dots 15$  см от контура опирания; на верхней поверхности также образовалась по контуру нагрузки замкнутая трещина с расходящимися диагональными от углов.

Обобщенный характер деформирования верхней и нижней поверхности плит всех серий был следующим:

- максимальные деформации растяжения на нижней поверхности плит наблюдались под контуром участка приложения нагрузки, уменьшаясь и переходя в деформации сжатия у контура опирания (в направлении диагоналей деформации сжатия возникали на некотором расстоянии от контура). Для прямоугольных плит деформации растяжения к опорному контуру меньшей стороны стремились к нулю;

- максимальные деформации сжатия возникали на верхней поверхности у границы приложения нагрузки, уменьшаясь и переходя в деформации растяжения вблизи опор (по диагоналям - на некотором удалении от них);

- увеличение толщины плиты  $h$  приводило к уменьшению величины максимальных деформаций на верхней и нижней поверхностях

плиты.

Потеря несущей способности плиты фиксировалась, когда происходило плавное перемещение площадки приложения нагрузки относительно верхней поверхности плиты, и сопровождалась образованием пирамиды продавливания.

На рис. 2 приведены результаты относительной несущей способности плит при продавливании в зависимости от пролета среза. Как видно из графика, существующая методика расчета, принятая в СНиП 2.03.01-84, при пролетах среза меньших 3,5 недооценивает несущую способность таких плит. При пролетах среза 3,5...4,0 существующая методика дает хорошее совпадение с опытом.

Основываясь на результатах развития трещин в плитах и моделях плит, установлен характер образования пирамиды продавливания. Трещина развивается: в сечении - к границе действия нагрузки и к опоре; в плане - к диагонали плиты, замыкаясь, образует тело пирамиды продавливания. Отделяя тело пирамиды продавливания у всех серий плит, установлено, что угол наклона грани изменяется в зависимости от  $c/h_0$ , а не фиксированный, как принято в СНиП. Минимальный угол, равный  $25^\circ$ , получен при отношении  $c/h_0 = 2$ . При увеличении отношения  $c/h_0$  от 2 до 3,5 идет увеличение угла наклона грани пирамиды и далее стабилизируется на  $45^\circ$ . При уменьшении отношения  $c/h_0$  угол также увеличивается. И, если предположить, что  $c/h_0$  стремится к нулю, то угол приближается к прямому, что должно привести к чистому срезу бетона. Следовательно, изменение угла наклона пирамиды продавливания влияет на несущую способность опытных образцов плит и может быть учтено через величину пролета среза  $c/h_0$ .

В ходе исследований установлено, что прогибы во всех сериях опытных плит до уровня нагрузки 0,8...0,7 от разрушающей имеют линейный характер. Длина линейного участка развития прогибов зависит от пролета среза, увеличиваясь с его уменьшением. При достижении уровня нагрузки 0,8...0,9  $F_u$  значения прогибов резко возрастали, линейность их развития от ступеней нагрузки нарушалась. Можно предположить, что при этом уровне окончательно формируется критическая поверхность пирамиды продавливания.

Теоретический расчет в упругой стадии по теории тонких плит (методика Ф.Г.Галеркина) и по теории толстых плит (про-

грамма "Инвариант", КИСИ) показал большое (в 4...10 раз) расхождение с опытными данными по прогибам. Однако, качественный анализ напряженного состояния позволил установить возрастающую долю касательных напряжений над нормалью и с уменьшением габарита среза  $c/h_0$ . Это подтвердило наше предположение, что формирование пирамиды продавливания связано с действием поперечных сил.

Расчет плит на продавливание по СНиП 2.03.01-84\* без поперечной арматуры на действие сил равномерно распределенных на ограниченной площади производится из условия:

$$F < \alpha R_{bt} u_m h_0 \quad (1)$$

Для значения  $c/h_0$  от 0,4 до 1,0 правая часть условия (1) умножается на  $h_0/c$ .

Как было сказано выше, данная методика не в полной мере учитывает отношение  $c/h_0$ , что приводит к недооценке несущей способности плит (рис. 2).

Поэтому значение продавливающей нагрузки представим в виде суммы нагрузок

$$F_u = F_1 + F_2,$$

где  $F_1$  - нагрузка, вычисленная по (1);

$F_2$  - нагрузка, подсчитанная с учетом отношения  $c/h_0$ .

Тогда

$$F_u = \alpha R_{bt} u_m h_0 + \frac{\alpha_1 R_{bt} u_m h_0^2}{c}, \quad (2)$$

где  $\alpha_1$  - поправочный коэффициент.

Значение коэффициента  $\alpha_1$  получено по результатам наших экспериментов и принято равным 0,7.

