

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им. Д. Серикбаева

ОСИНИНА КРИСТИНА НИКОЛАЕВНА

Повышение несущей способности ребристых плит покрытия с
помощью фибробетона

Специальность: 6N0729 «Строительство»

**Автореферат на соискание академической степени магистра техники и
технологии по специальности 6N0729 «Строительство»**

Научный руководитель: к.т.н.,
профессор В.Ю. Чернавин

Республика Казахстан
Усть-Каменогорск, 2010

ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ РЕБРИСТЫХ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ С ПОМОЩЬЮ ФИБРОБЕТОНА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Опыт технического обследования ребристых плит покрытия показывает, что в ряде случаев наблюдается снижение их несущей способности из-за коррозионного повреждения арматуры. Наряду с этим вследствие увеличения веса кровли, вызванного ее ремонтом посредством укладки дополнительных слоев гидроизоляционного материала без снятия существующих дефектных гидроизоляционных слоев, возможна перегрузка плит покрытия. К перегрузке может также привести образование снеговых мешков, не учтенных при проектировании.

В результате возникает необходимость повышения несущей способности плит или их замены. Учитывая трудоемкость и высокую стоимость демонтажа с заменой плит покрытия, выбор эффективной конструкции усиления плит имеет большую актуальность.

Из существующих методов усиления плит покрытия, наиболее широко применяется подведение под поперечные ребра плит стальных разгружающих балок. Недостатком этого метода является высокая стоимость элементов усиления из фасонной прокатной стали и низкий коэффициент их использования, то есть включения в совместную работу с разгружаемой плитой.

Метод усиления плит наращиванием железобетоном снизу предполагает крепление стержневой арматуры к существующей арматуре продольных ребер плит через коротыши с помощью сварки, что не всегда осуществимо при усилении предварительно-напряженных плит с высокопрочной арматурой.

В качестве эффективного метода усиления ребристых плит покрытия предлагается конструкция наращивания продольных ребер двух соседних плит фибробетоном, что даст возможность эксплуатации многих конструкций с дефектами, которые снижают несущую.

Целью работы является исследование плит, усиленных слоем фибробетона, разработка методики определения фактической несущей способности, а также оценка эффективности усиления поврежденных плит фибробетоном.

В соответствии с целью работы решались следующие задачи:

- разработать методы усиления железобетонных ребристых плит посредством наращивания продольных ребер фибробетоном;
- экспериментальное исследование плиты, потерявшей несущую способность и усиленную фибробетоном;
- экспериментальное исследование прочности фибробетона, в качестве фибры применены отходы металлических оцинкованных профилей производства Первомайского механического завода в виде стальных пластин размером $8 \times 35 \times 0,8$ мм;

- теоретические исследования метода расчета усиленных плит по нормальным сечениям;
- оценка эффективности усиления ребристых плит при наращивании монолитным фибробетоном растянутой зоны ребер.

Методика исследований включает:

- комплексное изучение отечественного и зарубежного опыта по определению несущей способности и жесткости поврежденных конструкций до и после усиления;
- анализ эффективности и опыта применения фибробетона в строительных конструкциях;
- анализ влияния повреждений (по полученным экспериментальным данным) на несущую способность и жесткость ребристых плит;
- разработку методики и рекомендаций по определению прочности поврежденных ребристых плит.

Научная новизна работы. Начиная с пятидесятых годов прошлого века сборные железобетонные конструкции являются основными в строительстве промышленных и гражданских зданий. В настоящее время, в связи с возрастающими объемами технического перевооружения и реконструкции существующих зданий и сооружений, становятся актуальными вопросы оценки технического состояния конструкций эксплуатируемых объектов и применения соответствующих методов их замены, восстановления или усиления. Недостатком замены плит является высокая стоимость, как новых плит, так и их монтажа, также это влечет остановку производства, что не всегда возможно. Существующие методы усиления путем разгрузки дорогостоящи и отсутствует полное включение в работу конструкций усиления. Наращивание продольных ребер фибробетоном, в том числе с применением стальных отходов производства экономически выгодно, так как не требует дорогостоящих материалов и оборудования. Адгезия нового монолитного слоя наращивания с существующей поверхностью бетона плиты обеспечивается за счет включения в работу анкеров, забитых насухо в ребра и тщательной подготовкой поверхности плиты. Новизной такого способа усиления является отсутствие приварки коротышей к рабочей арматуре плиты, возможность использования не заводской фибры, а подготовленных отходов производства либо канатов и тросов, исчерпавших свой ресурс. Использование такого метода усиления не требует остановки производства, это не маловажно учитывая, что область применения ребристых плит производственные здания. Эффективность применения методики усиления ребристых плит фибробетоном подтверждена экспериментальными данными, которые показали, что плита, потерявшая несущую способность и усиленная, вновь обретает эксплуатационную пригодность.

