

**ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

МОЛДАВСЬКА ТЕТЯНА АНАТОЛІЇВНА

УДК 624.016:539.4

**НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ ТА ГРАНИЧНИЙ
СТАН СТАЛЕБЕТОННИХ СКЛЕПІНЬ**

Спеціальність 05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі та споруди

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 1997



00737627 (W)

AB 39.015

Робота виконана на кафедрі будівельної механіки та гідравліки Харківської державної академії залізничного транспорту міністерства транспорту України.

Науковий керівник -

доктор технічних наук, професор
Чихладзе Елгуджа Давидович,
завідуючій кафедрою будівельної механіки та гідравліки Харківської державної академії залізничного транспорту.

Офіційні опоненти:

- доктор технічних наук, професор
Астанін В'ячеслав Валентинович,
професор кафедри теоретичної та прикладної механіки Київського інституту інженерів залізничного транспорту;
- кандидат технічних наук, доцент
Молодченко Геннадій Анатолійович,
завідуючий кафедрою будівельних конструкцій Харківської державної академії міського господарства

Провідна установа - Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури міністерства освіти України

Захист відбудеться ' 25 ' врудня 1997 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 02.15.05 Харківської державної академії залізничного транспорту за адресою: 310050, м. Харків, пл. Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківської державної академії залізничного транспорту за адресою: 310050, м. Харків, пл. Фейєрбаха, 7.

Відзиви на автореферат у двох примірниках, засвідчені печаткою, просимо надсилати на ім'я вченого секретаря.

Автореферат розісланий 22 листопада 1997 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат технічних наук,
доцент

Єрмак Є.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження. Зниження ресурсомісткості будівництва може бути досягнуто на основі освоєння і удосконалення нових ефективних видів конструкцій з армованого бетону, до яких належать і конструкції з зовнішнім армуванням листовою сталлю (сталебетонні).

Застосування сталевобетонних конструкцій дозволяє значно поліпшити показники матеріаломісткості, вартості та трудоемкості будівництва, що досягається завдяки багатофункціональному викристанню сталевих листів: застосування у вигляді елементів опалубки, закладних деталей, поєднання функції робочої арматури з захисними та ізоляційними функціями; компактне розміщення біля зовнішньої кромки елемента, який згинається; здатність листа сприймати розтягуючі зусилля одночасно у всіх напрямках.

Найбільший ефект від зовнішнього армування досягається у елементів, що випробовують плоский напружений стан. Сталевий лист працює в умовах двохосового розтягу, завдяки чому підвищується жорсткість та несуча здатність елемента у порівнянні з аналогічними залізобетонними.

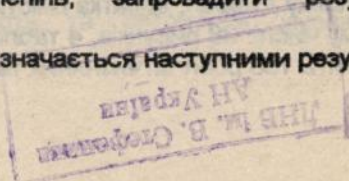
Впровадження таких елементів утрудняється у зв'язку з недостатньою розробкою засобів розрахунку та проектування з урахуванням особливостей армування та можливої схеми руйнування.

Для удосконалювання та більш широкого розповсюдження у практиці будівництва необхідний подальший розвиток теорії та засобів розрахунку елементів з зовнішнім листовим армуванням при короткоточасному статичному навантаженні.

Мета дисертаційної роботи полягає у зниженні матеріаломісткості та трудомісткості будівництва на основі дослідження і удосконалювання конструкцій сталевобетонних склепінь шляхом розробки теорії та засобів їх розрахунку.

Задачі дослідження - розробити математичний апарат розрахунку склепіння з зовнішнім листовим армуванням з урахуванням деформування сталевих листів і бетону в умовах плоского деформованого стану, оцінити вплив деформацій зсуву між бетоном та сталевим листом на напружено-деформований стан, дослідити несучу здатність сталевобетонних склепінь, запровадити результати у будівництво.

Наукова новизна роботи визначається наступними результатами:



- розроблена та експериментально обґрунтована методика розрахунку сталобетонних склепінь при короткочасному навантаженні з урахуванням нелінійності деформування і тріщиноутворення бетону в умовах плоского неоднорідного деформованого стану, пластичних деформацій сталевих листів, податливості об'єднання листа з бетоном,

- на основі метода граничної рівноваги розроблена методика оцінки несучої здатності сталобетонних склепінь,

- експериментально вивчений характер деформування сталобетонних арок у процесі статичного короткочасного навантаження, розвитку пластичних деформацій в сталевому листі та тріщиноутворення в бетоні.

Практична цінність. Використання у практиці будівництва сталобетонних склепінь дозволяє підвищити їх несучу здатність у порівнянні з залізобетонними при однаковому видатку робочої арматури та інших рівних умовах. При рівній несучій здатності та однаковій витраті на армування робоча висота та власна вага сталобетонного склепіння менш аналогічних величин залізобетонного.

Впровадження. Методика розрахунку і конструкції сталобетонних склепінь впроваджені у проектних рішеннях будівництва об'єктів ПО "Завод імені Малишева", проектного інституту "Харківтрансмашпроект", проектного інституту "Метропроект" м. Харкова.