Отклонение по предлагаемой зависимости (2)  $F^{OP}/F_u$  находится в пределах 0,95...1,17, что лучше, чем по принятой методике СНиП (1)  $F^{OP}/F^{СНиП} - 1,1...2,1$ .

При определении предельной продавливающей нагрузки в плитах с разным отношением  $c/h_0$  во взаимно перпендикулярных направлениях необходимо вести расчет с учетом меньшего отношения  $c/h_0$ .

Как было указано выше, плита моделировалась системой перекрестных балок. Для этой цели были исследованы теоретически и экспериментально модели плит с двумя и четырьмя пересекающимися

балками, а также и одиночные балки с разными  $h$  и  $l$ .

Как показали опыты, несущая способность данных моделей пропорциональна количеству участвующих в работе балок. Установлено также, что основными, участвующими в работе данной модели, являются балки, расположенные на главных осях симметрии.

Следовательно, можно предположить, что при некотором их количестве несущая способность перекрестной системы будет равна несущей способности плиты. Основываясь на этом, а также на картине развития трещин, плита моделируется системой из двух перекрестных балок переменной ширины (рис. 3). Для упрощения расчета переменная ширина балки приводится к постоянной эквивалентной

$$b_{m1} = a_{sh} + c_i, \quad \text{где } i = 1, 2 \quad (3)$$

Расчет каждой отдельной балки ведется на действие поперечных сил по методике СНиП 2.03.01-84\*

$$Q < (\varphi_{b4} R_{bt} b h_0^2) / c$$

Общая несущая способность плиты в этом случае есть сумма несущих способностей двух взаимно перпендикулярных балок при  $b = b_m$

$$F < 2(Q_1 + Q_2) \quad (4)$$

Для прямоугольных плит продавливающая нагрузка равна

$$F < 2 \varphi_{b4} R_{bt} h_0^2 (b_{m1}/c_1 + b_{m2}/c_2), \quad (5)$$

для квадратных

$$F < (4 \varphi_{b4} R_{bt} b_m h_0^2) / c \quad (6)$$

Расхождение результатов счета по зависимостям (5) и (6) с опытными данными находятся в пределах 0,85...1,22.

Для расчета деформативности плит при продавливании была принята методика НИИЭПжилища. Учитывая, что прогиб плит до нагрузки 0,6...0,7 от разрушающей имеет линейный характер, за основу была взята зависимость для расчета прогибов плит до образования трещин. Основываясь на экспериментальных данных, в нее введен поправочный коэффициент  $k$ , учитывающий пролет среза:

Схема плиты как системы перекрестных балок

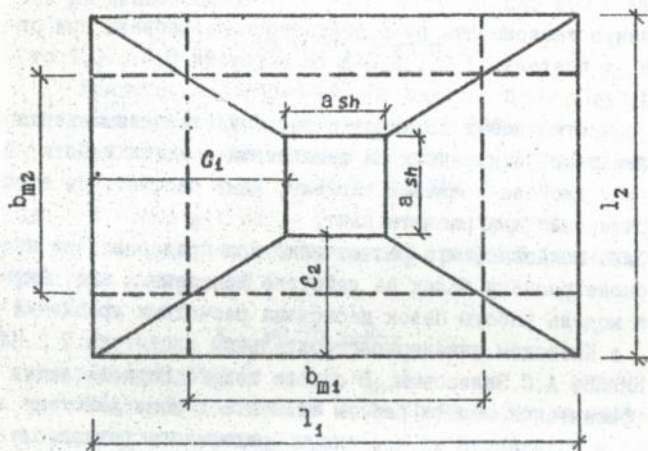


Рис. 3

Расчетная модель предельного равновесия в наклонном сечении при разрушении по сжатой зоне в результате среза бетона над трещиной

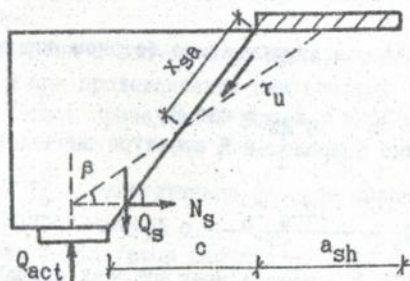


Рис. 4

$$f = \frac{\varphi_1 b l^4}{12 E_b I_{red}} \beta_1 q_{экр} k$$

где  $k = 7,63 - 0,9 c/h_0$ .

Полученную зависимость целесообразно использовать при отношении  $c/h_0$  в пределах 1,0...3,5 и до нагрузки 0,6...0,7 от разрушающей.

Ввиду развития новых подходов к расчету стержневых железобетонных элементов, основанных на физических моделях работы, в частности, как дисково-связевой системы, нами рассмотрена возможность ее применения для расчета плит.

