

ПОЛТАВСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ЛАПЕНКО ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ

**ПОПЕРЕЧНІ РАМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
ВИРІВНИЧИХ БУДОВ ІЗ ТРУБОВЕТОНУ**

05.23.01 - будівельні конструкції, будови та споруди

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття вченою ступеня
кандидата технічних наук**

Полтава - 1996

Дисертація є рукопис.

АВ 33.849

Робота виконана на кафедрі конструкцій із металу дерева та пластмас Полтавського технічного університету.

Науковий керівник доктор технічних наук,
професор Л.І. Стороженко

Офіційні опоненти доктор технічних наук,
професор Л.М. Фомиця
кандидат технічних наук,
доцент М.М. Губій

Ведуча організація - Українське кооперативно - державне
проектно - вишукувальне і науково дослідне об'єднання
"УкрНДіагропроект" (Полтавське відділення).

Захист дисертації відбудеться " 5 "березня 1996 року о
14⁰⁰ на засіданні спеціалізованої ради Д 25-01-02 по
спеціальності "Будівельні конструкції, будови та споруди" при
Полтавському технічному університеті за адресою:

314601, м.Полтава, Першотравневий проспект 24, ауд.234.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету.

Відгуки на автореферат просимо надсилати на ім'я вченого
секретаря у двох примірниках, завірених печаткою.

Автореферат розіслано "3" лютого 1996 року.

Вчений секретар
спеціалізованої ради
доктор технічних наук

Бондар

В.О. Бондар

ЛНБ України ім.В.Стефаника
00755637 (X)

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАЦІ

А к т у а л ь н і с т ь р о б о т и. Основна тенденція розвитку та удосконалення несучих будівельних конструкцій зводиться до зменшення ваги, зниження трудомісткості виготовлення та монтажу, скорочення строків і зниження вартості будівництва. Цього можна досягти шляхом використання нових типів і ефективних форм конструкцій.

На сьогоднішній день для будівництва характерний пошук нових сполучень сталі і бетону для їх сумісної роботи в конструкціях. Цим вимогам в повній мірі відповідають трубобетонні конструкції, які складаються з сталевих труб, заповнених бетоном. Бетон в таких конструкціях працює в умовах об'ємного стиску, що дозволяє ефективніше використати специфічні властивості матеріалів і значно економити сталі і цемент.

Трубобетонні конструкції можуть надійно працювати при різному температурно-вологісному режимі, в умовах агресивного середовища, де використання залізобетону обмежене. Особливо яскраво переваги трубобетону проявляються в стиснутих елементах. Сьогодні вже є відомості про застосування трубобетону в елементах, які працюють на згин.

В сільськогосподарському будівництві знайшли широке впровадження трьохшарнірні залізобетонні рами. Однак дослідження, що пов'язані з роботою трьохшарнірних трубобетонних рам, відсутні. Немає рекомендацій по розрахунку і проектуванню таких рам. Все це в значній мірі стримує їх масове впровадження у будівництво.

Таким чином задача про дослідження трубобетонних рам для сільськогосподарського будівництва є актуальною.

Метою роботи є експериментально-теоретичне дослідження напружено-деформованого стану елементів та вузлів трубобетонних рам для виробничих сільськогосподарських будівель та розробка експериментально перевіреної методики розрахунку несучої здатності таких рам. На основі дослідного проектування передбачено розглянути питання про техніко-економічну ефективність досліджуваних конструкцій.

Автор захищає:

- методи оцінки напружено-деформованого стану елементів трубобетонних рам;

- методику розрахунку несучої здатності і деформативності трубобетонних рам;

- результати експериментальних досліджень міцності і деформацій вузлів та елементів трубобетонних рам;

- результати дослідного проектування.

Наукова новизна. Проведені експериментальні та теоретичні дослідження роботи різних типів вузлів трубобетонних рам, в результаті чого:

- розроблена методика оцінки напружено-деформованого стану елементів трубобетонних рам;

- запропоновано метод розрахунку несучої здатності елементів трубобетонних рам;

- вперше проведені експериментальні дослідження вузлів трубобетонних рам при короткочасній дії навантаження;

- розроблені рекомендації по вибору найкращого типу карнизного вузла рам в залежності від навантаження,

технологічності, та економічності;

Практичне значення роботи:

-запропонована методика, яка дає можливість розраховувати як окремі елементи, вузли, так і трубобетонні рами вцілому;

-на основі запропонованої методики складений алгоритм і програма для оцінки напружено-деформованого стану трубобетонних рам на сучасних ПЕОМ;

-доведена можливість ефективного впровадження в будівництво трубобетонних рам як несучих конструкцій;

-розроблені інженерні методи розрахунку несучої здатності і деформативності трубобетонних рам;

-проведене дослідне проектування сільськогосподарської будови з використанням трубобетонних рам.