Апробація роботи. Результати теоретичних та експериментальних досліджень доповідалися на науково-технічних конференціях Харківської державної академії залізничного транспорту, наукових читаннях, присвячених 25-річчю Белгородської державної технологічної академії будівельних матеріалів, міжнародній конференції "Промисловість будматеріалів та будіндустрія, енерго- та ресурсозберігання в умовах риночних відносин" в м. Белгороді, міжнародній учбово-методичній конференції "Методичні питання викладання графічних дисциплін по програмі вуз-технікум. Прикладна геометрія" у м. Алушті, Ювілейній міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми теорії й практики залізобетону", присвяченій 100-річчю з дня народження д-ра техн. наук, проф. М. С. Торяника, IV Міжнародній науково-практичній конференції "Сучасні проблеми геометричного моделювання" у м. Мелітополі.

Публікації. По темі дисертації опубліковано 12 друкованих робіт.

Обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку джерел, додатка і містить 150 сторінок машинописного тексту, в тому числі: 38 рисунків, 4 таблиці, 30 сторінок додатка. Список джерел, містить 108 робіт вітчизняних та 10 робіт іноземних авторів.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі приведений огляд опублікованих праць по теоретичному та експериментальному дослідженню сталобетонних конструкцій, схильних до дії різноманітного роду навантаження, зроблений аналіз засобів дослідження. Виконаний огляд основних підходів до розрахунку зазначених конструкцій.

Вивченню властивостей конструкцій з зовнішнім армуванням листовою сталлю присвячені роботи Арсланханова А.Д., Астаніна В.В., Барбарського В.І., Бочагова В.П., Васільєва А.П., Воронкова Р.В., Гвоздева А.А., Єфіменка В.І., Залесова А.С., Кікіна А.І., Кліменка Ф.Є., Лукши Л.К., Людковського І.Г., Молодченка Г.А., Онга К.С., Передерія Г.П., Пермькова В.А., Санжаровського Р.С., Семененка Я.П., Скоробогатова С.М., Стороженка Л.І., Стрелецького Н.Н., Труля В.А., Фоміци Л.Н., Харченка С.А., Чихладзе Е.Д., Шагіна О.Л., Шкіренка С.В. та ін.

Вивчення нових напрямів у галузі удосконалювання будівельних конструкцій показало, що одним із перспективних є використання зовнішнього листового армування, яке одночасно виконує силові, захисні, ізоляційні, технологічні функції. Практика застосування конструкцій з зовнішнім армуванням у будівництві говорить про їх конкурентноздібність з традиційними залізобетонними. Недоліки, які зумовлені малою корозійною стійкістю та вогнестійкістю, можуть бути подолані застосуванням різноманітних захисних покриттів.

Характер деформування та вичерпування несучої здатності сталобетонних об'єктів досліджений недостатньо. Не з'ясований вплив сталевих листів на процес деформування та руйнування, не досліджений характер руйнування за міцністю об'єднання листової арматури з бетоном, не оцінений вплив пластичних деформацій в сталевому листі на несучу здібність та деформативність сталобетонних об'єктів.

Поданий огляд досліджень конструкцій з зовнішнім армуванням та залізобетонних склепінь дозволяє сформулювати задачі цієї роботи наступним чином:

1. Розробка математичного апарату розрахунку склепінь з зовнішнім листовим армуванням з врахуванням особливостей деформування сталевих листів та бетону в умовах плоского деформованого стану.

2. Кількісна оцінка впливу деформацій зсуву на напружено-деформований стан.

3. Дослідження несучої здатності сталобетонної арки методом граничної рівноваги.

4. Експериментальне дослідження деформацій та несучої здатності арок з зовнішнім листовим армуванням.

5. Впровадження результатів у практику проектування та будівництва.

Другий розділ присвячений теоретичному дослідженню напружено-деформованого стану сталобетонного склепіння та розрахунку сталобетонних арок за методом граничної рівноваги.

Розглядається довге сталобетонне склепіння, що знаходиться під впливом постійного уздовж довжини навантаження. Товщину склепіння h приймаємо малою порівнянню з його радіусом R ($h < R/5$), внаслідок чого впливом поперечного тиску на розподіл нормальних напружень нехтуємо. Виділений елемент (рис. 1) працює в умовах плоского деформованого стану ($\varepsilon_y = 0$).

Прийнята передумова про ненавискування поздовжніх волокон один на одного, призводить до того, що $\sigma_z = 0$. Роль дотичних напружень при згині кривих брусів невелика, й тому ними також нехтуємо. Залишимо також без розгляду питання про вплив на розподіл нормальних напружень викривлення поперечного перерізу склепіння.

Залежність між напруженнями та деформаціями у головних напрямках при двохосьовому напруженому стані прийнята у наступному вигляді:

$$\sigma_{bi} = \sum_{j=1}^n A_{ij} (\varepsilon_{bi})^j, \quad i=1,2 \quad (1)$$

де $\sigma_{b2} / \sigma_{b1} = \text{const} = \eta$.

Коефіцієнти A_{1j} , A_{2j} ($j=1,2,\dots,n$) знайдені з умов мінімізації квадратів відхилень напружень, одержаних в експериментах Г. Купфера, при заданому η , від напружень, одержаних за апроксимуючими залежностями (1).

