

Министерство образования Республики Беларусь  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 624.012.45  
№ госрегистрации 20130404  
Инв. №

«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор по научной  
работе  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Д.О. Глухов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2013г.

ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ  
**Усиление наращиванием железобетонных плит опертых по контуру**  
(заключительный)  
ГБ0413

Начальник НИС, к.т.н.

\_\_\_\_\_ Т.В. Гончарова

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2013г.

Научный руководитель  
доктор техн. наук, профессор

\_\_\_\_\_ Д.Н. Лазовский

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2013г.

Новополоцк 2013

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель,  
Доктор техн. наук, профессор \_\_\_\_\_ Д.Н. Лазовский  
подпись, дата (введение, заключение)

Исполнители темы  
аспирант кафедры СК УО  
«ПГУ» \_\_\_\_\_ П.П. Жукьян (введение,  
подпись, дата заключение, гл.1,2,3)

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ В.Ф. Кулеш  
подпись, дата

## РЕФЕРАТ

Отчет 58с., рис. 17, табл. 5., источников 51.

### ЖЕЛЕЗОБЕТОН, ПЛИТА ОПЕРТАЯ ПО КОНТУРУ, УСИЛЕНИЕ, НАРАЩИВАНИЕ БЕТОНА, МЕТОДИКА РАСЧЕТА.

Цель работы - разработка методики расчета плит опертых по контуру, усиленных наращиванием бетона сжатой зоны

Методы исследований: применение экспериментально-теоретического метода и метода математического моделирования. В теоретических и численных исследованиях использование общих методов механики твердого деформированного тела и теории железобетона.

Практическая значимость работы: разработка рекомендаций по усилению и методики расчета, позволяющая более точно по сравнению с существующими методиками проектировать усиление наращиванием бетона сжатой зоны плит опертых по контуру. Использование результатов работы при проектировании усиления и восстановления железобетонных плит опертых по контуру увеличит эффективность проектных решений (простота и доступность для инженеров-проектировщиков) и уменьшит энергоемкость и материалоемкость в конструкциях за счет снижения расхода бетона и арматуры в данных элементах.

Результаты исследований могут быть применены при разработке новых проектов и при проектировании реконструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений. Также результаты исследований могут быть включены в учебный процесс УО «ПГУ» I степени высшего образования в дисциплины «Железобетонные конструкции», «Проектирование реконструкции зданий и сооружений», «Строительные конструкции и комплектно-блочное строительство», «Технология строительного производства», а также II степени высшего образования в дисциплину «Современные пространственные конструкции».

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Состояние вопроса и задачи исследования.....	8
1.1 Определение понятия “плита, опертая по контуру” .....	8
1.2 Существующие методы расчета плит, опертых по контуру .....	9
1.2.1 Краткие сведения о расчетах плит методами теории упругости .....	9
1.2.2 Обзор исследований по обоснованию расчета прочности опертых по контуру плит методом предельного равновесия .....	10
1.2.3 Основные положения расчета прочности плит по методу предельного равновесия.....	11
1.2.4 Существующие методы расчета плит по деформациям.....	13
1.2.5 Метод расчета на основе деформационной модели .....	15
1.2.6 Расчет плит методом конечных элементов, реализованный в программе SCAD .....	20
1.3 Методы усиления железобетонных плит перекрытия опертых по контуру .....	27
2. Экспериментально-теоретические исследования прочности и трещиностойкости железобетонных плит опертых по контуру, усиленных наращиванием .....	31
2.1 Геометрические размеры опытных плит и их армирование .....	31
2.2 Характеристики бетона опытных плит .....	33
2.3 Характеристики стальной арматуры опытных плит.....	35
2.4 Методика испытания образцов .....	36
2.5 Анализ результатов испытаний .....	39
3. Методика расчета плит опертых по контуру... ..	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ..	54