Для обґрунтування точності та достовірності отриманих результатів проведені їх порівняння з експериментальними даними з використанням ПЕОМ.

П у б л і к а ц і ї. Основний зміст дисертаційної роботи опублікований в 5 друкованих роботах.

А п р о б а ц і я р о б о т и. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на 43-46 наукових конференціях професорів, викладачів, наукових співробітників, аспірантів і студентів Полтавського технічного університету / Полтава, 1991-1994 рр./.

О б' є м р о б о т и. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох глав, загальних висновків, списку використаної літератури та додатку. Загальний об'єм роботи-192 стор., в тому числі 115 стор. машинодрукованого тексту, 60 рисунків, 17 таблиць.

Робота виконана на кафедрі конструкцій із металу, дерева та пластмас Полтавського технічного університету під керівництвом доктора технічних наук, професора Стороженко Л. І. Виготовлення дослідних зразків проводилось в заводських умовах. Експериментальні дослідження проводились в лабораторії кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій Полтавського технічного університету.

КОРОТКИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі дано обґрунтування актуальності виконаних досліджень, їхньої наукової новизни і практичної цінності.

Перша глава присвячена огляду вітчизняної та зарубіжної літератури з питань теоретичних та експериментальних досліджень роботи труобетонних елементів та рам будов для сільськогосподарського та промислового виробництва.

Труобетон є різновидом як металевих, так і залізобетонних конструкцій. Він представляє з себе комплексний матеріал, в якому сталева труба і бетон з'єднані для взаємної роботи. Дослідження в галузі труобетонних конструкцій проводили В. І. Барбарський, І. Д. Белов, В. В. Бондаренко, О. А. Долженко, В. І. Єфіменко, М. М. Жербін, О. Е. Лопатко, Л. К. Лукша, В. І. Маракуца, В. Ф. Пенц, Г. П. Передерій, В. О. Пермяков, В. В. Пінський, В. А. Росновський, Е. Д. Чіхладзе, Р. С. Сайжаровський, Л. І. Стороженко, В. А. Труль, В. М. Фонов, О. Л. Шагін, С. В. Шкіренко, І. С. Яровий та інші дослідники.

Встановлено, що труобетонні конструкції надійні в експлуатації. В граничному стані вони не втрачають несучу

здатність миттєво, а ще довгий час спроможні витримувати навантаження. Порівняно з залізобетонними трубобетонні конструкції більш індустріальні при виготовленні і монтажі, добре протидіють механічним пошкодженням. При їх виготовленні не потрібні арматурні каркаси, закладні деталі, опалубка.

Враховуючи це нами було запропоновано два типи трубобетонних рам підсилених та без підсилення ребром жорсткості (рис.1).

Відсутність комплексних досліджень трубобетонних рам для сільськогосподарського виробництва дозволяють сформулювати наступні задачі даної роботи.

1. Дослідити напружено-деформований стан і несучу здатність вузлів трубобетонної рами.

2. Розробити методику розрахунку як вузлів, так і рами в цілому і отримати відносно нескладний метод підбору перерізів елементів.

3. З метою перевірки розроблених теоретичних положень провести експериментальні дослідження вузлів трубобетонних рам, відмінних по конструкції та за геометричними розмірами.

4. Виконати дослідне проектування несучих трубобетонних рам для сільськогосподарських будівель, дослідити їх техніко-економічну ефективність.

Д р у г а г л а в а присвячена методиці проведення та результатам експериментальних досліджень. При складанні програми експериментальних досліджень було враховано, що несуча здатність вузлів трубобетонних рам залежить від геометричних розмірів конструкції (діаметр і товщина стінки труби, прольоту) і фізико-механічних властивостей матеріалів: сталі і бетону. Були розроблені зразки карнизних вузлів, підсилені та без