Згідно з гіпотезою прямих нормалей, справедливою для бетонної частини перерізу, маємо:

$$\varepsilon_{b1} = \varepsilon_{b1z} / \bar{x}, \quad \varepsilon_{bt1} = \varepsilon_{bt1z} / \bar{x}_t \quad (2)$$

де \bar{x} , \bar{x}_t - відповідно, висоти стислої та розтягнутої зон,

ϵ_{b1} , ϵ_{bt1} - фізичні деформації стислої та розтягнутої зон,
 z - відстань від нейтральної осі перерізу до волокна, що розглядається.

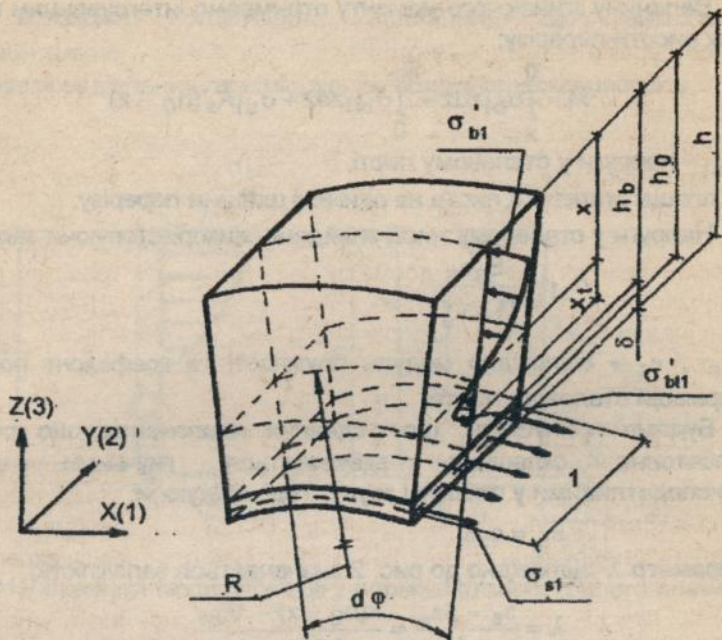


Рис. 1. Елемент сталобетонного склепіння

При досягненні у волокнах бетону граничних значень деформацій (ϵ_{b1u} , ϵ_{bt1u}), вони вимикаються з роботи, тоді $\epsilon_{b1} = \epsilon_{b1u}$, $\epsilon_{bt1} = \epsilon_{bt1u}$, а значення \bar{x} і \bar{x}_t визначаються наступним чином:

$$\bar{x} = xf; \quad \bar{x}_t = (h_b - x)f_t \quad (3)$$

де x - відстань від верхньої кромки перерізу до нейтральної осі,
 $f = 1$, якщо $kx \leq \epsilon_{b1u}$;

$$f = \frac{\epsilon_{b1u}}{kx}, \text{ якщо } kx > \epsilon_{b1u};$$

$$f_t = 1, \text{ якщо } k(h_b - x) \leq \epsilon_{bt1u}; \quad (4)$$

$$f_t = \frac{\varepsilon_{bt} u}{k(h_b - x)}, \text{ якщо } k(h_b - x) > \varepsilon_{bt} u,$$

k - кривизна перерізу.

Величину згинаючого моменту отримаємо інтегруванням напруги в межах висоти перерізу:

$$M = \int_x^0 \sigma_{b1} z dz + \int_0^{\bar{x}_b} \sigma_{bt1} z dz + \sigma_{s1} A_s (h_0 - x) \quad (5)$$

де σ_{s1} - напруги у сталевому листі,

A_s - площа сталевго листа на одиниці ширини перерізу.

Напруги у сталевому листі знайдемо, використовуючи закон Гука:

$$\sigma_{s1} = \frac{E_s \varepsilon_s}{(1 - \nu_s^2)}, \quad (6)$$

де E_s , ν_s - відповідно модуль пружності та коефіцієнт поперечних деформацій сталевго листа.

Будемо припускати, що з'єднання компонентів, що складають сталобетонне склепіння, здійснюється гнучкими анкерами, пружноподатливими у площині зсуву. Тоді, слідуючи:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_s^* \lambda \quad (7)$$

де параметр λ відповідно до рис. 2 визначається залежністю:

$$\lambda = \frac{\varepsilon_s^* - \Delta \varepsilon_s}{\varepsilon_s^*} = \frac{k(h_0 - x) - \Delta \varepsilon_{s1}}{k(h_0 - x)} \quad (8)$$

Врахування податливості в'язів зсуву здійснюється наступним чином. Спочатку виконується розрахунок при $\lambda = 1$, що відповідає абсолютно жорстким в'язям зсуву. Після цього, використовуючи напружений стан сталевго листа, знаходиться контактне зусилля за залежністю:

$$\tau = \delta \frac{d\sigma}{ds} = \frac{\delta}{R_1} \frac{d\sigma}{d\varphi}, \quad (9)$$

яка одержана з умови рівноваги сил, діючих на елемент сталевго листа (рис. 3).

