

ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

СЕМІРНЕНКО ЮРІЙ ІВАНОВИЧ

УДК 624.072.2

**РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО
СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК**

Спеціальність 05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі
та споруди

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 1998

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Сумському державному аграрному університеті (СДАУ) Міністерства агропромислового комплексу України.

Науковий керівник -

доктор технічних наук, професор

Фомиця Леонід Миколайович,

завідуючий кафедрою будівельних конструкцій

Сумського державного аграрного університету.

Офіційні опоненти:

- доктор технічних наук, професор

Пустовойтов Володимир Павлович,

завідуючий кафедрою будівельної механіки

Харківської державної академії міського господарства;

- кандидат технічних наук,

старший науковий співробітник

Азізов Талят Нуредінович,

директор Сумського центру наукових досліджень

і проектування промислових будинків і споруд.

Провідна установа - Харківський державний технічний

університет будівництва та архітектури

Міносвіти України.

Захист відбудеться "12" листопада 1998 р. о 13³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 02.15.05 Харківської державної академії залізничного транспорту за адресою: 310050, м. Харків, пл. Фейербаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківської державної академії залізничного транспорту.

Автореферат розісланий "12" жовтня 1998 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради,

к.т.н. , доцент

Є.М. Єрмак

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Значні обсяги виробництва залізобетонних конструкцій в будівництві роблять актуальною задачу зниження витрат матеріалів, особливо сталі, та економії енергозатрат на виготовлення конструкцій. Особливої уваги заслуговують залізобетонні балки та інші елементи, що працюють на згин, в яких економія сталі пов'язана з використанням високоміцної арматури, що викликає необхідність в її попередньому напруженні. Технологія попереднього напруження є енергозатратною, крім того вона проблематична при використанні неметалевої (синтетичної) високоміцної арматури.

Регулювання напружень та деформацій балок в процесі їх навантаження та експлуатації за допомогою спеціальних регулюючих пристроїв, що входять до складу балок, на нашу думку, може бути альтернативою попередньому напруженню. Такі пристрої включаються в роботу на короткий час за весь період роботи балки, тому потребують обмаль енергії, окрім того поліпшують роботу балки, що дозволяє знизити витрати арматури за конструктивними вимогами, та призначеної для сприймання попереднього напруження. Тому розробка принципів регулювання напружено-деформованого стану залізобетонних балок є актуальною задачею.

Зв'язок роботи з науковими програмами.

Виконана робота є одним з етапів досліджень, що проводяться кафедрою будівельних конструкцій Сумського державного аграрного університету за темою “Розробка методів оцінки працездатності та посилення будівельних конструкцій за складних умов експлуатації”.

Мета роботи: пошук нових шляхів регулювання напружень та деформацій залізобетонних елементів, що працюють на згин, на стадіях виготовлення, навантаження та експлуатації для забезпечення зменшення витрат енергії при збереженні надійності.

Задачі, що вирішуються в роботі:

- провести аналіз напружено-деформованого стану балки з залученням елементів теорії пружності та сучасних методів із застосуванням ЕОМ, а саме - метода кінцевих елементів;
- перевірити можливість зменшення армування різних зон та перерізів балки, що застосовується в типових серіях, з використанням регулюючих пристроїв;
- запропонувати нові схеми забезпечення тріщиностійкості балок на основі регулювання напружень та деформацій;
- розробити схеми виконавчих механізмів для регулювання напружено - деформованого стану балок;
- провести експериментальні дослідження балок з регулюванням напружень та деформацій.

Наукова новизна роботи :

- запропоновані нові схеми та пристрої регулювання напружень та деформацій в залізобетонних балках;

- розроблена методика випробовування залізобетонних балок з регулюванням напружень та деформацій;
- експериментально підтверджена можливість регулювання деформацій розтягнутої зони та напружень в приопорних зонах балки за допомогою механізмів;
- вказані можливості розширеного використання високоміцної неметалевої арматури в балках при застосуванні регулюючих пристроїв;
- розроблені пропозиції щодо використання балок з механізмами регулювання напружено - деформованого стану.

