

*Григорук К.І., Докладчик Д.С.  
Ю.А.Свобода, В.М.Коршун*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА

# **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

Серія: ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ,  
БУДІВНИЦТВО

Випуск 3 (42)  
Том 2

Полтава 2014

Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка.

Редколегія: С.Ф.Пічугін (головний редактор) та ін. – Вип. 3(42), Т.2. – Полтава: ПолтНТУ, 2014. –172 с. Видається з 1999 р.

*Свідоцтво про державну реєстрацію КВ 8974 від 15.07.2004 р.*

У збірнику представлені результати наукових досліджень та розробок із удосконалення будівельних конструкцій, зокрема сталезалізобетонних конструкцій.

Призначений для наукових й інженерно-технічних працівників, аспірантів та студентів старших курсів.

*Збірник наукових праць рекомендовано до опублікування вченою радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, протокол № 6 від 26.11.2014 р.*

**Збірник включений до переліку наукових фахових видань, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт (Наказ МОН України № 1279 від 6.11.2014 року)**

**Редакційна колегія:**

- С.Ф. Пічугін* – *головний редактор*, д.т.н., проф., зав. каф. конструкцій із металу, дерева і пластмас Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка;
- Ю.Л. Винников* – *заступник головного редактора*, д.т.н., проф., проф. каф. видобування нафти і газу та геотехніки Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка;
- В.В. Ільченко* – *відповідальний секретар*, к.т.н., доц., доц. каф. автомобільних доріг, геодезії та архітектури сільських будівель Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка;
- А.Ж. Жусупбеков* – д.т.н., проф., зав. каф. проектування будівель і споруд, директор геотехнічного інституту, Євразійського національного університету ім. Л.М. Гумільова, м. Астана, Казахстан;
- М.Л. Зоценко* – д.т.н., проф., зав. каф. видобування нафти і газу та геотехніки Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка;
- С.Ф. Клованич* – д.т.н., проф., проф. Вармінсько-Мазурського університету, м. Ольштин, Польща;
- О.Г. Маслов* – д.т.н., проф., зав. каф. основ конструювання машин і технологічного обладнання Кременчуцького національного університету;
- І.І. Назаренко* – д.т.н., проф., зав. каф. механізації технологічних процесів Київського національного університету будівництва та архітектури;
- А.Я. Найчук* – д.т.н., проф., директор НТС РУП «Інститут БелНІИС», м. Брест, Республіка Беларусь;
- М.П. Нестеренко* – д.т.н., доц., доц. каф. будівельних машин та обладнання ім. О.Г. Онищенка Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка;
- А.М. Павліков* – д.т.н., проф., зав. каф. залізобетонних і кам'яних конструкцій та опору матеріалів Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка;
- О.О. Петраков* – д.т.н., проф., зав. каф. основ, фундаментів і підземних споруд Донбаської національної академії будівництва та архітектури, м. Макіївка;
- А.Б. Пономарьов* – д.т.н., проф., зав. каф. будівельного виробництва і геотехніки Пермського національного дослідницького політехнічного університету, Росія;
- О. Прентковський* – д.т.н., проф., проф. кафедри технологічного транспортного обладнання Вільнюського технічного університету ім. Гедимінаса, Литва;
- В.Л. Сєдін* – д.т.н., проф., зав. каф. основ і фундаментів Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, м. Дніпропетровськ;
- О.В. Семко* – д.т.н., проф., зав. каф. архітектури та міського будівництва Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка;
- А.А. Сторожженко* – д.т.н., проф., проф. каф. конструкцій із металу, дерева і пластмас Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка;
- Л.А. Хмара* – д.т.н., проф., зав. каф. будівельних і дорожніх машин Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, Дніпропетровськ;
- В.Г. Шаповал* – д.т.н., проф., проф. каф. будівництва та геомеханіки Національного гірничого університету, м. Дніпропетровськ.