Практическое значение диссертации заключается в разработке методики оптимального усиления ребристых плит, определения несущей способности усиленных плит. Внедрение методики позволит наиболее

экономично производить усиление ребристых плит и рационально использовать строительные материалы при их усилении.

На защиту выносятся:

1. Результаты экспериментальных исследований по усилению ребристых плит наращиванием фибробетоном растянутой зоны.
2. Методика расчета несущей способности ребристых плит.
3. Технология усиления наращиванием снизу ребер плит.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения и четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 38 наименований – на 80 страницах, в том числе 11 таблиц и 17 рисунков, 3 приложений на 10 страницах. Всего 90 страниц.

Содержание диссертации:

Введение

1. Состав вопроса и задачи исследования
2. Методы и результаты экспериментального исследования
3. Метод расчета ребристых плит, усиленных фибробетоном, по нормальным сечениям
4. Рекомендации по усилению ребристых плит

Заключение

Список литературы

Перечень ключевых слов:

Плита

Арматура

Усиление

Метод

Наращивание

Железобетон

Фибробетон

Исследование

Фибра

Прочность

Адгезия

Анкер

Эффективность

Несущая способность

Жесткость

Трещиностойкость

Бетон-матрица

Основные положения диссертации **доложены** на научно-технической конференции студентов, магистрантов и **опубликованы** в научной статье:

УДК 624.012.3/4

К.Н.Осинина (09-НСР-1), В.Ю.Чернавин (ВКГТУ)

«Повышение несущей способности ребристых плит покрытия с помощью фибробетона». - «ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ - ИННОВАЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»: МАТЕРИАЛЫ X Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, 22,23 апреля 2010г. - Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2010. - ч.I.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **первой главе** проведен анализ существующих методов усиления железобетонных ребристых плит, сделаны выводы об актуальности предлагаемого способа усиления. Показаны методы расчета усиливаемых изгибаемых железобетонных конструкций. Указаны задачи исследования.