Выше было показано, что расчет плит при продавливании можно вести на основе расчета балок на действие поперечных сил. Дисково-связевая модель работы балок и система расчетных уравнений разработана в Киевском инженерно-строительном институте Ю.А.Климовым и в НИИЖБе А.С.Залесовым. В основе нового подхода лежит построение физической модели работы элемента в зоне действия поперечных сил и вытекающей из нее схемы предельного равновесия.

Были проверены две расчетные модели: при разрушении по сжатой зоне в результате раздробления бетона и при разрушении по сжатой зоне в результате среза бетона над наклонной трещиной. Последняя оказалась более приемлемой для нашего случая, (рис. 4).

Общее условие равновесия в наклонном сечении для балок без поперечной арматуры:

$$Q_{act} < Q_b + Q_s + F_{crc} \sin \beta \quad (7)$$

где  $Q_b$  - поперечное усилие в бетоне сжатой зоны над критической трещиной;  $Q_s$  - нагельное усилие в арматуре;  $F_{crc}$  - силы зацепления между блоками.

Внутреннее усилие, воспринимаемое бетоном определяется следующим образом:

$$Q_b = \tau_u x_{sh} b \sin \theta \quad (8)$$

Нагельное усилие в продольной арматуре вычисляется по формуле

$$Q_s = \frac{12 E_s I_s}{l^3} c \Delta \varphi \quad (9)$$

где  $l = 3,9 n d \sqrt{\alpha}$ ;  $I_s$  - момент инерции всех стержней продоль-

ной арматуры.

Величину разности углов поворота блоков при разрушении находят по зависимости:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta U}{x_0 \cos \theta} \quad (10)$$

Предельные деформации при сдвиге  $\Delta U$ , полученные по результатам исследований, принимались 0.0002 м.

Предельные касательные напряжения в бетоне определяются по:

$$\tau_u = 0,5 R_b \sin 2\theta \quad (11)$$

где  $\theta = \arctg(h/c)$  - угол наклона трещины.

Высота бетона над наклонной трещиной вычисляется из геометрических построений.

$$x_{sh} = 0,75 \frac{x_0}{\cos \beta} \quad (12)$$

где  $\beta = \arctg(h_0/(c + 0,5 a_{sh}))$

Высота бетона сжатой зоны принимается из расчета прочности по нормальным сечениям:

$$x_0 = \frac{R_s A_s}{R_b b(1 + 0,7\beta)} \quad (13)$$

Несущая способность плиты определяется как для системы перекрестных балок при  $b = b_m$  (3), т.е. - сумма несущих способностей отдельных балок (4). Расхождение в величине продавливающей нагрузки, полученной экспериментально, и расчетной по предлагаемой модели и методике (7...13) находится в пределах 0,9...1,06.

Основываясь на данной дисково-связевой модели, можно также определить прогибы, как сумму перемещений блоков и связей по формуле Мора.

По аналогии с расчетом по прочности перейдем к расчету прогибов плиты при продавливании как системы, состоящей из двух перекрестных балок приведенной ширины (3). Значение прогиба равно:

$$f = f_B^1 + f_B^2 \quad (14)$$

где  $f_B^1$  и  $f_B^2$  соответственно прогибы балок во взаимноперпендикулярных направлениях.

Анализ результатов расчета по (14) и экспериментальных значений показал, что прогибы плит при продавливании можно определять по предлагаемой методике до уровня нагрузки  $0,8 F_u$ .

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Получены новые экспериментальные данные характера развития трещин и деформаций бетона для плит с соотношением сторон 0,5...1...1,5 и моделей плит в виде системы из 2-х и 4-х перекрестных балок при продавливании в зависимости от относительной величины пролета среза  $c/h_0$ .

2. Для плит при продавливании экспериментально установлен линейный характер развития прогибов до уровня нагрузки 0,6...0,7 от разрушающей; длина участка линейного деформирования увеличивается с уменьшением относительного пролета среза  $c/h_0$ .

3. Визуальные и тензометрические наблюдения появления и развития трещин в процессе нагружения в плитах и моделях плит при продавливании позволили предположить процесс образования пирамиды продавливания и установить изменение углов наклона ее боковых граней в зависимости от  $c/h_0$ .

4. Методика СНиП расчета на продавливание для плитных конструкций (без поперечной арматуры) от действия равномерно-распределенной нагрузки на ограниченной площади, недооценивает несущую способность плит, которая в 1,4...2,1 раза ниже экспериментальных значений, если относительный пролет среза  $c/h_0$  изменяется в интервале от 0,5...0,7 до 3...4.