## ЗМІСТ

<i>Е.И. Албу, Д.С. Даниленко, Ю.А. Сёмина, В.М. Карпюк</i> НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, УСИЛЕННЫХ УГЛЕПЛАСТИКАМИ ПРИ НЕМНОГОПОВТОРНЫХ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ .....	5
<i>Є.М. Бабич, В.С. Довбенко</i> БЛОК-СХЕМИ РОЗРАХУНКУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ ПОЛІМЕРНОЮ КОМПОЗИЦІЄЮ, ЗА ДРУГОЮ ГРУПОЮ ГРАНИЧНИХ СТАНІВ .....	11
<i>А.А. Берестянская, Н.Н. Гаврилко, И.В. Быченко</i> ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАЛЕФИБРОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	20
<i>Л.С. Білокуров</i> КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БАЛКИ, ЩО ПОСИЛЕНА ЗОВНІШНІМ СТАЛЕВИМ АРМУВАННЯМ .....	26
<i>Г.Л. Ватуля, Е.И. Галагурия, Д.Г. Петренко, И.В. Быченко</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАТИВНОСТИ БЕТОННЫХ КОЛОНН МЕТОДОМ ГЛУБИННОЙ ТЕНЗОМЕТРИИ .....	30
<i>Г.І. Гришко</i> РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПОКРИТТЯ ІЗ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОНУ .....	37
<i>О.В. Клецов</i> АНАЛІТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ ЗІ СТАЛЕВИМ ОБРАМЛЕННЯМ .....	43
<i>А.В. Ковров, А.В. Ковтуненко, А.М. Кушнир</i> ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЙ ДЛИН ПРОЛЕТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ РАМНОЙ КОНСТРУКЦИИ .....	49
<i>В.И. Колчунов, И.А. Яковенко, Т.В. Тугай</i> МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЖЕСТКОСТИ ПЛОСКО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ЛИРА PRO» .....	55
<i>Д.В. Кочкаръов</i> ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДОМ РОЗРАХУНКОВИХ ОПОРІВ ЗАЛІЗОБЕТОНУ .....	67
<i>О.М. Крантовська, Л.М. Ксьоникевич</i> ТРІЩИНОУТВОРЕННЯ ТА ШИРИНА РОЗКРИТТЯ ТРІЩИН У НЕРОЗРІЗНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛКАХ .....	73
<i>О.І. Лапенко, А.І. Машкова</i> РОЗРАХУНОК СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДСИЛЕНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕПОКСИДНИХ КЛЕЇВ .....	83
<i>В.Н. Малиновский, П.В. Кривицкий</i> МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ПО НАКЛОННЫМ СЕЧЕНИЯМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ПОЛЕЙ СЖАТИЯ .....	86

<b>В.Ф. Пенц</b> РОБОТА ТРУБОБЕТОННИХ (ТБ) ЗГІНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КВАДРАТНОГО ПЕРЕРІЗУ: ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	96
<b>В.В. Романюк, В.Б. Василенко</b> ДОСЛІДНІ КОНСТРУКЦІЯ ТА УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПЕРФОРОВАНОГО ПРОГОНУ Z-ПОДІБНОГО ПРОФІЛЮ В УМОВАХ КОСОГО ЗГІНУ .....	102
<b>В.М. Ромашко</b> ДЕФОРМУВАННЯ БЕТОНУ ТА КРИТЕРІЇ ВИЧЕРПАННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ І КОНСТРУКЦІЙ .....	108
<b>О.В. Семко, А.В. Гасенко, В.В. Дарієнко</b> ПРО МОЖЛИВІСТЬ ЗМЕНШЕННЯ ПЕРЕРІЗУ СТАЛЕВИХ БАЛОК ПЕРЕКРИТТЯ ШЛЯХОМ УРАХУВАННЯ СУМІСНОЇ ЇХ РОБОТИ З МОНОЛІТНОЮ ЗАЛІЗОБЕТОННОЮ ПЛИТОЮ .....	115
<b>С.М. Скребнева, І.Л. Машиков</b> НОВІТНІ МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ .....	120
<b>Л.І. Стороженко, В.В. Муравльов, Ф.С. Школяр</b> РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК З ВИНЕСЕНИМ АРМУВАННЯМ .....	124
<b>Л.І. Стороженко, О.В. Нижник, О.В. Клецов</b> АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ ЗІ СТАЛЕВИМ ОБРАМЛЕННЯМ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «ЛІРА» .....	131
<b>Л.І. Стороженко, В.Ф. Пенц, Г.В. Головка</b> ТРУБОБЕТОННІ НЕСУЧІ КОНСТРУКЦІЇ ОДНОПОВЕРХОВИХ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ .....	137
<b>Р.О. Тімченко, Д.А. Крішко, А.В. Богатинський</b> РОЗРАХУНОК КРУГЛИХ ФУНДАМЕНТНИХ ПЛИТ ПРИ СКЛАДНОМУ НАВАНТАЖЕННІ .....	144
<b>Р.О. Тімченко, О.Б. Настич, Д.А. Крішко, В.О. Савенко</b> НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ПІДПІРНИХ СТІНОК СПЕЦІАЛЬНОГО ТИПУ ПРИ СКЛАДНИХ ДЕФОРМАЦІЯХ .....	150
<b>С.В. Шкіренко</b> ЗАСТОСУВАННЯ ТРУБОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ БАГАТОПОВЕРХОВОМУ БУДІВНИЦТВІ МЕТОДОМ ПІДЙОМУ ПОВЕРХІВ .....	157
<b>Ф.С. Школяр</b> ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК З ВИНЕСЕНИМ АРМУВАННЯМ .....	161
<b>А.М. Югов, В.В. Таран, Р.А. Таран</b> РАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ЖЕСТКИМ АРМИРОВАНИЕМ .....	166