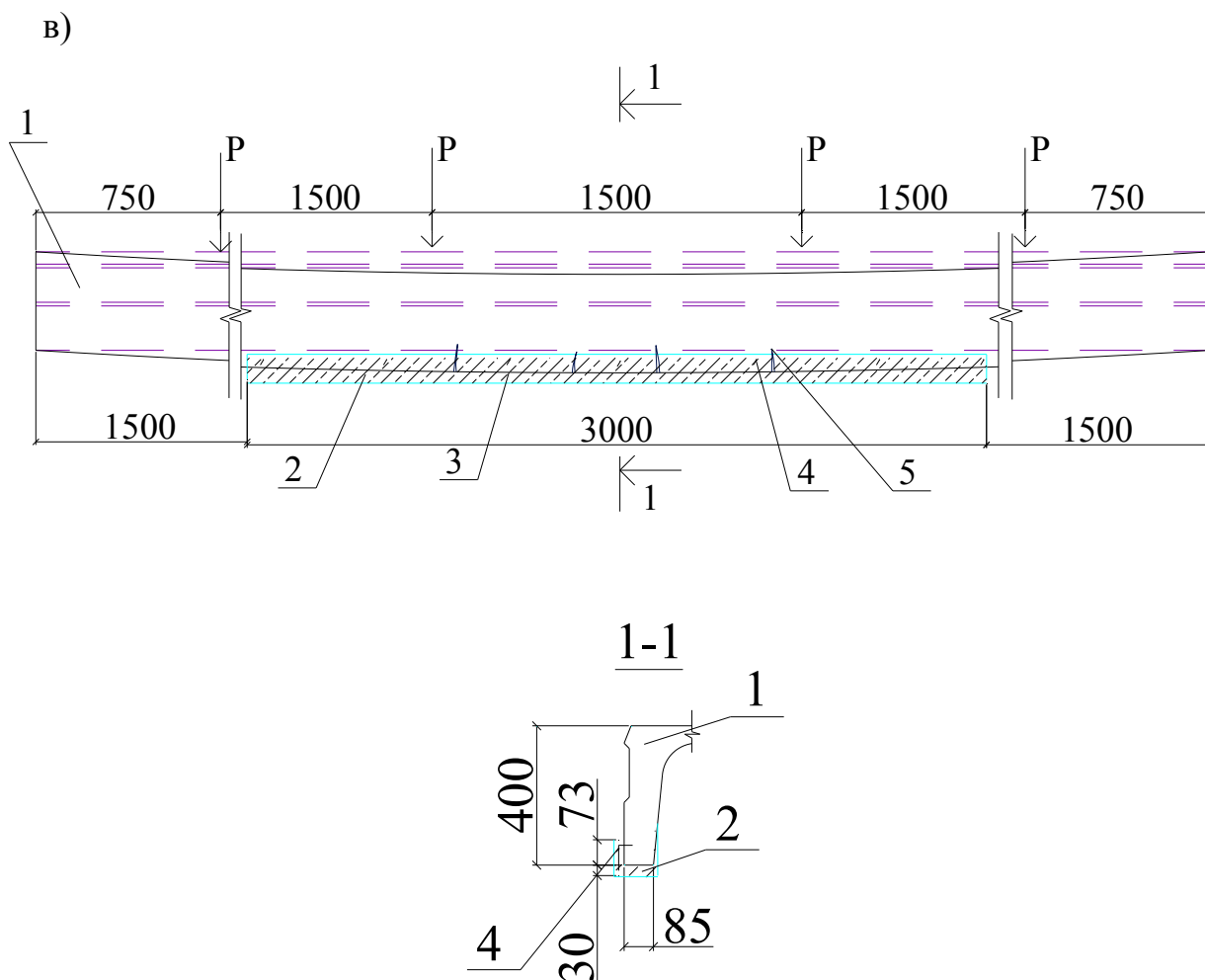
Во **второй главе** описываются экспериментальные исследования плиты. Для разработки метода усиления нормальных сечений изгибаемых элементов фибробетоном в НПЛ «БОСКОР» ВКГТУ проведено экспериментальное исследование по восстановлению и усилению железобетонной плиты, доведенной до разрушения. Произведено усиление продольных ребер плиты по нормальным сечениям. Нарращивание снизу выполнено посередине пролета на длину трех метров, используя деревянную опалубку коробчатой формы, фото и схема усиления представлены на рисунке 1.

а)



б)





а – общий вид усиленной ребристой плиты; б – схема испытания плиты; в – схема усиления плиты; 1 - усиливаемая плита; 2 - слой наращивания фибробетона; 3 - контактный шов; 4 – анкерные стержни; 5 – трещина по нормальному сечению к продольной оси элемента.

Рисунок 1 – Железобетонная плита, разрушенная по нормальному сечению и усиленная наращиванием фибробетоном снизу.

Разработана методика усиления плиты, подготовка опытного образца, материалов, инструментов и приборов. Получены результаты испытания плиты по прочности, жесткости и трещиностойкости. Разрушающая нагрузка составила 92 кН. Для сравнения прочностных свойств мелкозернистого бетона-матрицы с фибробетоном усиления были изготовлены опытные образцы – стандартные кубики с размером ребер 10см, три кубика из бетона и три кубика из фибробетона, которые были раздавлены на прессе в течении часа после испытания плиты. Прочность кубиков из бетона составила в среднем 10630 кН/м^2 и для фибробетонных кубиков 15386 кН/м^2 , что свидетельствует о повышении прочностных свойств бетона за счет включения даже малого объемного процентного содержания фибры (1,5%).

Первая трещина образовалась при нагрузке 12кН. Ее ширина раскрытия составила 0,2мм. При разрушающей нагрузке 92кН максимальная ширина раскрытия трещин составила 0,9мм.

Прогиб плиты увеличивался пропорционально увеличению нагрузки (рисунок 2), при первой ступени нагрузки в 4кН прогиб был 6мм, при разрушающей – 77мм (отсчет прогибов шел от уже существующего).