Практичне значення роботи полягає в тому, що запропоновані принципи конструювання балок з механізмами регулювання, методики їх розрахунку забезпечують можливість проектування та використання ефективних балок з регулюючими механізмами, що дозволяє значно зменшити енергозатрати на попереднє напруження арматури, використовувати для армування балок високоміцні синтетичні матеріали, спростити технологію виготовлення балок.

Запропонована методика регулювання деформацій використана при посиленні монолітного залізобетонного покриття Кролевецького хлібзаводу, конструкція балки з регулюючими механізмами схвалена та прийнята до впровадження Сумським АТ “Сумзалізобетон”.

Особистий внесок здобувача представлений:

- розробкою ідеї створення балки з регулюванням НДС;
- пропозиціями схем механізмів регулювання з використанням зовнішніх джерел енергії та енергії деформування балки під дією навантаження;
- методикою випробування балок з регулюючими механізмами;
- розробкою конструкції балки, армованої синтетичною арматурою з регулюванням деформацій.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи, а також результати проведених досліджень доповідались на: міжнародній науково-практичній конференції “Совершенствование строительных материалов, технологий и методов расчета конструкций в новых экономических условиях” (м. Суми, 1994 р.), міжнародній конференції “Ресурсо - и энергосберегающие технологии строительных материалов, изделий и конструкций” (м. Белгород, 1995 р.), міжнародній конференції “Инженерные проблемы современного бетона и железобетона” (м. Мінськ, 1997 р.), науково-практичних конференціях професорсько - викладацького складу СДАУ (1995 - 1998 р.).

Публікації. Оpubліковано 11 робіт, із них 9 - за темою дисертації.

Обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків і містить 172 сторінки друкованого тексту, в тому числі: 43

рисунки, 12 таблиць, 22 сторінки додатків. Список використаних джерел містить 117 робіт.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована необхідність проведення розробки та дослідження регулювання напружено-деформованого стану в залізобетонних балках, актуальність роботи, викладені мета, задачі досліджень, її наукова та практична цінність.

В першому розділі проаналізовані праці вітчизняних та зарубіжних вчених, які присвячені теоретичному та експериментальному вивченню способів напруження сталюї та синтетичної арматури, регулюванню напружено-деформованого стану будівельних конструкцій, викладений огляд основних питань, необхідних для створення методів та механізмів регулювання напружень та деформацій в залізобетонних балках. Наведені переваги та недоліки основних способів напруження залізобетонних конструкцій. Були при цьому використані роботи Абовського Н.П., Бон-даренка В.М., Вахненка П.Ф., Гийона І., Гольденבלата І.І., Зеленського К.В., Іванова О.М., Леонгардта Ф., Мадатяна С.А., Маиляна Р.Л., Маньеля Г., Мельникова М.П., Михайлова В.В., Погребного Я.Ф., Пустовойтова В.П., Фомиці Л.М., Фролова М.П., Шагіна О.Л.

В зазначених роботах найбільша увага приділялась основним методам попереднього напруження арматури, шпренгельним та локальним методам регулювання деформацій та напружень.

З іншого боку попереднє напруження залізобетонних балок, як видно з аналізу, приводить до значних витрат енергії, та затрат коштів на виготовлення матеріаломістких силових форм та спеціальних стендів. Сформульовані основні задачі досліджень.

У другому розділі розглянуті теоретичні основи регулювання напружень в залізобетонних балках.

Використовуючи елементи теорії пружності та метод кінцевих елементів, зроблено аналіз напруженого стану кожного кінцевого елемента балки спочатку в пружній стадії, а потім з врахуванням фізичної нелінійності бетону.

Одержані результати порівняні з результатами розрахунку балки за нормами та з фактичним розташуванням арматури типової балки БСП9.2-7АШв за типовою серією 1.462.1-10/89. При цьому враховані конструктивні вимоги з мінімального армування, встановлення діаметрів арматури при конструюванні каркасів, правил виконання відгинів та розташування поперечної арматури, армування приопорних та анкерних зон, тощо. Було враховано також, яка арматура сприймає лише зусилля попереднього напруження, тобто від якої арматури можна відмовитись, якщо арматура попередньо не напружується. Визначено також величину та напрямок дії головних напружень в кожному кінцевому елементі балки, що дало змогу дослідити характер найбільш доцільного розміщення розтягнутої арматури. Таким чином створено

ідеалізовану схему армування балки з розрахунку сприйняття арматурою лише розтягуючих зусиль та, в крайньому разі, забезпечення мінімального відсотку армування. Встановлено, що економія арматурної сталі при такому армуванні балок в залежності від прогону, складає 8-15%.