Е.И. Албу, соискатель  
Д.С. Даниленко, соискатель  
Ю.А. Сёмина, аспирант  
В.М. Карцюк, д.т.н., проф.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

## НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, УСИЛЕННЫХ УГЛЕПЛАСТИКАМИ ПРИ НЕМНОГОПОВТОРНЫХ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

*Рассмотрена методика проведения испытаний образцов-балок без усиления и с усилением их углепластиками при воздействии циклической знакопостоянной и знакопеременной нагрузки.*

*Ключевые слова: железобетонные балки, углепластиковые волокна, методика расчета.*

**Введение.** Большое количество пролётных железобетонных конструкций зданий и сооружений, испытывающих воздействие малоцикловых повторных и знакопеременных нагружений, в пределах эксплуатационного уровня и выше находятся на стадии, близкой к исчерпанию несущей способности. Исходя из этого, в настоящее время учёные обратили внимание на комплексные системы усиления конструкций композиционными материалами на основе углеродных волокон ввиду их уникальных прочностных свойств.

Применение углепластиков позволяет не только повысить прочность и трещиностойкость таких конструкций, но и увеличить их жёсткость, тем самым продлить срок эксплуатации. Однако в отечественных и зарубежных нормах проектирования практически не учитывается влияние многократно повторного нагружения на работу усиленных углепластиками пролётных железобетонных конструкций, т.к. она остаётся ещё недостаточно изученной, особенно на приопорных участках. Исходя из этого, исследования в указанном направлении являются важными и актуальными.

**Обзор последних источников исследований и публикаций.** Изучению работы усиленной растянутой зоны нормальных и наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов посвятили свои работы такие известные отечественные ученые, как Б.А. Ашимов, Е.М. Бабич, А.Я. Барашиков, Е.М. Блали, З.Я. Блихарский [1, 2], О.П. Борисюк, Б.А. Боярчук, О.И. Валовой, И.В. Васильев, А.Г. Грановский, С.О. Гриневич, С.С. Давыдов, Д.И. Дубижанский [3], А. Касасбех, В.Г. Кваша [4], М.И. Кисилнер, М.Д. Климпуш, А.П. Конончук [5], А.П. Кричевский, С.А. Кричевский, А.И. Мальганов, Л. Лагода, Р. Котыня, И.В. Мельник, С.В. Мельник [6], Л.А. Мурашко, А.Я. Мурын, С.М. Новикова, О.В. Панченко [7], Ф.Н. Рабинович, Я.В. Рымар, А.К. Салех, М.Ю. Смолянинов, О.П. Сунак, П.О. Сунак, Г.К. Хайдуков, О.Л. Шилин и другие.

Очевидно, что наиболее перспективным и рациональным направлением усиления изгибаемых железобетонных элементов является их усиление без изменения расчётной схемы и напряжённого состояния конструкции. Начиная с 70 – 80-х годов прошлого столетия, активные исследования в этом направлении провели такие зарубежные учёные, как Е.З. Аксельрод, Al-Mahaidi, А. Нii, А.Ф. Бернадский, С.А. Бокарев, В.А. Клевцов, Д.В. Каргузов, Р. Котыня, М. Лагода, Михуб Ахмад, А.А. Неровных, О.А. Омельченко, А.В. Панков, Л.А. Панченко, В.А. Пшеничный, В.И. Римшин, В.П. Устинов, Ю. Хаютин, В.Л. Чернявский, А.А. Шилин, А.Г. Юрьев и другие.