5. На основании экспериментальных данных и теоретических расчетов установлено, что при относительном пролете среза  $c/h_0 > 3...4$  необходимо вести расчет и на продавливание и на действие изгибающего момента, учитывая из двух результатов наименьший.

6. Для плит (без поперечной арматуры) предложена откорректированная на основании новых экспериментальных данных зависимость СНиПа для определения продавливающей нагрузки при изменении относительного пролета среза в интервале от 0,5...0,7 до 3...4.

Для прямоугольных плит рекомендуется величину продавливающей нагрузки определять по наименьшей величине пролета среза.

Отклонение по предлагаемой методике расчета от экспериментальных значений находится в пределах 0,95...1,17.

7. В практических целях предложен расчет плит, опертых по контуру, без поперечной арматуры, на продавливание при  $c/h_0$  в интервале 0,5...4 вести как расчет системы из двух перекрестных балок без поперечной арматуры приведенной ширины, учитывающей про-

лет среза, на действие поперечных сил по зависимостям, рекомендуемым СНиПом. Расхождение расчетных величин продавливающих нагрузок с их экспериментальными значениями по плитам составляет 0,85...1,22.

8. На основе новых экспериментальных данных обоснована возможность использования для расчета плит на прочность при продавливании модели работы балки в зоне действия поперечных сил как блочно-связевой системы при разрушении по сжатой зоне бетона в результате среза бетона над наклонной трещиной, методика которой разработана в Киевском инженерно-строительном институте и НИИЖБ.

Использование данной методики к расчету моделей плит в виде системы из двух перекрестных балок приведенной ширины, учитывающей пролет среза, дает расхождение с экспериментальными значениями предельных продавливающих нагрузок для плит в пределах 0,9...1,06.

9. Возможно использование методики ЦНИИЭПжилища для определения прогиба плит, опертых по контуру, когда действие сил равномерно распределено на ограниченной площади, если ввести экспериментальный коэффициент  $k$ , учитывающий пролет среза; при этом уровень нагрузки не должен превышать  $0,6...0,7 F_u$  и относительный пролет среза  $s/h_0 > 1$ .

10. В практических целях прогиба плит, опертых по контуру без поперечной арматуры при действии равномерной нагрузки на ограниченной площадке, можно определить по модели из двух перекрестных балок, приведенной ширины, учитывающей пролет среза ( $s/h_0=0,5...4,0$ ), на основе блочно-связевой физической модели предельного равновесия балок при разрушении по сжатой зоне бетона в результате среза бетона над наклонной трещиной.

Основные положения диссертационной работы отражены в следующих публикациях:

1. Шеховцов И.В. Методика исследования железобетонных балок по наклону сечению и плит на продавливание. Резервы прочности бетонных и железобетонных конструкций: сб. науч. тр. Минвуз УССР. - Киев УМК ВО, 1989, - С.68-69.
2. Дорофеев В.С., Шеховцов И.В. Механизм разрушения от продавливания плит, опертых по контуру. //Исследование работы и применение в строительстве эффективных элементов конструкций:

- Тез. докл. науч. прак. конф. - Ровно, 1980, - С.27.
3. Дорофеев В.С., Шеховцов И.В. Результаты экспериментальных исследований работы плит.//Повышение долговечность сельскохозяйственных зданий и сооружений: Тез. докл. Всесоюз. науч. техн. конф. - Челябинск, 1990. - С.58.
  4. Дорофеев В.С., Вывовой В.Н., Макарова С.С., Шеховцов И.В. Влияние технологических повреждений на характер разрушения железобетонных плит.//Материалы XIII Международной конференции в области бетона и железобетона 18-23 мая 1991г., "Волго-Балт-91". - Москва, С.56-59.
  5. Дорофеев В.С., Шеховцов И.В., Байдан О.А. Автоматизированный комплекс обработки тензометрических данных.//Экспериментальные исследования инженерных сооружений: Тез. докл. VII Всесоюз. конф. сентябрь 1991г. - Сумы, 1991г. - С.334-336.
  6. Шеховцов И.В. Предложения по усовершенствованию метода расчета плит на продавливание.//Повышение долговечности и эффективности работы конструкций сельскохозяйственных зданий и сооружений: Матер. междуна. науч. тех. конф. 27-28 мая - Челябинск, 1992г. - С.64-65.
  7. Залесов А.С., Дорофеев В.С., Шеховцов И.В. Прочность и деформативность плит на продавливание.//Бетон и железобетон.-1992. -№8.- С.14-17.

Подп. к печати 17.11.92г. Формат 60x84 1/16.

Объем 0,7уч. изд. л. 1,0п. л. Заказ № 2974. Тираж 100экз.

Гортинография Одесского облполиграфиздата, цех №3.

Л е н и н а 40.

468767

AB 26.076  
**AB 26.076**