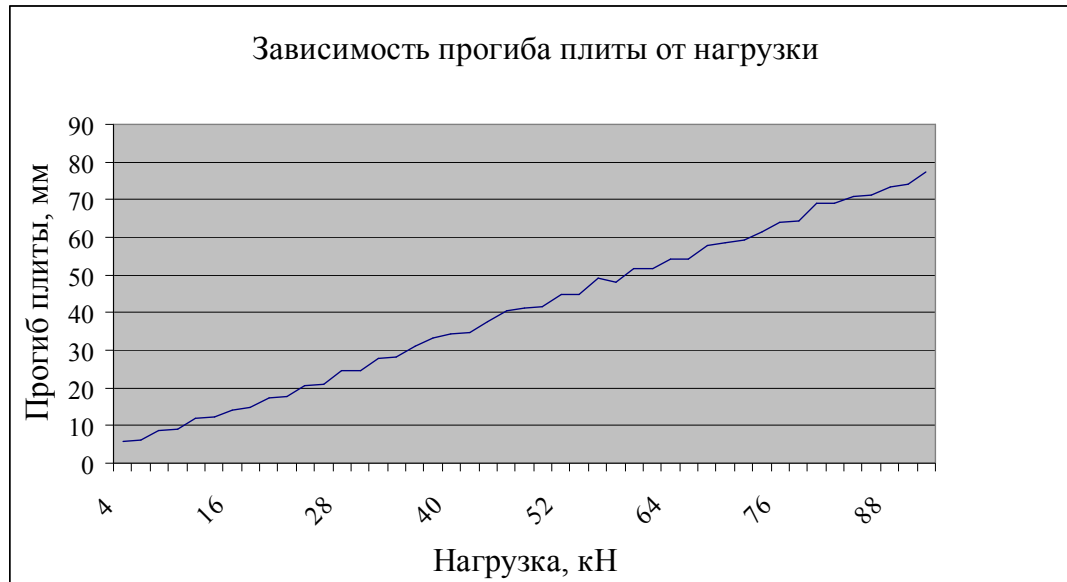


Рисунок 2 – График зависимости прогиба плиты от приложенной нагрузки.

В **третьей главе** представлены методы расчета усиленной плиты по прочности нормальных сечений. Расчетная схема однопролетная неразрезная шарнирно опертая балка. С приведенным тавровым сечением.

Расчет по прочности нормальных сечений рекомендуется производить согласно условию(1):

$$M \leq R_b \cdot b'_f \cdot x \cdot (h - y_h - 0,5x) - R_s \cdot A_s \cdot (a + y_f); \quad (1)$$

$$R_b \cdot b'_f \cdot x = R_s \cdot A_s + R_{fbt} \cdot b \cdot h_f$$

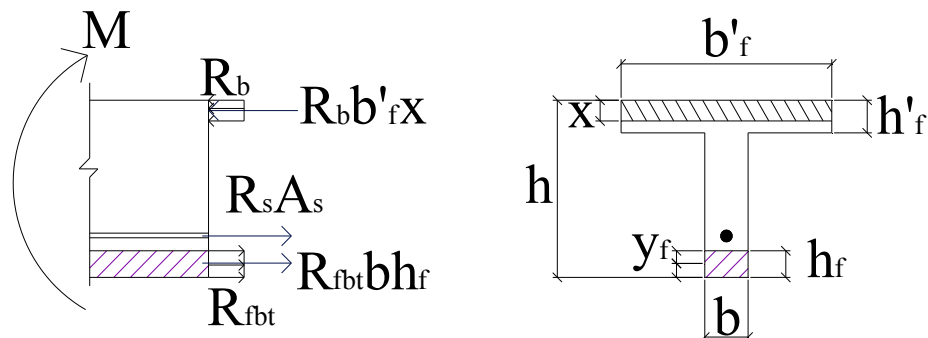


Рисунок 3 – Схема усилий и эпюра напряжений в нормальном сечении изгибаемого железобетонного элемента, усиленного наращиванием фибробетоном снизу

Целью расчета является определение "теоретической" несущей способности плиты P_u и сравнение её с фактической разрушающей нагрузкой $P_{u,ex}$, полученной при испытании. Отклонение P_u от фактической разрушающей нагрузки $P_{u,ex}$ рассчитывается по формуле (2):

$$\frac{P_{u,ex} - P_u}{P_{u,ex}} \cdot 100\%. \quad (2)$$

В четвертой главе приведены рекомендации по усилению наращиванием фибробетоном ребристых железобетонных плит.