Несмотря на проведенные указанными учёными исследования, расчёт прочности, трещиностойкости и деформативности усиленных углепластиками изгибаемых железобетонных элементов по нормальным и, особенно, наклонным сечениям ещё далёк от совершенства, тем более при циклическом действии нагрузки.

Исходя из этого, задача накопления экспериментальных данных, необходимых для уточнения расчётной схемы и дальнейшего совершенствования методики расчёта изгибаемых железобетонных элементов, усиленных внешним армированием из углепластиков, является достаточно актуальной.

**Цель исследования** – изучить комплексное влияние наиболее значимых конструктивных факторов на показатели прочности, трещиностойкости и деформативности приопорных участков пролётных железобетонных элементов при воздействии циклического (знакопостоянного и знакопеременного) нагружения с использованием системного подхода, а также экспериментально проверить целесообразность применения систем усиления углепластиками железобетонных конструкций, достигших аварийного состояния.

**Постановка задания.** В данной статье рассматривается методика проведения опытов по знакопеременному нагружению усиленных углепластиками железобетонных образцов-балок, ранее доведенных при такой же нагрузке до аварийного состояния, план эксперимента, исследуемые факторы и уровни их варьирования, а также приводится информация о планируемом усилении опытных образцов углепластиками для восприятия ими возросшей циклической нагрузки.

**Основной материал и результаты.** На основании априорной информации было установлено, что наибольшее влияние на несущую способность приопорных участков исследуемых элементов оказывают такие факторы внешнего воздействия, как величина пролёта среза (по терминологии А.С. Залесова и Ю.А. Климова [8]) и режимы нагружения опытных балок, а среди конструктивных – класс бетона и количество поперечного армирования. Характеристика исследуемых факторов и уровней их варьирования представлена в табл. 1.

**Таблица 1 – Характеристика исследуемых факторов, а также уровней их варьирования**

№ п/п, код	Натуральные значения	Уровни варьирования		
		« - »	« 0 »	« + »
X <sub>1</sub>	Относительный пролёт среза $a/h_0$	1	2	3
X <sub>2</sub>	Класс бетона C, МПа	C15/20 (B20)	C30/35 (B35)	C45/50 (B50)
X <sub>3</sub>	Коэффициент поперечного армирования $\rho_{sw}$ , (BpI)	0,0016 (2 Ø3)	0,0029 (2 Ø4)	0,0044 (2 Ø5)
X <sub>4</sub>	Режимы нагружения балок $\eta$	$\pm 0,50$ , 0...0,50	$\pm 0,65$ , 0...0,65	$\pm 0,80$ , 0...0,80

Поскольку исследуемые факторы могут влиять нелинейно на функцию выхода, то их целесообразно аппроксимировать полиномом второй степени. В связи с этим, серии опытов выполняются по четырёхфакторному трёхуровневому Д-оптимального плану Бокса В<sub>4</sub>, обеспечивающему одинаковую точность прогнозирования выходного параметра в области, описываемой радиусом, равным 1 (считая от нулевой точки).

Опытные образцы – это железобетонные балки прямоугольного сечения размерами 100×200 мм и длиной 1975 мм. Армированы они двумя плоскими сварными каркасами с симметричной продольной нижней и верхней арматурой: 4Ø14 А500С. Поперечная арматура на приопорных участках состоит из 2Ø3, 4, 5 ВрI, а на остальных участках – 2Ø6А240С. Конструкция и армирование образцов-балок приведены на рис. 1.

Для испытания опытных образцов-балок были запроектированы и изготовлены специальные универсальные силовые установки.

В I серии опытов опытные образцы-балки доводились до разрушения на приопорных участках или состояния, близкого к нему, при статическом пропорциональном однократном нагружении с целью выявить максимальную несущую способность их приопорных участков. Механизм трещинообразования и разрушения образцов-балок при данном характере нагружения приведен на рисунке 2.