Відмова від попереднього напруження компенсується регулюванням деформацій в розтягнутій арматурі за допомогою механізмів, що забезпечують тріщиностійкість та зменшення прогину балки. Така схема армування може бути виконана також з застосуванням синтетичної арматури, яка має підвищену деформативність при високій міцності.

Розглянуті доцільні схеми регулювання зусиль та деформацій. Сформульовані основні передумови, що враховуються при розробці таких схем:

- механізми регулювання включаються в роботу короткочасно, лише у випадках перевищення нормативних значень деформацій;
- механізми регулювання повинні бути легкими, простими та дешевими;
- досягнутий рівень деформацій при регулюванні не повинен залежати від стану джерел енергії;
- переважно за джерело енергії для регулювання мати енергію навантаження балки.

Якщо слідувати цим передумовам, то відпадає потреба напружувати арматуру зразу до високих рівнів, що викликає значні втрати напружень. Достатньо забезпечити на кожному етапі регулювання лише необхідний для тріщиностійкості рівень. Поетапне регулювання дає не тільки економію енергії, але полегшує роботу перерізів балки.

Пропонуються такі схеми регулювання напружень та деформацій балок:

- з гідравлічним приводом;
- з важільним механізмом;
- з ручним приводом;
- з пневматичним приводом;
- з електричним приводом.

Схеми з гідравлічним приводом та важільним механізмом можуть працювати без зовнішніх джерел енергії, використовуючи енергію навантаження балки. Найбільш доцільною вибрана гідравлічна схема без використання зовнішньої енергії (див. рис.1).

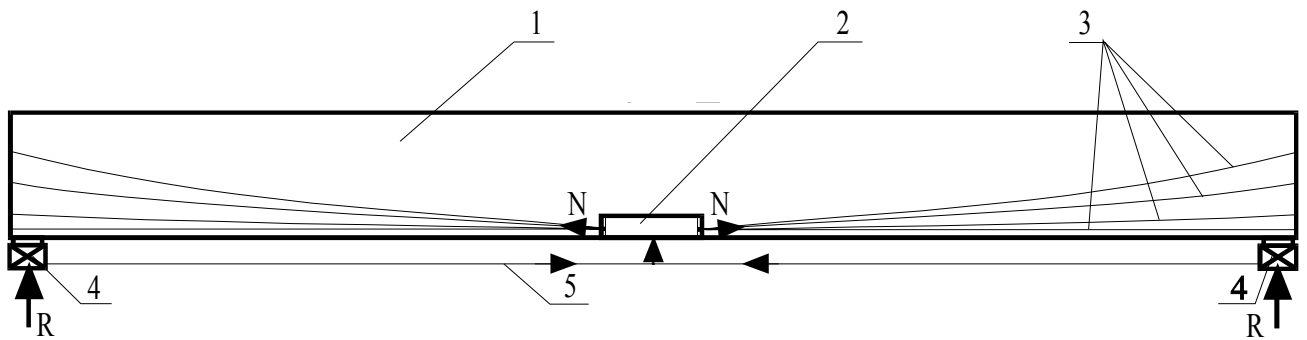


Рис. 1 Схема балки з регулюванням напружень та деформацій без використання зовнішньої енергії

1 - балка; 2 - стягуючий домкрат; 3 - напружувана арматура; 4 - опорні домкрати;
5 - гідропровід

В цій схемі напруження арматури, з метою зменшення прогинів, виконується з використанням енергії зовнішнього навантаження за рахунок роботи переміщення балки на опорах. Співвідношення діаметрів поршнів домкратів і їх хід повинні підбиратися із співвідношення зусиль в напружуваній арматурі і опорних реакцій.

Очевидно, діаметр поршня опорного домкрату d_{on} і діаметр поршня натяжного домкрату d_n повинні бути в співвідношенні:

$$\left(\frac{d_{on}}{d_n} \right)^2 = \frac{R}{N} = \frac{2Z}{L}, \quad (1)$$

де Z - плече внутрішньої пари;

L - прогін балки

Просідання опорних домкратів визначається із співвідношення об'ємів рідини.