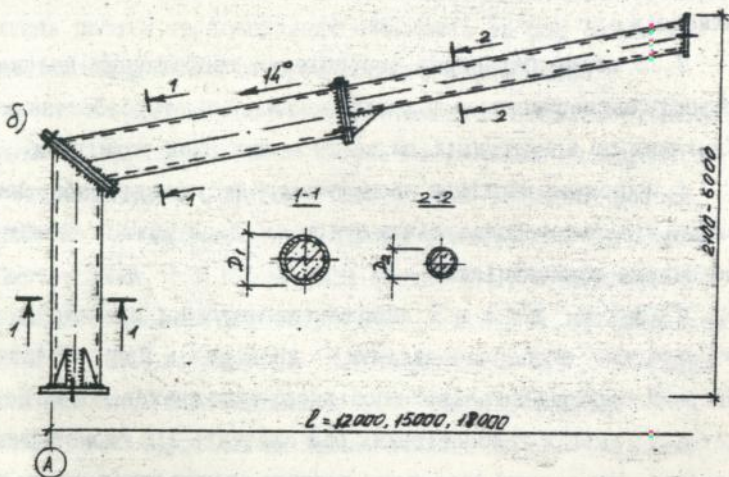
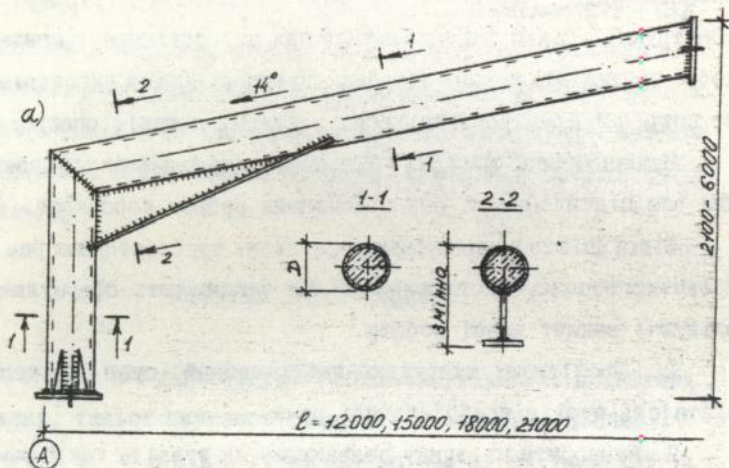


Рис.1. Запропоновані труботетонні напіврами:
 а - із труб одного діаметра;
 б - із труб різних діаметрів

підсилення ребрами жорсткості, конькові та опорні вузли. Програма експериментів по дослідженню міцності та деформації вузлів наведена в табл.1.

Для спрощення поставленої задачі були введені деякі обмеження на проведення експерименту. Досліджувались лише короткі трубобетонні елементи, в яких довжина труби для зразка приблизно дорівнювала чотирьом діаметрам, тому вплив гнучкості не враховувався. Для оцінки впливу масштабного фактору на напружено-деформований стан досліджувались зразки із труб діаметром 127 і 159 мм з товщиною стінки відповідно 4.0 та 4.5 мм.

Конструкції дослідних зразків наведені на рис.2.

Крім трубобетонних зразків були досліджені зразки з порожніх труб і, для отримання даних про фізико-механічні властивості бетону і сталі, бетонні куби з ребром 150 мм та призми розмірами 150x150x600 мм і стандартні полоски із сталі.

Труби для виготовлення трубобетонних зразків нарізали на токарному верстаті, причому особливу увагу приділяли якості обробки і перпендикулярності торців та щільному прилягання з'єднання між сегментами труб. Зварювання проводилось після зняття фасок К-подібним швом.

Для виготовлення дослідних зразків застосовували бетон класу В25 по міцності, який було виготовлено на заводі ЗБВ тресту "Полтавасільбуд" м. Полтави. Бетон було виготовлено з гранітного щебеню та річного піску, як в'яжучий матеріал застосований портландцемент Балаклійського цементного заводу активністю 500.

Дослідження всіх зразків проводилось на пресі ПММ-500 на кафедрі ЗБК Полтавського технічного університету при досягненні

Таблиця 1

Програма експериментальних досліджень та несуча
здатність трубобетонних елементів