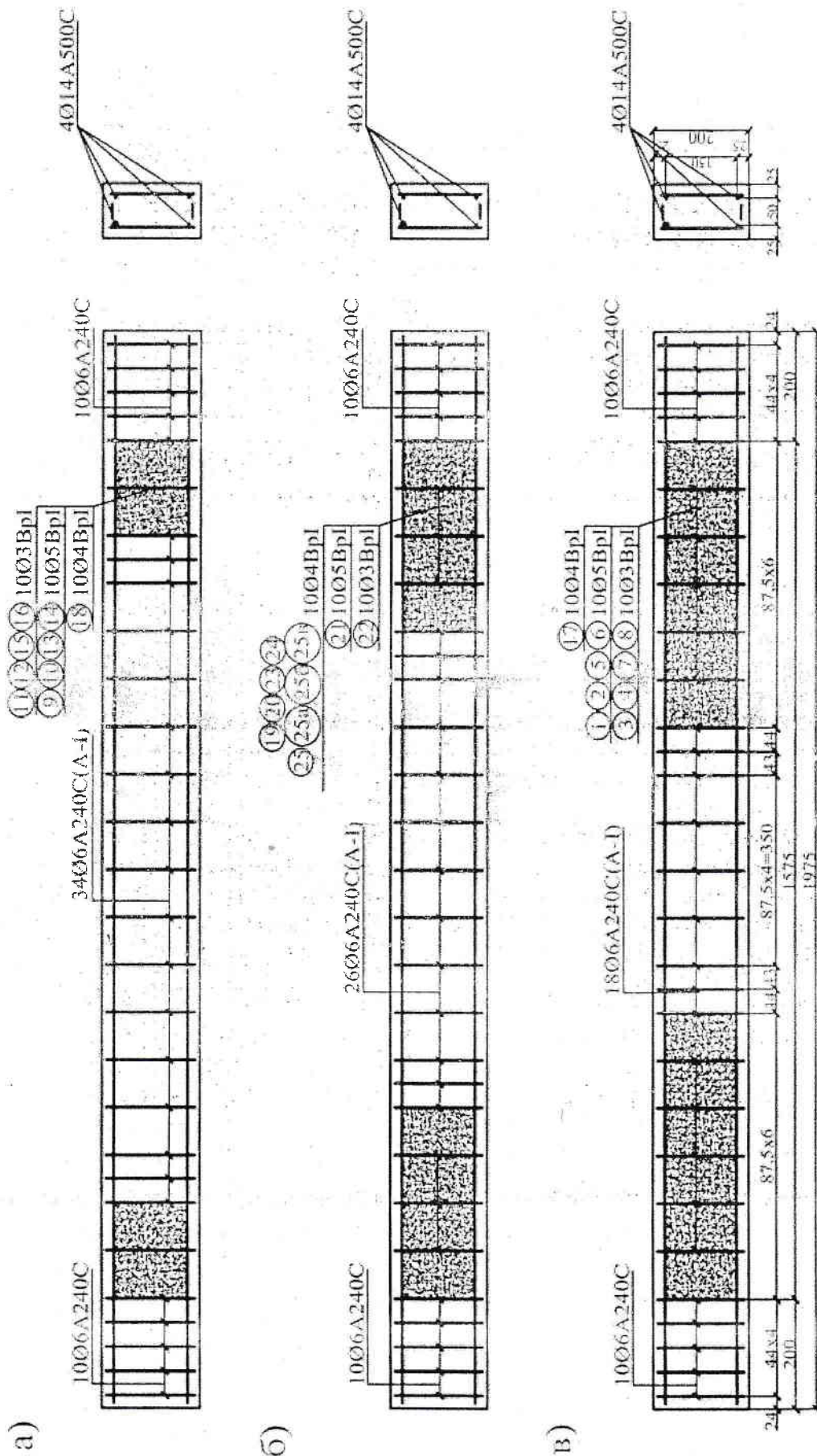
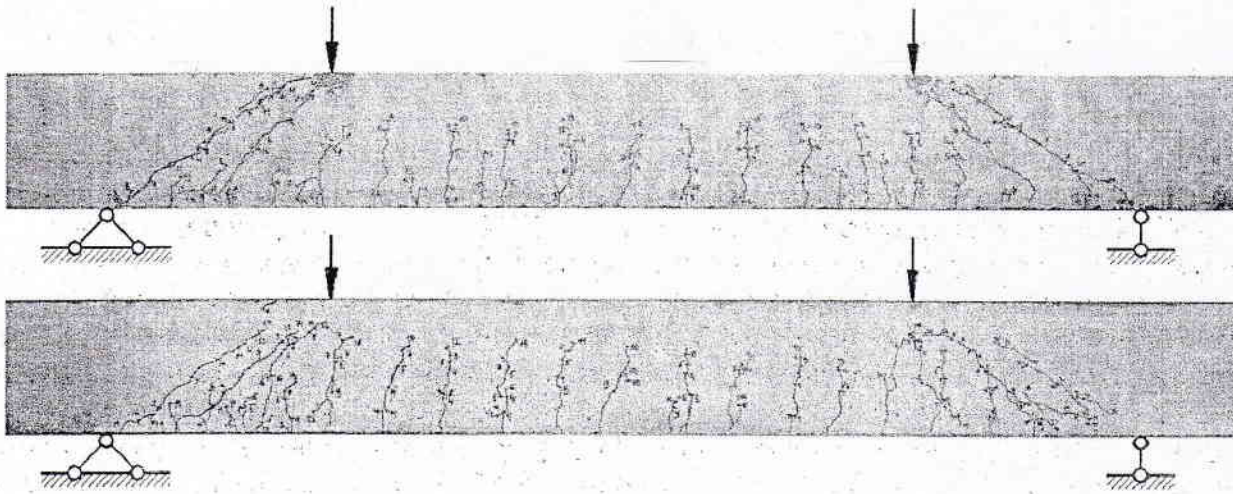