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам / ЦНИИпромзданий. – М.: 1989. – 112с.
2. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений / НИИСК.– М.: Стройиздат, 1989.
3. Рекомендация по проектированию усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий. Надземные конструкции и сооружения / Харьковский Промстройниипроект, НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1992.
4. Рекомендация по усилению железобетонных и каменных конструкций / Полоцкий гос. ун-т. – 1993. – 485с.
5. Зырянов В.С., Пространственная работа железобетонных плит опертых по контуру. /ЦНИИЭП жилища. Москва: - 2002.
6. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции: Общий курс. Учебник для вузов. – М.: Стройиздат., 1985. – 323с.
7. Вайнберг Д.В., Вайнберг Е.Д. Расчет пластан. - Киев: Будивельник» 1970.
8. Крылов СМ. Экспериментальное исследование работы железобетонных перекрытий каркасных зданий // Сб. ст./ НИИЖБ. Исследование свойств бетона и железобетонных конструкций. - М.: Госстройиздат, 1959. - Вып. 4.
9. Зайцев Л.Н. Исследование трещинообразования, деформаций и несущей способности неразрезных железобетонных плит // Сб. ст. / НИИЖБ. Воздействие статических, динамических и многократно повторяющихся нагрузок на бетон и элементы железобетонных конструкций. - М.: Стройиздат, 1972.

10. Зайцев Л.Н. Расчет прогибов железобетонных квадратных плит, заделанных по двум смежным сторонам и свободно опертых по двум другим // Бетон и железобетон. - 1964. - № 7.
11. Бильченко А.В., Карпенко Н.И. Экспериментальная проверка и исследование параметров теории деформирования железобетонных плит с трещинами, работающих в двух направлениях // Сб. н. ст. / НИИЖБ. Прочность и жесткость железобетонных конструкций. -М.: Стройиздат, 1971.
12. Антонов К.К., Кусаков А.Н., - Рогатин Ю. А. Экспериментальное исследование железобетонных плит, опертых на железобетонный контур. // Бетон и железобетон. -1969. - № 6.
13. Лубошников Ю.И. Особенности деформирования предварительно напряженных железобетонных плит, опертых по контуру // Исследование строительных конструкций. - Красноярск, 1979.
14. Bach C. und Graf O. "Versuche mit allseitig aufliegenden quadratischen and rechteckigen Eisenbetonplatten. - Berlin. 1915.
15. Graf O. Versuche mit allseitig aufliegenden rechteckigen Eisenbetonplatten unter gleichmassig verteilter Belastung. - Deutscher Ausschuss fur Eisenbeton. - Berlin, 1926, Heft 56.
16. Gehler W., Amos H., Versuche mit kreuzweise bewehrten Platten. - Berlin, 1932, Heft 70.
17. Hayes B., Taylor R. Load - testing RS slabs. - The Consulting Engineer, 1969, Vol. 33, No. 11, p. 46-47.
18. Jain S.G., Kennedy J.B. Yield Criterion for reinforced concrete slabs. - Journal of the Structural Division, 1974, Vol. 100, No. ST3, p. 631-643.
19. Muspratt M.A. Destructive tests on rationally designed slabs. - Magazine of Concrete Research, 1970, Vol. 22, No. 70, p. 25-36.
20. Park R. Tensile membrane behaviour of uniformly loaded rectangular reinforced concrete slabs. - Magazine of Concrete Research. 1964, Vol. 16, No. 46, p. 39-44.