Серія	Назва елементів	Розмір труб		Несуча здатн.кН		N ₁ /N ₂	
		D, мм	δ, мм	N ₁	N ₂		
ТБ-1-1-1	Карнизні вузли із труб заповнених бетоном без підсилення	127	4.0	82	100	0.82	
ТБ-1-2-1		159	4.5	194	231	0.84	
ТБ-1-2-2		159	4.5	200	225	0.89	
ТБ-1-2-3		159	4.5	199	229	0.87	
ТБ-2-1-1		127	4.0	89	106	0.84	
ТБ-2-2-1		159	4.5	195	250	0.78	
ТБ-2-2-2		159	4.5	193	245	0.79	
ТБ-2-2-3		159	4.5	175	230	0.76	
ТБ-3-1-1		127	4.0	75	110	0.68	
ТБ-3-2-1		159	4.5	273	315	0.86	
ТБ-3-2-2		159	4.5	280	325	0.86	
ТБ-3-2-3		159	4.5	270	321	0.84	
ТБ-4-1-1	Карнизні вузли із труб заповнених бетоном, підсилені ребром жорсткості	127	4.0	500	675	0.74	
ТБ-4-2-1		159	4.5	1056	1258	0.84	
ТБ-4-2-2		159	4.5	1093	1350	0.81	
ТБ-4-2-3		159	4.5	1000	1150	0.87	
ТБ-5-1-1		127	4.0	980	1100	0.89	
ТБ-5-2-1		159	4.5	1189	1450	0.82	
ТБ-5-2-2		159	4.5	1050	1200	0.88	
ТБ-5-2-3		159	4.5	1162	1400	0.83	
ТБ-6-1-1		Опорні вузли із труб заповнених бетоном	127	4.0	450	735	0.64
ТБ-6-2-1			159	4.5	1080	1330	0.81
ТБ-6-2-2			159	4.5	1520	1975	0.77
ТБ-6-2-3			159	4.5	1264	1600	0.79
ТБ-7-1-1	Конькові вузли із труб заповнених бетоном	127	4.0	470	600	0.78	
ТБ-7-2-1		159	4.5	820	1050	0.78	
ТБ-7-2-2		159	4.5	869	1100	0.79	
ТБ-7-2-3		159	4.5	984	1200	0.82	

проектної міцності бетону. Навантаження передавались через шарніри, розміщені на геометричних осях опірних перерізів зразків. Ступені навантаження складали приблизно 0,1 від руйнівного. Витримка навантаження на всіх ступенях тривала 10-15 хвилин. Поздовжні та поперечні деформації на поверхні труби вимірювались індикаторами годинникового типу та електротензорезисторами на базі 20 мм. На кожному зразку було чаклесно по п'ять ланцюжків електротензорезисторів по 8 в кожному. Вертикальні та горизонтальні прогини зразків вимірювались за допомогою прогиноміра Максимова.

Перед випробовуванням зразки були ретельно підготовлені. Поверхня труб була відчищена від іржі та покрита шаром чорного лаку. Для кріплення індикаторів, за допомогою яких вимірювались поздовжні деформації, до металевої поверхні труби приварювались гайки. Перед наклеюю електротензорезисторів поверхня зразків зачищалась до дзеркального блиску. Для зняття показів з електротензорезисторів використовувався прилад А1Д-4.

Для експериментальних дослідів були взяті п'ять типів карнизних вузлів, які можливі в трубобетонних рамах сільсько-господарських споруд. Всього короткодівчим навантаженням було досліджено 38 зразків.

При проведенні експериментальних досліджень нами фіксувались два стани в ролі граничних по несучій здатності.

1. Навантаження, що відповідають поздовжнім деформаціям в стиснутій зоні елемента, характерним для межі плинності труби (N_1).

2. Максимальне навантаження, яке міг витримати елемент (N_2).