Виходячи з цього співвідношення, можна розрахувати величини переміщень опор, необхідних для забезпечення регулювання деформацій балки. Якщо виходити із забезпечення умов нормального розкриття тріщин, можна, використовуючи методику норм (СНиП 2.03.01-84) визначити напруження в арматурі, при яких такі тріщини з'являться.

$$\sigma_s = \frac{a_T E_s}{20(3,5 - 100\mu\sqrt{10d})} \quad (2)$$

де a_T - ширина розкриття тріщин, мм;

E_s - модуль деформації арматури;

μ - коефіцієнт армування перерізу;

d - діаметр арматури, мм

В схемі балки (рис.2) регулювання прогину відбувається за рахунок збільшення тиску робочої рідини в гідросистемі, в наслідок чого плунжер натяжного домкрату переміщується й збільшує напруження в арматурі.

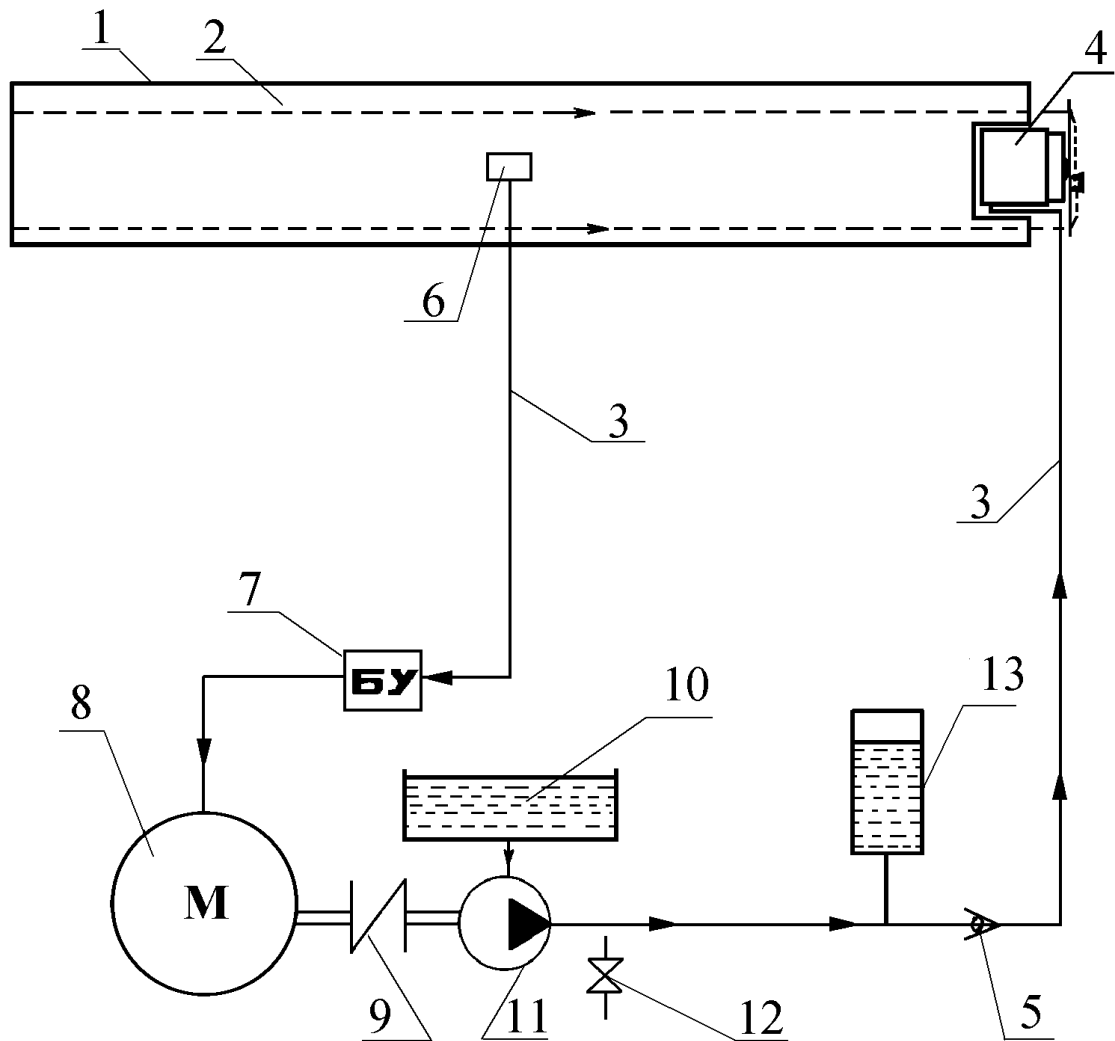


Рис.2 Схема балки з регулюванням напружень та деформацій з використанням зовнішньої енергії