Далі, відповідно до знайдених контактних зусиль, обчислюється величина зосередженого зсуву:

$$\Delta \varepsilon_{s1} = \frac{1}{R_1} \left(\frac{d\Delta u}{d\varphi} - \Delta \omega \right) \quad (10)$$

де $\Delta u = \tau/\xi$,

ξ - коефіцієнт жорсткості з'єднання, що визначається експериментально,

$\Delta \omega$ - різниця радіальних переміщень по обидві сторони контакту.

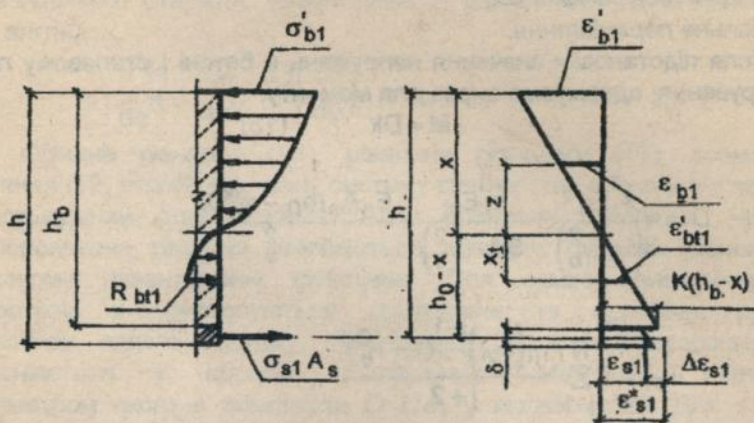


Рис. 2. Напруження та деформації у перерізі сталобетонного елемента

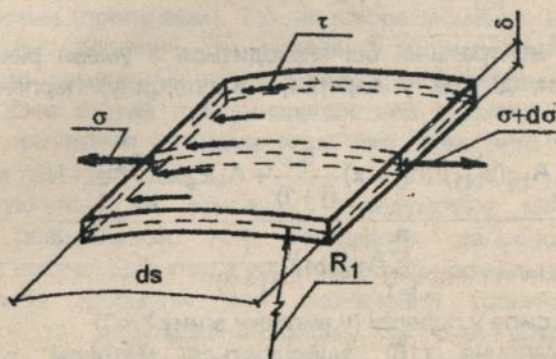


Рис. 3. Схема елемента, який вирізаний з сталевго листа

Відповідно до гіпотези плоских перерізів деформації визначаються за формулами:

$$\varepsilon_s^* = (h_0 - \bar{x})k, \quad \varepsilon_b^* = \bar{x}k, \quad \varepsilon_{bt}^* = \bar{x}tk \quad (11)$$

Вираз для кривизни приймаємо у наступному вигляді:

$$k = -\frac{1}{R^2} \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial \varphi^2} + \omega \right) \quad (12)$$

де R - радіус нейтральної осі,

ω - радіальне переміщення.

Після підстановки значення напружень в бетоні і сталевому листі та інтегрування, одержуємо вираз для моменту:

$$M = Dk \quad (13)$$

де

$$D = \frac{\bar{x}^{-3} E_b}{3(1-\nu_b^2)} + \frac{\bar{x}t E_{bt}}{3(1-\nu_b^2)} + \frac{E_s A_s (h_0 - \bar{x})^2 \lambda}{1-\nu_s^2} \quad (14)$$

де

$$E_{b1} = 3 \sum_{j=1}^n \frac{A_{1j} (\varepsilon_{b1}^*)^{j-1} (1-\nu_b^2)}{j+2};$$

$$E_{bt1} = 3 \sum_{j=1}^n \frac{A_{t1j} (\varepsilon_{bt1}^*)^{j-1} (1-\nu_b^2)}{j+2}. \quad (15)$$

Положення нейтральної осі знаходиться з умови рівності нулю проєкцій всіх сил, діючих у перерізі, на площину, перпендикулярну перерізу:

$$x = \frac{\sum_{j=1}^n A_{1j} (\varepsilon_{b1}^*)^j (h_0 - x) \frac{f_t}{(j+1)} + A_s E_s \lambda \frac{\varepsilon_s^*}{1-\nu_s^2} - N}{\sum_{j=1}^n A_{1j} (\varepsilon_{b1}^*)^j \frac{f}{(j+1)}} \quad (16)$$

де N - продольна сила у перерізі (у випадку згину $N=0$).

Рішення рівняння (16) здійснюється методом послідовних наближень. Для цього в нульовому наближенні призначається пружне значення x^n і N , обчислюються f та f_t за формулами (4), знаходяться

деформації (11), а після цього і значення x^{n+1} (16). Якщо $x^n \neq x^{n+1}$ в ітераційний процес, що продовжується, вводиться нове значення

$x^{n+1} = \frac{x^n n + x^{n+1}}{n+1}$, де n - номер ітерації, x^{n+1} - нове значення, одержане за (16). Ітераційний процес триває до досягнення задовільної збіжності по x .