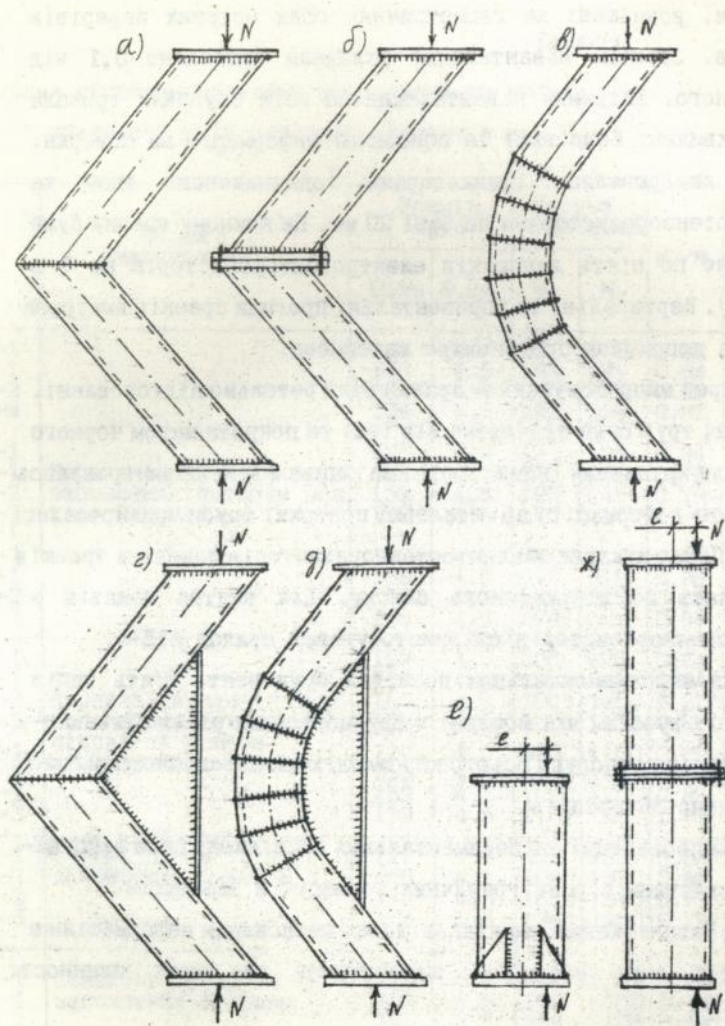


Рис. 2. Конструкції дослідних зразків серії:
 а - ТБ-1; б - ТБ-2; в - ТБ-3; г - ТБ-4;
 ц - ТБ-5; е - ТБ-6; ж - ТБ-7

Співвідношення зусиль N_1/N_2 складало 0.75-0.85 (табл.1) Це показує що труботонні конструкції дуже надійні в експлуатації. На відміну від залізобетону не спостерігалось крихке руйнування зразків.

Як уже відмічалось, при дослідженні вузлів труботонних рам на різних ступенях навантаження в характерних точках перерізу вимірювались поздовжні та поперечні деформації при допомозі електротензорезисторів. За результатами вимірювань були побудовані графіки залежності між зусиллями, деформаціями та зміщеннями (рис.3,4).

Із аналізу результатів вимірів поздовжніх деформацій в найбільш стиснутому і найбільш розтягнутому волокнах поздовж осі вузла видно, що при навантаженнях менших 0.7-0.8 N_{max} , деформації розвивались приблизно рівномірно. При більших навантаженнях в стиснутій зоні з'являлись гофри тому, що труба втрачала місцеву стійкість. В цих місцях поздовжні деформації розподілялись по довжині елемента не рівномірно. Викривлення діаграм при навантаженнях, близьких до граничних, можна пояснити появою в розтягнутій зоні в бетоні поперечних тріщин.

По величині поздовжні деформації значно перевищували поперечні як в стиснутій, так і в розтягнутій зонах. При цьому, якщо в стиснутій зоні коефіцієнт поперечної деформації досягав величини 0.6, то в розтягнутій - він не був більшим 0.3. Враховуючи, що сталь і бетон в труботонних елементах працюють сумісно, були вираховані напруження в сталі і бетоні з урахуванням об'ємного напруженого стану ядра і оболонки.

В результаті експериментальних досліджень було встановлено, що вузли труботонних рам не можливо зруйнувати в загаль-