1 - балка; 2 - напружувана арматура; 3 - гідропроводи;
 4 - натяжний домкрат; 5 - клапан; 6 - датчик; 7 - блок керування; 8 - електродвигун;
 9 - з'єднувальна муфта; 10 - бак для робочої рідини; 11 - гідронасос; 12 - вентиль;
 13-гідропневмоакумулятор

Для підтримання тиску в системі установлений гідропневмоакумулятор. Величина прогину балки, при якому включається в роботу регулююча схема, задається. Приведена схема не потребує багато енергії, тому джерело живлення її може бути автономним. Працює схема в автоматичному режимі.

Третій розділ присвячений експериментальним дослідженням залізобетонних балок з регулюванням напружень та деформацій. Для цього використовувались натурні зразки балок БСП9.2-7АШв прогоном 9 м, та балка, заармована синтетичною арматурою.

Мета експерименту полягає в перевірці роботи балки-механізму, відпрацюванню пристроїв та обладнання, призначених для регулювання зусиль та деформацій, перевірки теоретичних даних. Випробуванню підлягало два зразки балок:

- типова натурна конструкція БСП9.2-7А-Шв;
- модернізована конструкція, виготовлена з тими ж геометричними та фізичними характеристиками, але армована синтетичною арматурою з ошлангованого скложгута.

Балка оснащена гідравлічною системою для регулювання деформацій синтетичної арматури, як з зовнішнім джерелом енергії, так і з використанням енергії просідання балки на опорах.

Проведенню експерименту передувало визначення фізико-механічних властивостей матеріалів, з яких складаються експериментальні зразки. Перевірялась міцність бетону, випробовувалась склопластикова арматура, перевірялось зчеплення синтетичної арматури з бетоном. Результати випробувань показали, що міцність бетону відповідає проектному класу В30, однорідність, перевірена ультразвуковим методом, досить висока - середньоквадратичне відхилення не перевищує 10 %. Випробування синтетичної арматури (ошлангованого скложгута) показали, що її міцність становить 1600 МПа, модуль пружності - 52000 МПа. Після перевірки зчеплення арматури з бетоном було зроблено висновок, що можлива укладка синтетичної арматури до бетонування без утворення каналів. Була відпрацьована та випробувана надійна конструкція кінцевих анкерів для вказаної арматури.

При випробуванні балок деформації вимірювались тензорезисторами, переміщення - прогиномірами та індикаторами часового типу, деформації склопластикової арматури - тензомерами Гугенбергера. Гідравлічна система для навантаження включала домкрати та насосну станцію. Схема регулювання деформацій з використанням зовнішньої енергії була автоматичною і включала натяжний домкрат, систему живлення, блок керування, датчик контролю прогину. Схема, в якій використовувалась енергія навантаження балки, передбачає єдину гідравлічну мережу для опорних домкратів та натяжного домкрата.

Результати експериментальних досліджень підтвердили теоретичні дані щодо напружень та деформацій типової балки. Балка БСП9.2- 7АШв відповідає стандартним уявленням, тобто прогини наростають нелінійно від росту навантажень.

На рис. 3-4 показано графіки росту прогинів балок, армованих синтетичною арматурою з регулюючими механізмами, в залежності від навантажень.