Проблема усиления ребристых плит снизу заключается в сложности монтирования опалубки и подачи бетонной смеси на высоту проектного положения плит. Целью данной главы является разработка методов монтажа и крепежа опалубки, наиболее оптимального способа приготовления и подачи фибробетонной смеси в опалубку усиления. Наиболее оптимальными способами монтажа опалубки являются:

- крепеж опалубки к ребрам плиты через анкерные стержни, которые обеспечивают наиболее эффективную совместную работу плиты со слоем наращивания;

- крепление опалубки к плите или другим рядом стоящим несущим конструкциям растяжками либо проволоочной арматурой.

В заключении сделаны выводы о том, что проблема усиления ребристых плит актуальна, а усиление фибробетоном растянутой зоны с применением отходов производства является как экономически выгодным, так и наиболее эффективным.

АННОТАЦИЯ

«Темірбетон қаңқаны тақталарды фибробетонмен күшейту тәсілдері» тақырыбындағы диссертация магистрант К.Н. Осининамен орындалған.

Жұмыста қабырғалы темірбетон тақталарын күшейтудің қазіргі уақытта бар тәсілдеріне сараптама жасалған, иілетін элементтердің керілу аймағын күшейту үшін фибробетонды қолданудың актуальды қорытындылары жасалған. Сынақ кезінде сынуға дейін жеткізілген және астынан фибробетон қабатымен қалыңдатып күшейтілген қабырғалы темірбетон тақталарының экспериментальдық зерттеулері жүргізілген. Фибра негізінде Первомай механикалық зауыты өндірісінің мырышталған металл профилдері қалдықтарының өлшемдері $8 \times 35 \times 0,8$ мм болат пластиналары қолданылған. Күшейтілген иілетін элементтердің нормальды қималарының беріктігі бойынша есептеу методикасы келтірілген. Есептеу қорытындысы бойынша күшейтілген тақтаның теориялық және экспериментальдық салмақ көтеру қабілеті салыстырылған. Фибробетонмен қалыңдатып тақталарды күшейту бойынша ұсыныстар жасалған.

АННОТАЦИЯ

Диссертация на тему «Повышение несущей способности ребристых плит покрытия с помощью фибробетона» выполнена магистрантом Осининой К.Н.

В работе проведен анализ существующих методов усиления ребристых железобетонных плит, сделаны выводы об актуальности применения для усиления растянутой зоны изгибаемых элементов фибробетона. Проведены экспериментальные исследования ребристой плиты перекрытия, доведенной при испытании до разрушения и усиленной наращиванием снизу слоем фибробетона. В качестве фибры применены отходы металлических оцинкованных профилей производства Первомайского механического завода в виде стальных пластин размером $8 \times 35 \times 0,8$ мм. Представлена методика расчета по прочности нормальных сечений усиленных изгибаемых элементов. В результате расчета произведено сравнение теоретической и экспериментальной несущей способности усиленной плиты. Разработаны рекомендации по усилению плит наращиванием фибробетоном.

ANNOTATION

This Master's thesis on "The Increase of the weight-bearing capacity of ribbed slab roofs by means of fiber concrete" is written by Master's student Osinina K.N.

This Master's thesis presents the analysis of the existing methods of reinforcement of ribbed ferroconcrete slabs, and draws conclusions about the relevance of the use of flexural members of fiber concrete for reinforcement of an extended zone. Experimental research of a ribbed ceiling panel was carried out,

during which it was crushed and reinforced by building up a layer of fiber concrete from below. Waste from galvanized metal profiles produced by Pervomaysky mechanical plant in the shape of steel plates with the dimensions $8 \times 35 \times 0.8$ mm were used as fiber. The methods of calculating by the strength of a standard section of reinforced flexural members are introduced. As a result of calculation, the theoretical and experimental weight-bearing capacities of the reinforced slab were compared. Recommendations on reinforcement of slabs by building up with fiber concrete were developed.