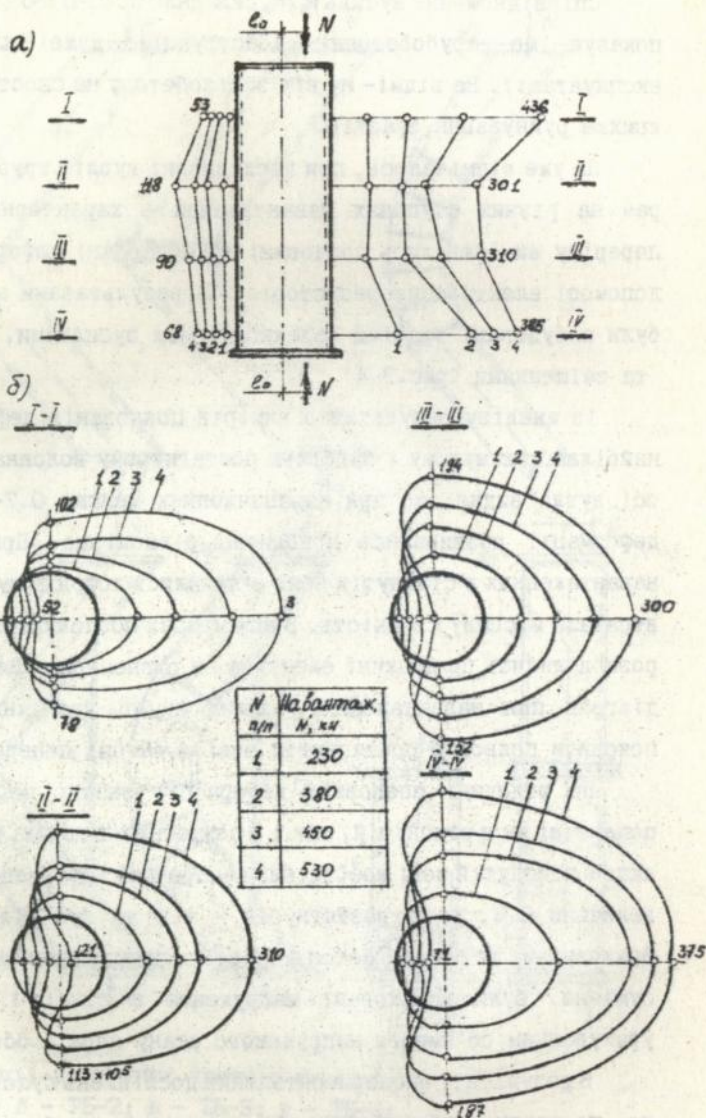


Рис. 3. Залежність поздовжніх (а) і поперечних (б) деформацій від навантаження зразка ТБ-6-1-1

ноприйнятому розумінні слова. Отримуючи значні деформації зразки продовжували витримувати навантаження. В процесі завантаження спостерігається значний перерозподіл напруження між оболонкою та ядром. Із досліджених типів карнизних вузлів найефективнішими є вузли, підсилені ребрами жорсткості, а найтехнологічнішими - де ригель і стійка з'єднані встик.

В третій главі наведені результати теоретичних досліджень напружено-деформованого стану та несучої здатності окремих вузлів та труобетонної рами цілому.

В перерізах елементів з труобетону, як і в інших конструкціях, від початку навантаження до руйнування мають місце кілька різних стадій напружено-деформованого стану, які характеризуються різною величиною і характером деформацій і напружень.

Характеризуючи граничний стан елементів із труобетону ми виходимо з того, що при невеликих навантаженнях труба деформується пружно, а в бетоні починають проявлятися пластичні деформації. Із збільшенням навантаження в бетоні появляються мікротріщини, збільшується бічний тиск між бетоном і трубою. При подальшому збільшенні навантаження поздовжні напруження в трубі досягають границі плинності, а в бетонному ядрі продовжується утворення тріщин в площині, паралельній площині діючого зусилля. І в такому стані труобетонний елемент сприймає навантаження, хоч при цьому виникають великі поздовжні і поперечні деформації.

На сьогодні великого розвитку досягла математична теорія пружності, яка дозволяє точно вирішувати широке коло питань, в тому числі і з врахуванням об'ємного напруженого стану.

Можливості практичного вирішення задач з використанням цієї теорії останнім часом значно збільшилась завдяки широкому впровадженню ЕОМ, яке дозволяє проводити числові розрахунки з використанням методів змінних модулів деформацій і методів ітерацій.

При оцінці напружено-деформованого стану карнизних вузлів прийнято переріз, що складається з труби, заповненої бетоном і підсиленої ребром жорсткості. Прийнято, що між бетоном і арматурою здійснюється спай поздовж бокових поверхонь. Кожна складова частина вузла однорідна і ізотропна. Нормальний переріз складається з декількох частин S_1, S_2, \dots, S_n , які відповідають різним матеріалам з різними фізико-механічними властивостями. Вважаємо, що бокова поверхня бруса вільна від зовнішніх навантажень, а до основи прикладено задане навантаження, що відповідає умовам рівноваги.

Вирішення задачі зводиться до відшукування зміщень U, V, W , деформацій $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$, напружень $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$, інтенсивності напружень σ_i та інтенсивності деформацій ε_i , які задовольняють рівнянням рівноваги, заданим умовам на поверхні, фізичним рівнянням, що показують залежність між деформаціями та напруженнями (закон Гука).

При вирішенні задачі враховано, що зовнішні напруження прикладені до бокової поверхні, дорівнюють нулю; напруження, прикладені до елементів поверхні розділу з тією та іншою стороною, врівноважують одна одну. Для вирішення плоскої допоміжної задачі у відповідності до теорії М.І.Мусхелішвілі використана функція комплексного змінного $z=x+iy$.