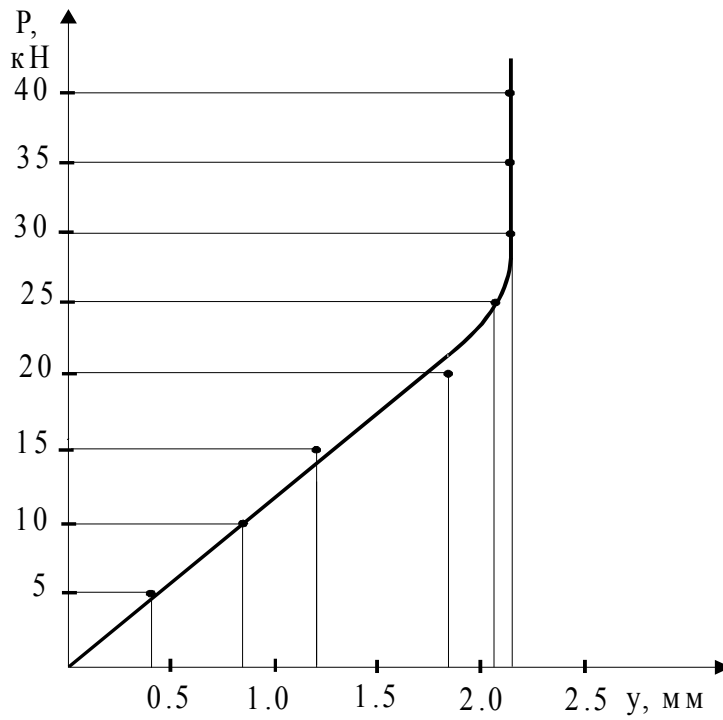


Рис. 3 Графік залежності прогинів від навантажень балки з регулюванням (без використання зовнішньої енергії).

Як видно з графіків, за допомогою регулювання можна встановити будь-яку величину прогину й забезпечити її автоматичну підтримку в процесі роботи балки, не зважаючи на підвищену деформативність синтетичної арматури.

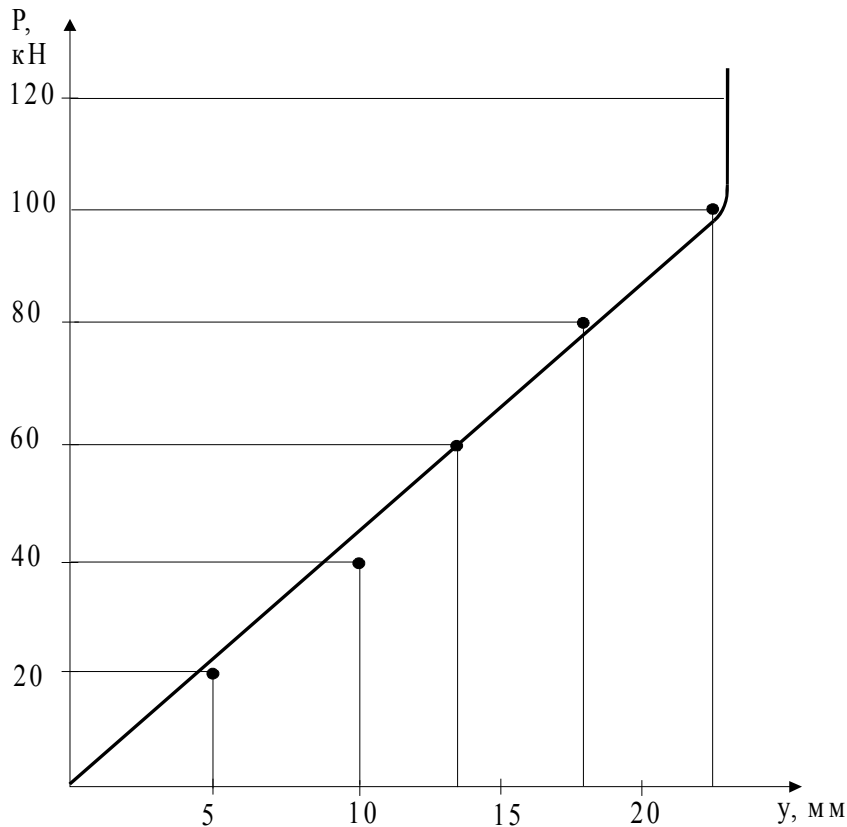


Рис. 4 Графік залежності прогинів від навантажень балки з регулюванням (з використанням зовнішньої енергії)

Експериментально підтверджена працездатність гідравлічної системи регулювання деформацій як з використанням зовнішнього джерела енергії, так і без зовнішнього джерела енергії, відпрацьовані параметри системи та методика підбору опорних та натяжних домкратів.