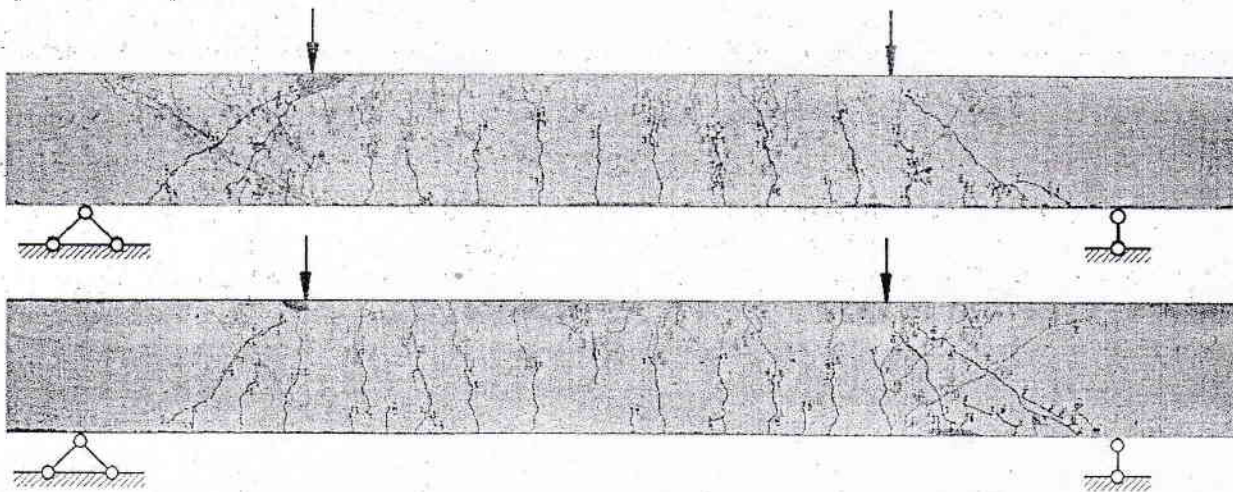