При оцінці напружено-деформованого стану вузлів

використані результати теоретичних досліджень труботбетону, що є в роботах Л.І. Стороженка. В результаті сумісного вирішення рівнянь отримані формули для визначення поздовжніх та поперечних напружень, деформацій та переміщень в ядрі і оболонці. Наведено кінцеві формули для визначення деформацій

$$\begin{aligned} \varepsilon_{nx} = & \alpha_1 (\alpha_n A'_n - \beta_n A'_n - v_n) + \beta_n F'_n (x - y) / r + \\ & + \alpha_2 (2\alpha_n A''_n - 4\beta_n A''_n - v_n) x - 2\beta_n F''_n x (3y^2 - x^2) / r^6; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{ny} = & \alpha_1 (\alpha_n A'_n - \beta_n A'_n - v_n) + \beta_n F'_n (x^2 - y^2) / r^4 + \\ & + \alpha_2 (2\alpha_n A''_n - v_n) x - 2\beta_n F''_n x (3y^2 - x^2) / r^6; \end{aligned}$$

$$\varepsilon_{nz} = \alpha_1 + \alpha_2 x; \quad \gamma_{nyz} = 0; \quad \gamma_{nzx} = 0;$$

$$\gamma_{nky} = 4\alpha_1 \beta_n F'_n xy / r^4 + 4\alpha_2 (\beta_n F''_n y (3x^2 - y^2) / r^6 - \beta_n A''_n y);$$

де $n = 1, 2, 3, 4$ - номери складових частин перерізу вузла. Значення параметрів, що входять в формули, наведені в дисертації.

При вирішенні задачі з урахуванням пластичних деформацій використані змінні модулі деформацій згідно пропозиції А.А. Ільюшина.

Отримане в дисертації рішення для стадії пружної та пластичної роботи елементів реалізовано для розрахунків на ЕОМ в програмі "ТЪРАМА", яка написана на Фортрані-77. В пластичній стадії роботи напруги та деформації обчислюються в підпрограмі "DnPL", обчислення деформацій та напруги в пружній стадії здійснюється за допомогою підпрограми "Defnd". Програма знаходиться в Полтавському технічному університеті. Порівняння теоретичних та експериментальних значень напружень, деформацій

та змішень показало, що вони співпадають задовільно.

Наведений метод оцінки напружено-деформованого стану вузлів навіть при наявності програми для обрахунків на ЕОМ, достатньо складний для інженерних розрахунків. Тому для інженерних розрахунків вузлів трубобетонної рами розроблені більш прості методи.

На рис.5 показано поперечний переріз карнизного вузла, підсиленого ребром жорсткості. Метод розрахунку, побудовано з урахуванням передумов, що епіра напружень в стиснутій зоні перерізу в бетоні і трубі (для пружної стадії роботи), в розтягнутій зоні в бетоні і трубі (для пружної і пластичної стадії роботи) трикутна, епіра напружень в стиснутій зоні перерізу в бетоні і трубі (для пластичної стадії роботи) описана кривою другого порядку, задовольняється гіпотеза плоских перерізів та умови статички: $\Sigma N = 0$, $\Sigma M = 0$.

Невідомими в двох рівняннях статички є напруження в найбільш стиснутому волокні сталеві труби-оболонки і центральний кут α .

$$N = 2r_1 \left[\delta \left(\frac{R ((\cos\alpha(\pi-\alpha) + \sin\alpha) - (\sin\alpha - \alpha\cos\alpha))}{1 + \cos\alpha} \right) + \right. \\ \left. + r_1 \left(\frac{R(\omega_{11} - \omega_{12})}{1 + \cos\alpha} \right) \right] + A R_{s1} = 0,$$

$$M = 2r_1^2 \left[\delta \left(\frac{R (\cos\alpha \sin\alpha + \frac{\pi-\alpha}{2} - \frac{\sin 2\alpha}{4})}{1 + \cos\alpha} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{R_s \left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\sin 2\alpha}{4} - \cos\alpha \sin\alpha \right)}{1 + \cos\alpha} \right) \right] +$$