В четвертому розділі даються принципи конструювання та використання в виробництві балок з механізмами регулювання напружень та деформацій. Показані особливості виготовлення таких балок, сформульовані вимоги до конструкцій та технології їх виробництва з врахуванням вимог будівельних норм (СНиП), “Рекомендацій по расчету конструкций со стеклопластиковой арматурой” та “Указаний по предварительному напряжению железобетонных конструкций”.

Розроблена конструкція балки з гідравлічною системою регулювання напружень та деформацій розтягнутої арматури, в якій використовуються плоскі домкрати, завдяки чому забезпечується мала висота та збільшена робоча площа домкрата, мала маса, повна герметичність, простота конструкцій та низька собівартість. Приводиться методика розрахунку таких домкратів. Запропонована конструкція балки схвалена та прийнята для впровадження АТ “Сумзалізобетон” та “Будіндустрія” Сумського обл-агробуду, де виготовлялися дослідні зразки балок.

Запропоновані в дисертації принципи регулювання деформацій були використані також для посилення монолітного залізобетонного покриття Кролевецького хлібзаводу. Це дало змогу відмовитись від нанесення захисного шару бетону на поверхню плити (застосовувалась синтетична арматура), а також дало змогу підтяжки арматури, при необхідності, в процесі експлуатації.

Показано також приклади використання запропонованих методів регулювання зусиль та деформацій в інших галузях техніки.

Економічна ефективність розробок автора показана на прикладі розробки залізобетонних балок з прогоном 9 м. При цьому враховані додаткові затрати на виготовлення регулюючих механізмів, їх експлуатацію в протиставленні з затратами, які йдуть на попереднє напруження арматури з врахуванням його втрат, на силове спорядження металоформ та стендів, нераціональне армування та інше.

Показано, що використання балок з регулюванням деформацій стає економічно доцільним при прогонах 18 і більше метрів.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу сучасних методів регулювання напружено-деформованого стану залізобетонних балок зроблено висновок про доцільність розробки спеціальних механізмів, що включають в конструкцію балок для регулювання напружень та деформацій в процесі експлуатації з метою забезпечення тріщиностійкості.

2. Регулювання деформацій арматури забезпечує можливість широкого використання високоміцної сталеві та неметалевої (низькомодульної) арматури для армування балок.

3. Проведений за допомогою метода кінцевих елементів аналіз напружено-деформованого стану залізобетонної балки БСП9.2-7АШв дав змогу дати пропозиції щодо економії арматури при використанні регулювання напружень та деформацій.

4. Запропоновані нові схеми регулювання напружень та деформацій балок шляхом використання спеціальних механізмів, що працюють в процесі навантаження та експлуатації балок, або в разі зростання деформацій в найбільш небезпечних зонах.

5. Розроблені схеми регулювання, що використовують зовнішні джерела енергії, а також внутрішню енергію під дією навантаження.

6. Розроблені схеми виконавчих механізмів: з ручним приводом, важільним, електроприводом, гідро- та пневмоприводом; а також схеми автоматизованого управління їх роботою.

7. На основі проведених експериментальних досліджень запропонована конструкція залізобетонної балки прогоном 9 м з гідравлічною системою регулювання напружень та деформацій, що використовує енергію роботи балки під навантаженням.

8. Проведені експериментальні дослідження по застосуванню синтетичної арматури в балках з регулюючими механізмами. Результати досліджень використані при посиленні монолітного залізобетонного покриття Кролевецького хлібзаводу.

9. Дослідження економічної ефективності підтвердили доцільність використання механізмів регулювання для балок значних прогонів.

Основні положення дисертації опубліковані в роботах:

1. Фомиця Л.М., Семірненко Ю.І. Саморегулюючі конструкції // Вісник Сумського державного аграрного університету. - Суми: Вид. "Козацький вал". -1998. - № 2. С.134-136.
2. Семірненко Ю.І. Регулювання деформацій склопластикової арматури при напруженні на бетон без каналоутворювачів // Вісник Сумського державного аграрного університету. - Суми: Вид. "Козацький вал". -1998. - № 2. С.121-122.
3. Фомиця Л.М., Семірненко Ю.І. Напруження неметалевої арматури в балках // Зб. наук. статей "Проблеми теорії і практики залізобетону". - Полтава: Вид. Полт.ДТУ - 1997. - С. 462.
4. Семірненко Ю.І., Довжик М.Я. Регулювання зусиль та деформацій в широкозахватних сільськогосподарських машинах // Вісник Сумського державного аграрного університету. - Суми: Вид. "Козацький вал". -1998. - № 2. С.317-318.
5. Семірненко Ю.І., Луцковский В.Н., Фомиця Л.Н. Обеспечение жесткости изгибаемых конструкций с неметаллической арматурой // Материалы Междунар. конф. "Инженерные