Рівняння рівноваги нескінченно малого елемента плоского криволінійного стержня, навантаженого радіальним навантаженням q , має вигляд:

$$\frac{d^3 M}{d\varphi^3} + \frac{dM}{d\varphi} = R^2 \left(\frac{dq}{d\varphi} \right) \quad (17)$$

Фізичне рівняння (13), рівняння рівноваги (17), геометричне рівняння (12) становить повну систему рівнянь, що визначає напружено-деформований стан сталобетонного елемента склепіння. Чисельно запропоноване рішення реалізується методом кінцевих рівноваг при кроковому навантаженні склепіння. Для заміни диференціальних операторів використовуються центральні та однобічні різницеві оператори одного порядку. Лінеаризація нелінійної сторони задачі здійснюється у процесі послідовних наближень, перемінним параметром якого є жорсткість D (14) у кожній точці. Для точок на контурі та суміжних з ним доводиться мати діло з законтурними значеннями прогинів, які ув'язуються граничними умовами. Процес послідовних наближень триває до задовільної збіжності за радіальними переміщеннями (прогинами). Так як епюра моментів в склепіннях має знакоперемінні значення, то склепіння можуть виготовлятися без посереднього армування або з посереднім армуванням. Коефіцієнти жорсткості D в кожній точці визначаються з урахуванням того чи є посереднє армування чи немає його, яке може бути у свою чергу як дискретним так і листовим.

Грунтуючись на основних передумовах методу граничної рівноваги, розробленого А.А. Гвоздєвим, запропонований метод визначення несучої здібності з умови міцності нормальних перерізів.

Одержані формули для визначення граничної рівномірно-розподіленої та зосередженої сили. Так для кругової арки, яка навантажена рівномірно-розподіленим навантаженням, граничне навантаження визначається за формулою:

$$q_{np} = \frac{2A_s \sigma_t \left[h_0 - \frac{A_s \sigma_t}{2R_b} \right] b}{R^2 - \frac{4R^2 - x_1 R}{2y_1}} \quad (18)$$

а для цієї ж арки, яка навантажена зосередженою силою у ключі, граничне навантаження вираховується за формулою:

$$P_{np} = \frac{2A_s \sigma_t \left[h_0 - \frac{A_s \sigma_t}{2R_b} \right] b}{R - \frac{R}{y_1}} \quad (19)$$

де A_s - площа сталевих листів на одиниці площини перерізу;
 σ_t - границя текучості листової арматури при одноосьовому розтяганні;
 R_b - міцність бетону при одноосьовому стиску;
 h_0 - робоча висота перерізу;
 b - ширина арки;
 R - радіус арки;

$$y_1 = \frac{f + y_1}{\frac{1}{2} + x_1}$$

де x_1, y_1 - координати точки, в якій момент екстремальний;
 f - стріла підйому арки;
 l - проліт арки.

Третій розділ присвячений експериментальним дослідженням сталобетонних арок.

Зразки становлять арки, товщиною 55 мм, внутрішнім діаметром 435 мм, кут розкриття арки 90° . Зразки відрізняються конструкцією та кроком анкерів. Анкера були виготовлені двох видів. В арках ОП-50, ОП-100, ОП-150 встановлені петлеобразні упори з розсуненням між ніжками 150 мм та з кроком відповідно 50, 100 і 150 мм, а в арках О-50, О-100 і О-150 - петлеобразні упори з розсуненням - 50 мм та з кроком відповідно 50, 100 і 150 мм.

В арках застосовувався сталевий лист товщиною 3 мм марки за міцністю С-325. Арки виготовлялися з бетону класу В25.

Виготовлені сталобетонні арки випробувалися на машині ГСМ-50. Підготовлена арка ставилася на траверсу машини і навантажувалася зосередженим та розподіленим навантаженнями. Для

передачі розподіленого навантаження була виготовлена спеціальна траверса. Величина навантаження визначалася за показаннями динамометру машини ГСМ-50.

При навантаженні арки прогини у радіальному напрямі і переміщення опорних частин у горизонтальному напрямі вимірювалися індикаторами з ціною поділу 0,01 мм.

Визначення деформацій здійснювалося електричними тензометрами опору, наклеєними на обидві поверхні арки. На внутрішній та зовнішній поверхнях арки було наклеєно по 8-10 тензодатчиків з базою 20 мм на металевому листі та базою 50 мм на бетоні. Тензодатчики збиралися в окремі джуги для бетону та металевого листа і приєднувалися до панелі вимірювального приладу з шкалою поділу 10^{-5} .

Навантаження збільшувалося ступенями. Навантаження виконувалося до руйнування зразку.

Характер руйнування дозволяє говорити про вичерпування несучої здатності за міцністю нормальних перерізів.

Порівняння експериментальних та теоретичних значень несучої здатності сталобетонних арок наведені в таблиці 1. Теоретичні і експериментальні залежності відрізняються один від одного не більш як на 10%.

Графіки залежності деформацій в бетоні та сталевому листі від інтенсивності рівномірно-розподіленого навантаження наведені на рис. 4.

Приблизно до половини навантаження, при якому арка руйнується, графіки деформацій в бетоні мають слабу нелінійність. При подальшому навантаженні вони плавно переходять в криволінійну дільницю. Графіки деформацій сталевих листів мають прямолінійний вигляд.

Прогини, які були виміряні індикатором, опинилися більше обчислених теоретично. Повні прогини випробуваних арок опинилися більше розрахункових на 10%.