21. Robinson JR., Merouani C. Influence de la distribution der armatures dans les dalles carrees en beton arme. - Annales de L'Institut Technique du Batiment et des Travaux publics, 1970, N 275, p. 93-115.
22. Taylor R., Maher D.R.H., Hayes B. Effect of the arrangement of reinforcement on the behaviour of reinforced concrete slabs. - Magazine of Concrete Research, 1966, Vol. 18, No. 55, p. 85-94.
23. Гвоздев А.А. Метод предельного равновесия в применении к расчету железобетонных конструкций //АН СССР, ОТН. Инж. сб. - М. - Л., 1949. - Т.5. - Вып. 2.
24. Гвоздев А.А. Обоснование § 33 Норм проектирования железобетонных конструкций // Строительная промышленность. -1939. - № 3.
25. Johansen K.W. Yield - line theory. –London, Cement and Concrete Association, 1962.
26. Крылов С.М. Перераспределение усилий в статически неопределимых железобетонных конструкциях. - М.: Стройиздат, 1964.
27. Зырянов В.С. Исследование прочности и деформаций перекрытий монолитных жилых домов // Сб. н. тр. / ЦНИИЭП жилища. Монолитное домостроение. - М.: - 1976 - № 2.
28. Королев А.И., Крылов СМ. Способ расчета прогибов железобетонных плит, опертых по контуру, и безбалочных перекрытий при действии кратковременной нагрузки // Тр. / НИИЖБ Исследование прочности, жесткости и трещиностойкости железобетонных конструкций. - М.: Госстройиздат, 1962. - Вып. 26.
29. Руководство по расчету статически неопределимых железобетонных конструкций. - М.: Стройиздат, 1975.
30. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами. - М.: Стройиздат, 1976.
31. Desayi P., Kulkarni A. Load - deflection of reinforced concrete slabs. - Proceedings of the ASCE, 1977, Vol. 103, No. ST2, p. 405-418.

32. Shukla S.H., Mittal M.K. Short - term deflection in two-way reinforced concrete slabs after cracking. - Journal of the American Concrete Institute, 1976, Vol.73, No.7, p.416-419.
33. Favre R., Charif H. Basic model and simplified calculations of deformations according to the CEB-FIP model code 1990.-1BAP. - 1992 - Mai. - Ns 137.
34. Пецольд Т.М., Лазовский Д.Н. Расчет усиления железобетонных эксплуатируемых строительных сооружений// Бетон и железобетон.– 1998.- №6.– С.16-19, 1999.- №1. – С.11-14.
35. Khalil E.Waked. Reasons of Destructions of Buildings // Method of Reconstruction and Montage.1992. p. 255. – ISBN 977-5035-18-X.
36. Гвоздев А.А., Дмитриев С.А., Крылов С.М. и др. Новое о прочности железобетона. М.: Стройиздат, 1977, -272с.
37. Маилян Л.Р. Учет работы арматуры за физическим или условным пределом текучести // бетон и железобетон. – 1989. – №3 – С. 16-17.
38. Михайлов В.В. Расчет прочности нормальных сечений изгибаемых элементов с учетом полной диаграммы деформирования бетона // Бетон и железобетон. – 1993. – № 3. – С. 26 – 27.
39. Тур В.В., Рак Н.А. Прочность и деформации бетона в расчетах конструкций: Монография.– г. Брест; Издательство БГТУ, 2003.– 252 с.
40. СНиП 2.03.01-84\*. Бетонные и железобетонные конструкции. – М: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80с.
41. СНБ 5.03.01-02. Конструкции бетонные и железобетонные. Нормы проектирования. – 15с.
42. Лазовский Д.Н. Теория расчета и конструирование усиления железобетонных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений: Дис. ... д-ра техн. наук. – Минск, 1998. – 307 с.
43. Рекомендации по проектированию усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий. Стройиздат. Москва. 1992.



44. Проектирование усиления несущих железобетонных конструкций производственных зданий и сооружений. Логос. Киев. 2001.
45. В. С. Карпиловский, Э.З. Криксунов, А.А. Маляренко, М. А. Микитаренко, А.В. Перельмутер, М.А. Перельмутер. SCAD OFFICE Вычислительный комплекс. Издательство Ассоциации строительных вузов. Москва 2008.
46. Евзеров И. Д., Здоренко В.С. Сходимость плоских конечных элементов тонкой оболочки. // Строительная механика и расчет сооружений. 1984, №1. – с. 35-40.
47. ГОСТ 10180–90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 45с.
48. ГОСТ 24452-80. Бетон. – М., Изд-во стандартов, 1980. – 18с.
49. ГОСТ 12004-81. Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 45с.
50. Рекомендации по испытанию и оценке прочности, жесткости и трещиностойкости опытных образцов железобетонных конструкций. - М.: НИИЖБ, 1987. – 36с.
51. ГОСТ 8829-94. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости. Межгосударственный стандарт. Минск 1997