проблемы современного бетона и железобетона”. - Том 1, ч. 2. - Минск: БелНИИС -1997. - С. 126-128.

6. Фомица Л.Н., Луцковский В.Н., Семирненко Ю.И. Контроль уровня напряженного состояния строительных конструкций, находящихся в эксплуатации // Материалы Междунар. конф. “Инженерные проблемы современного бетона и железобетона”. - Том 1, ч. 2. - Минск: БелНИИС -1997. - С. 210-213.
7. Семирненко Ю.И., Лютенко А.Н. Применение неметаллической арматуры в железобетонных балках // Сб. докл. Междунар. конф. “Ресурсо- и энергосберегающие технологии строительных материалов, изделий и конструкций”. - Ч. 2. - Белгород: Изд. БелГТАСМ. - 1995. - С. 71-72.
8. Фомица Л.Н., Семирненко Ю.И. Регулирование напряжений и деформаций в железобетонных балках // Материалы межд. научно-практической конференции “Совершенствование строительных материалов, технологий и методов расчета конструкций в новых экономических условиях”. - Сумы: ИПП “Мрия”. -1994. - С.109.
9. Семірненко Ю.І., Циганенко Г.М. Новий метод армування залізобетонних балок // Матеріали наук. конф. “Напрямки підвищення продуктивності та якості сільськогосподарської продукції”. - Суми: Вид. ССГІ. - 1996. - С. 195.

АНОТАЦІЯ

Семірненко Ю.І. Регулювання напружено - деформованого стану залізобетонних балок. Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі та споруди. - Харківська державна академія залізничного транспорту, Харків, 1998.

Дисертація присвячена розробці методів регулювання напружено-деформованого стану залізобетонних балок з метою забезпечення економії енергозатрат, витрат арматури при умові забезпечення тріщиностійкості та надійності. Запропоновані механізми, що використовують зовнішні джерела енергії, а також внутрішню енергію балки під дією навантаження.

Ключові слова: регулювання напружень, деформації, залізобетон, арматура, напруження, балка.

Семирненко Ю. И. Регулирование напряженно - деформированного состояния железобетонных балок. Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23. 01 - строительные конструкции, здания и сооружения. - Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 1998.

Диссертация посвящена разработке методов регулирования напряженно-деформированного состояния железобетонных балок с целью обеспечения экономии энергозатрат, расхода арматуры при условии обеспечения трещиностойкости и надежности. Предлагаемые механизмы используют внешние источники энергии, а также внутреннюю энергию балки под действием нагрузки.

Ключевые слова: регулирование напряжений, деформации, железобетон, арматура, напряжение, балка.

Semirnenko U. I. Regulation of a condition of voltage and strain of ferro-concrete beams. The manuscript.

Thesis is on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.23. 01 - Building constructions, building and structure. - Kharkov state academy of a railway transport, Kharkov, 1998.

The thesis is devoted to development of methods of regulation of a condition of voltage and strain of ferro-concrete beams with the purpose of maintenance of economies of the power costs, costs of the fixture under condition of maintenance of stability to formation of cracks and reliability. The offered mechanisms use external power sources, and also internal energy of a beam under an operation of a load.

Key word: regulation of voltages, strain, ferro-concrete, fixture, voltage, beam.

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО
СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК

СЕМІРНЕНКО ЮРІЙ ІВАНОВИЧ

Відповідальний за випуск
Семірненко С.Л.

Підписано до друку 8. 10. 1998. Зам. № 47

Формат 60x84 1/16. Папір для розмножувальних апаратів.

Уч.-вид.Арк.1.0.Тираж 100 прим.

Вид. Сумського державного аграрного університету

Адреса: 244030, м. Суми, вул. Петропавлівська, 57