При кроку анкерів 150 мм у деяких місцях при навантаженні виникало відшарування бетону від листа. При меншому кроку відшарувань не спостерігалось. Анкера показали себе достатньо жорсткими на зсув в'язями. Зрізу анкерів не спостерігалось.

У четвертому розділі наведені дані про практичне впровадження результатів дисертаційної роботи. Методика розрахунку та конструкції сталобетонних склепінь впровадженні у проектних рішеннях будівництва

Таблиця 1 - Порівняння експериментальних та теоретичних значень несучої здатності сталобетонних арок

№ зразка	Внутрішній діаметр, мм	Зовнішній діаметр, мм	Товщина листа, мм	Стріла підйому арки, мм	Тип анкерів	Шаг анкерів, мм	Діаметр анкера, мм	Границя текучості листової арматури, МПа	Міцність бетону, МПа	Теоретичне руйнуюче навантаження (q, кН/м, F, кН) по нормальному перерізу згідно з розрахунком		Експериментальне руйнуюче навантаження
										за методом граничної рівноваги	напружено-деформованого стану	
О-50	435	490	2,9	490	1	50	3,9	360	25,4	290 кН/м	260 кН/м	250 кН/м
О-100	434	491	3,0	492	1	100	3,9	360	25,4	290 кН/м	260 кН/м	240 кН/м
О-150	436	489	3,0	489	1	150	3,9	360	25,4	290 кН/м	260 кН/м	230 кН/м
ОП-50	434	491	2,9	491	2	50	3,85	360	25,4	72 кН	75 кН	70 кН
ОП-100	436	492	2,9	492	2	100	3,85	360	25,4	72 кН	75 кН	72 кН
ОП-150	434	490	3,0	490	2	150	3,85	360	25,4	72 кН	75 кН	67 кН
О-1	435	491	3,0	491	-	-	-	360	25,4	72 кН	75 кН	68 кН

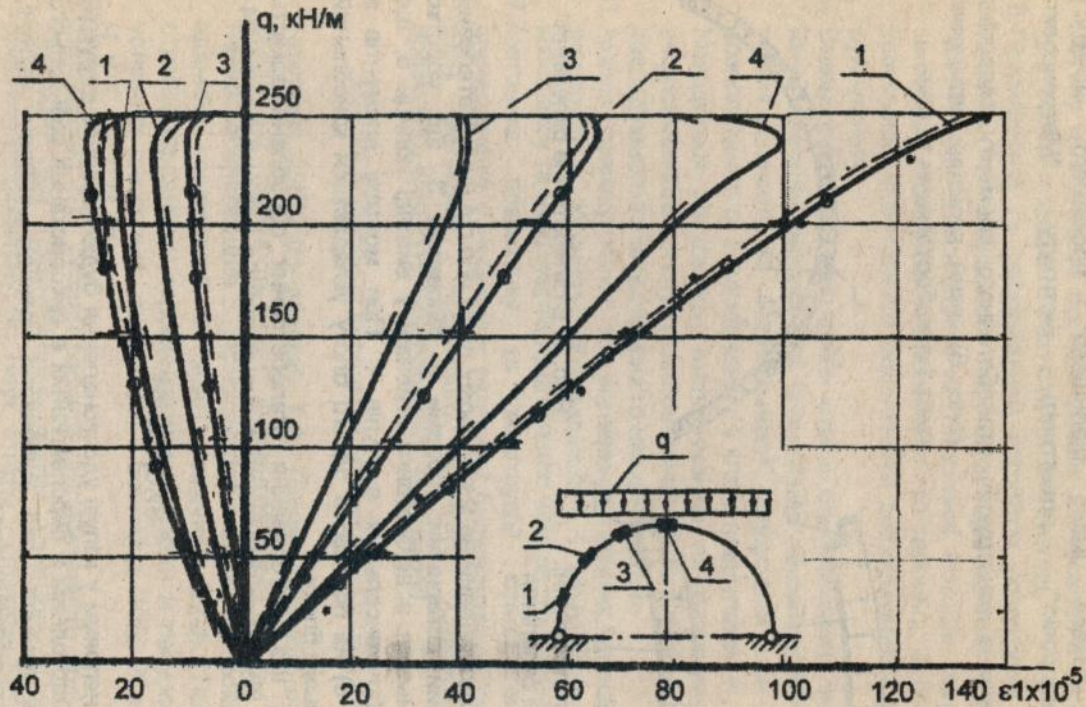


Рис. 4. Графіки залежності деформацій при навантаженні розподіленим навантаженням в сталевому листі (—○—) та бетоні (—)

об'єктів ПО "Завод імені Малишева", проектного інституту "Харківтрансашпроект", проектного інституту "Метропроект" м. Харкова.