Рисунок 1 – Конструкція і армування опытных образцов-балок с малым (а), средним (б) и большим (в) пролётами среза (1 – номер опыта)



**Рисунок 2 – Механизм трещинообразования в опытном образце-балке со средним пролётом среза при статическом пропорциональном однократном нагружении**

Во II серии опытов проводились испытания аналогичных цельных изгибаемых железобетонных элементов при малоцикловом знакопеременном нагружении с режимами  $\pm 0,5 \dots \pm 0,8$  до стабилизации деформаций и последующем догрузении их до аварийного состояния образца, когда ширина раскрытия наклонных трещин достигала 0,8 мм. Механизм трещинообразования образцов-балок при данном характере нагружения приведен на рисунке 3.



**Рисунок 3 – Механизм трещинообразования в опытном образце-балке со средним пролётом среза при малоцикловом знакопеременном нагружении**

В III серии опытов мы намерены испытать исследуемые элементы малоцикловой знакопостоянной нагрузкой в режимах от  $0 \dots 0,5$  до  $0 \dots 0,8$  до стабилизации деформаций и напряжений с последующим догрузением до аварийного состояния образца.

В IV серии испытаний предполагается усилить повреждённые опытные образцы-балки внешним продольным и поперечным армированием углепластиковыми лентами или полотнами и произвести их повторное испытание малоцикловой знакопостоянной в режимах от  $0 \dots 0,5$  до  $0 \dots 0,8$  и знакопеременной нагрузкой в режимах  $\pm 0,5 \dots \pm 0,8$  от разрушающей до стабилизации деформаций с последующим догрузением до полного разрушения по наклонным или нормальным сечениям. Схема усиления образцов-балок углепластиковыми лентами приведена на рисунке 4.



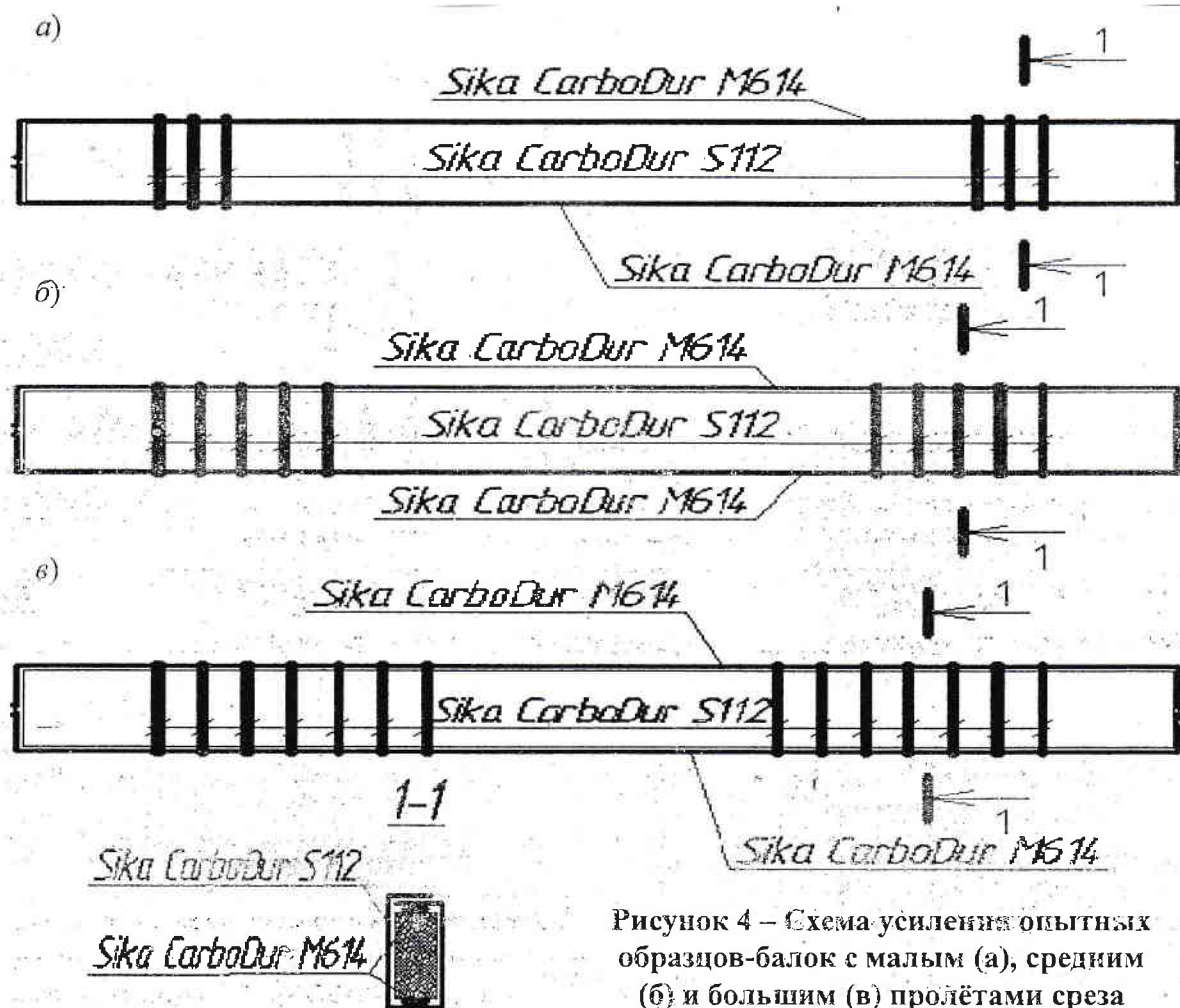


Рисунок 4 – Схема усиления опытных образцов-балок с малым (а), средним (б) и большим (в) пролётами среза

#### Выводы:

1. Анализ литературных источников и опубликованных результатов экспериментальных исследований показал, с одной стороны, что использование современных углепластиковых материалов является эффективным способом усиления как нормальных, так и наклонных сечений повреждённых изгибаемых железобетонных элементов, а, с другой стороны, проектирование такого усиления конструкций, достигших аварийного состояния, затруднено ввиду несовершенства как нормативных, так и известных авторских методик.