Запропонована конструкція сталебетонного елемента склепіння (рис. 5), який включає металевий лист 1 з відбортовками та шар

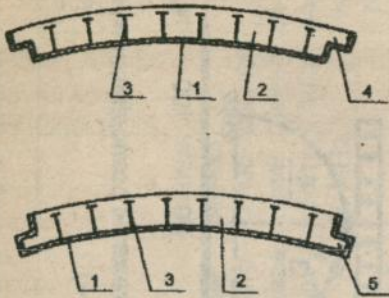


Рис. 5. Сталебетонні елементи склепіння

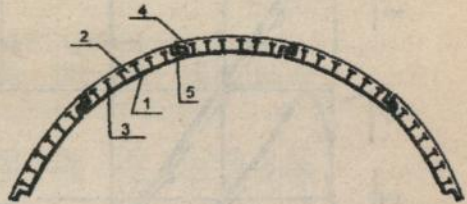


Рис. 6. Сталебетонне склепіння

бетону 2, який розміщений на металевому листі або під ним. Металевий лист постачений анкерними упорами з головками 3, що жорстко закріплені на ньому, а відбортовки виконані у вигляді полиць 5, що виступають, або консольних виступів 4. При монтажі елементів в склепінні (рис. 6) на полицю 5 одного блоку укладається консольний виступ 4 сусіднього блоку.

Показано, що застосування сталебетонних оброблень замість залізобетонних дозволяє досягнути економії сталі в середньому на 24-30%.

ВИСНОВКИ.

1. Вивчені нові напрями у галузі удосконалення будівельних конструкцій та показано, що одним з перспективних є використання зовнішнього листового армування, яке одночасно виконує силові, захисні, ізоляційні та технологічні функції.
2. Розроблена та експериментально обгрунтована методика розрахунку сталебетонних склепінь, яка враховує нелінійність деформування

- бетону та сталевому листу в умовах двохосового напруженого стану та утворення тріщин в розтягнутій зоні бетону.
3. Розроблений та реалізований алгоритм розрахунку сталобетонних склепін з зовнішнім листовим армуванням при довільному навантаженні, заснований на поєднанні методів кінцевих різниць з методом послідовних наближень та процес, що дозволяє при кроковому навантаженні моделювати деформування склепіння аж до руйнування.
 4. Виконаний аналіз граничних станів сталобетонних арок, на підставі якого одержані вирази для визначення навантаження, що руйнує із умови міцності за нормальними перерізами при дії рівномірно розподіленого та зосередженого у ключі навантаження.
 5. Наводяться результати експериментів по визначенню напружено-деформованого стану сталобетонних склепін при дії рівномірно розподіленого та зосередженого навантаження.
 6. Аналіз розрахункових та експериментальних досліджень показав достатню їх збіжність, працездатність і ефективність програмного комплексу та можливість практичного його застосування.
 7. Методика розрахунку та конструкції сталобетонних склепін впровадженні у проектних рішеннях будівництва об'єктів ПО "Завод імені Малишева", проектного інституту "Харківтрансмашпроект", проектного інституту "Метропроект" м. Харкова.

Основні положення дисертації опубліковані у наступних працях:

1. Чихладзе Э.Д., Молдавская Т.А. Расчет сталобетонного элемента свода на прочность при внецентренном сжатии и изгибе // Ресурсосберегающие конструктивно-технологические решения зданий и сооружений: Сб. докл. Междунар. Конф. "Промышленность стройматериалов и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережения в условиях рыночных отношений".- Белгород: Изд. БелГТАСМ, 1997. Ч. 6-7. - С. 223-227.
2. Молдавская Т.А. Теория расчета сталобетонного элемента свода на прочность при внецентренном сжатии и изгибе // Проблемы теории і практики залізобетону: Зб. Наук. статей. - Полтава: Вид. Полтавського ДТУ, 1997. - С. 350-353.
3. Молдавская Т.А. Теоретическое исследование конструкций сталобетонных арок // Прикладна геометрія та інженерна графіка:

- Межвідомча науково-технічна збірка.- Київ: КДТУБА, 1996.- Вип. 60.- С. 190-191.
4. Сталебетонный элемент свода. Приоритетная справка № 97052187 от 12.05.97.
 5. Молдавская Т.А. Несущая способность свода с внешним армированием: Информационный листок ИЛ № 186-95.- Харьков, 1995.- С. 1-3.
 6. Молдавская Т.А. Экспериментальные исследования сталебетонных арок // Ресурсо- и энергосберегающие технологии строительных материалов, изделий и конструкций: Тез. докл. Научных чтений, посвященных 25-летию БелГТАСМ 26-29 сентября 1995 г. Ч. 2. Снижение материалоемкости и эффективные конструктивно-технологические решения, проектирование и расчет зданий и сооружений.- Белгород, 1995.- С. 51-52.
 7. Молдавская Т.А. Определение перемещений в сталебетонной арке // Методические вопросы преподавания графических дисциплин по программе ВУЗ - техникум. Прикладная геометрия: Сб. Тр. Междун. Уч.-метод. Конф.28-31 мая 1996 г.- Харьков - Алушта, 1996.- С. 28.
 8. Молдавская Т.А. Результаты экспериментальных исследований конструкций сталебетонных арок // Современные проблемы геометрического моделирования: Сб. научн. Тр. IV Международной научно-практической конференции. - Мелитополь: ТГАТА, 1997. - Ч. 1. - С. 157-159.
 9. Кітов Ю.П., Молдавська Т.А. Навантажне обладнання для дослідження арок // Тез. доп. 57-ї наук.-техн. конф. кафедр ін-ту та спеціалістів залізн. тр-ту з міжнародною участю.- Харків, 1995.- С. 43.
 10. Молдавська Т.А. Напружено-деформований стан сталебетонних кривих стержнів // Тез. доп. 55-ї наук.-техн. конф. кафедр ін-ту та спеціалістів залізн. тр-ту з міжнародною участю.- Харків, 1993.- С. 38.
 11. Молдавська Т.А. Несуча здатність сталебетонних арок // Тез. доп. 57-ї наук.-техн. конф. кафедр ін-ту та спеціалістів залізн. тр-ту з міжнародною участю.- Харків, 1995.- С. 48.
 12. Молдавська Т.А. Розрахунок елемента сталебетонного своду // Тез. доп. 58-ї наук.-техн. конф. кафедр ін-ту та спеціалістів залізн. тр-ту з міжнародною участю.- Харків, 1997.- С. 48.

АНОТАЦІЯ

Молдавська Т. А. Напружено-деформований та граничний стан сталобетонних склепінь. - 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, 1997.

Дисертація присвячена методиці розрахунку сталобетонного елемента склепіння та всього сталобетонного склепіння при короткочасному статичному навантаженні з урахуванням нелінійності деформування і тріщиноутворення бетону в умовах плоского неоднорідного деформованого стану, пластичних деформацій сталевих листів за межею пружності, податливості об'єднання листа з бетоном. У роботі розроблена методика оцінки несучої здатності сталобетонних арок за міцністю нормальних перерізів. Проведені експериментальні дослідження арок у процесі навантаження. Основні результати праці знайшли застосування в практиці будівництва обробок метрополітену та сталобетонних склепінь.

Ключові слова : сталобетонний елемент склепіння, плоский деформований стан, напружено-деформований стан, несуча здатність.

Молдавская Т.А. Напряженно-деформированное и предельное состояние сталобетонных сводов. - 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, 1997.

Диссертация посвящена методике определения напряженно-деформированного состояния сталобетонного элемента свода и всего сталобетонного свода при кратковременной статической нагрузке с учетом нелинейности деформирования и трещинообразования бетона в условиях плоского неоднородного деформированного состояния, пластических деформаций стального листа за пределом упругости, податливости объединения листа с бетоном. В работе разработана методика оценки несущей способности сталобетонных арок по прочности нормальных сечений. Проведены экспериментальные исследования арок в процессе нагружения. Основные результаты

работы нашли применение в практике строительства обделок метрополитена и сталебетонных сводов.

Ключевые слова: сталебетонный элемент свода, плоское деформированное состояние, напряженно-деформированное состояние, несущая способность.

Moldavskaya T.A. The strained deformed and limiting condition of steelconcrete vaults. - Manuscript.

Thesis for the scientific degree of the candidate of technical science. by speciality 05.23.01 - building constructions, buildings and structures. Kharkov state academy of a railway transport. - Kharkov, 1997.

The dissertation is devoted to a technique of definition of the strained deformed condition steelconcrete element of vault and only steelconcrete vault with short-term static loading in view of nonlinearity deformability and cracking of concrete in conditions of the flat non-uniform deformed condition, plastic deformations of a steel sheet behind a limit of elasticity, pliability of association of a sheet with concrete. In work the technique of an estimation of carrying ability of steelconcrete arches on durability of normal sections is developed. The experimental researches of arches in process loading are carried. The basic results of work have found a use in practice of construction tunnel of underground and steelconcrete vault.

Key words: steelconcrete element of vault, flat deformed condition, strained deformed a condition, carrying ability.

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ ТА ГРАНИЧНИЙ СТАН
СТАЛЕБЕТОННИХ СКЛЕПІНЬ

МОЛДАВСЬКА ТЕТЯНА АНАТОЛІЇВНА

Відповідальний за випуск
Романенко В.В.

Підписано до друку 14.11.97

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

Друк офсетний. Умов. друк. акр. 1,0. Обл.-вид. арк. 1,2.

Зам. № 461. Тираж 100 прим. Безплатно.

Вид. ХарДАЗТ, 310051, м. Харків-50, пл. Фейєрбаха, 7.

Друк. ХарДАЗТ, 310051, м. Харків-50, пл. Фейєрбаха, 7.

430962

AB 39015

AB 39015

АВТОРЕФРАТ
издаван на 28.06.1978 г. в 11:00 ч.
в издателския център на ИАН

НАУЧНО-ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ И ТЕХНИЧЕСКИ
ЦЕНТЪР ЗА ТЕХНИЧЕСКИ И ТЕХНОЛОГИЧНИ
ПРОБЛЕМИ

МОДАЕРНИЗАЦИЯ НА ТЕХНИЧЕСКИ
ПРОБЛЕМИ

Издателство на ИАН
Романово В. В.

Печатено на 28.06.1978 г. в 11:00 ч.
в издателския център на ИАН
Друк отворен. Умножително количество 100.
Сам на 100 гр. без тегло.

Бир-Хардас, 110081 м. Хардас-80, ул. Февралова 7
Док. Хардас, 110081 м. Хардас-80, ул. Февралова 7