2. Запланированные исследования позволят экспериментально подтвердить возможность сохранения эксплуатационной пригодности балочных конструкций, достигших аварийного состояния, усовершенствовать инженерную методику их расчёта и соответствующий раздел норм проектирования.

#### Литература

1. Бліхарський Я.З. Міцність та деформативність залізобетонних колон, підсилені вуглецевою стрічкою / Бліхарський Я.З., Хміль Р.Є. // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка» Сер.: Теорія і практика будівництва. – 2013. – № 755. – С. 15–20.
2. Міцність залізобетонних балок, підсилені під навантаженням системою Ruredilxmeshgold / Йовчик О.Д., Країнський П.І., Вашкевич Р.В., Хміль Р.Є. Бліхарський З.Я. // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка» Сер.: Теорія і практика будівництва. – 2012. – № 737. – С. 133–138.
3. Дубіжанський Д.І. Теоретичне визначення міцності залізобетонних балок, підсилені залізобетонною обіймою за дії навантаження за інженерною методикою /

Д.І. Дубіжанський, Р.Є. Хміль, Я.З. Бліхарський // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка» Сер.: Теорія і практика будівництва. – 2012. – № 742. – С. 70–74.

4. Підсилення плоского монолітного залізобетонного перекриття багатопверхового житлового будинку з використанням наклеєних вуглепластиків / В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук, Ю.М. Собко, О.В. Панченко // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка» Сер.: Теорія і практика будівництва. – 2009. – № 655. – С. 126–132.
5. Конончук О.П. Робота нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів, підсилених композитними матеріалами за дії малоциклового навантаження: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. тех. наук: спец. 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» / О.П. Конончук. – Львів, 2013. – 20 с.
6. Мельник С.В. Робота підсиленіх за похилими перерізами згинальних елементів при малоциклових навантаження та удосконалення методики розрахунку: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» / С.В. Мельник. – Львів. – 20 с.
7. Панченко О.В. Гнучкі стержневі і клеєстержневі анкери при розширенні й підсиленні залізобетонних мостів / О.В. Панченко, В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук // Вестник Харьковського національного автомобільно-дорожнього университета: Сборник научных трудов. – Х.: ХНАДУ, 2012. – Вып. 57. – С. 46–53.
8. Залесов А.С. Прочность железобетонных конструкций при действии поперечных сил / А.С. Залесов, Ю.А. Климов. – К.: Будівельник, 1989. – 105 с.

К.І. Албу, здобувач

Д.С. Даниленко, здобувач

Ю.А. Сьоміна, аспірант

В.М. Карпюк, д.т.н., проф.

Одеська державна академія будівництва та архітектури

## НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПОСИЛЕНИХ ВУГЛЕПЛАСТИКАМИ ПРИ НЕБАГАТОПОВТОРНИХ ЦИКЛІЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Розглянуто методику проведення випробувань зразків-балок без посилення та з посиленням їх вуглепластиками при дії циклічного знакопостійного та знакозмінного навантаження.

**Ключові слова:** залізобетонні балки, вуглепластикові волокна, методика розрахунку.

E.I. Albu, competent

D.S. Danilenko, competent

J.A. Syomina, post-graduate student

V.M. Karpyuk, doctor of science, prof.

Odessa State Academy of Building and Architecture

## BEARING CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE BEAMS, REINFORCED WITH CARBON PLASTICS UNDER THE ACTION OF CYCLIC LOADS

This paper is devoted to technique of tests conducting of specimens-beams with the carbon fiber reinforcement and without the carbon fiber reinforcement under cyclic loading.

**Keywords:** reinforced concrete beams, carbon plastic fibers, calculation methodology.

Надійшла до редакції 12.09.2014

© Е.И. Албу, Д.С. Даниленко, Ю.А. Сьоміна, В.М. Карпюк