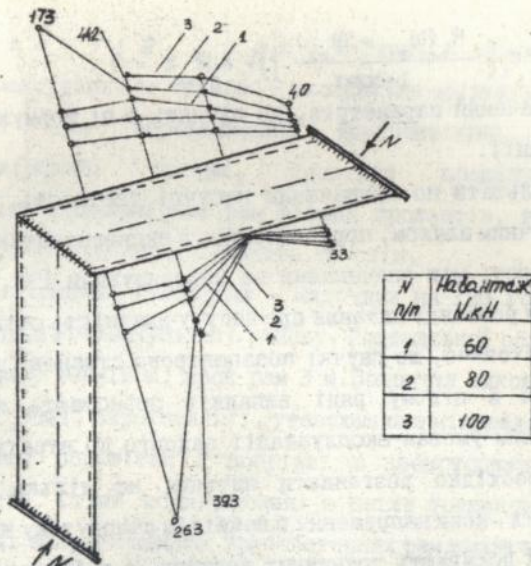


Рис.4. Залежність поздовжніх деформацій від навантаження зразка ТБ-1-1-1

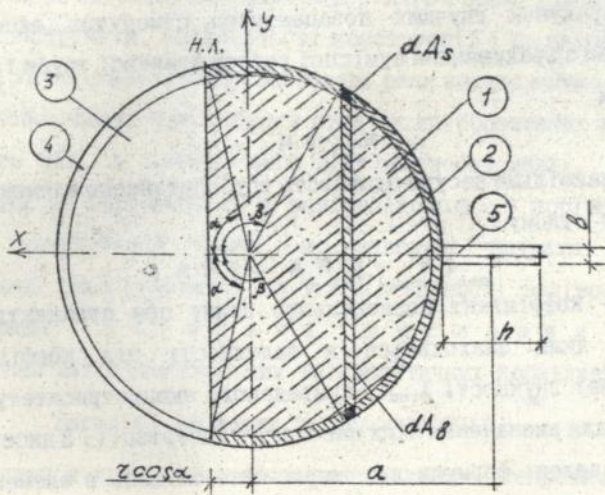


Рис.5. Розрахункова схема поперечного перерізу карнизного вузла

$$+ r_1 \left[\frac{R_b (\dot{u}_{21} + \dot{u}_{22})}{1 + \cos \alpha} \right] + A R_{s1} \alpha = 0 .$$

Значення параметрів, що входять в ці формули наведені в дисертації.

Результати по визначенню несучої здатності, що отримані теоретичним шляхом, порівнювались з експериментальними даними. Розбіжності між значеннями не перевищували 13%.

При розгляді питання про несучу здатність стійки та ригеля рами враховано, що гнучкі позацентрово стиснені труботетонні елементи в цілому ряді випадків перестають задовольняти нормальним умовам експлуатації задовго до втрати стійкості. Тому необхідно розглядати питання не тільки про несучу здатність, коли напруження в найбільш стиснутому волокні труби і бетону досягають граничних величин, а в бетоні утворюються мікротріщини, які приводять його в псевдопластичний матеріал, але й про втрату стійкості такого елемента.

Розрахунок гнучких позацентрово стиснутих елементів проводимо з врахуванням сумісної роботи сталеві труби і бетону за умови

$$N \leq \varphi N_{\max}$$

де N_{\max} - найбільша несуча здатність труботетонного елемента при осьовому стиску.

$$N_{\max} = N_{sb} = \gamma_{sb} R_b A_b + \gamma_{ss} R_s A_s ,$$

φ - коефіцієнт поздовжнього згину при позацентровому стиску, який знаходиться в залежності від коефіцієнта приведенної гнучкості λ_{red} і приведеного ексцентриситету e_{red} , формули для визначення яких наведені в дисертації. В дисертації також наведені формули для визначення зміщень в елементах рами.

У четвертій главі містяться результати дослідного проектування та техніко - економічне обґрунтування запропонованої для впровадження трубобетонної рами сільськогосподарської будови. Дослідне проектування виконувалось для тришарнірних рам різних прольотів, висоти стійки, конструктивних схем покриття та стін.

Було запроектовано свинарник - маточник на 120 голів в радгоспі ім. Шорса Кременчуцького району, Полтавської області. Будова має розмір 108×18 м, крок рам 3 м. Покриття виконане з дощок підшивки стелі, пароізоляції, утеплювача з мінераловатних плит, дерев'яної обрешітки і покрівлі з азбестоцементних хвилястих листів. Стіни запроектовані з цегли товщиною 51 см.

На прикладі запроектованих трубобетонних рам визначалась їх техніко - економічна ефективність. Трубобетонні конструкції порівнювались з залізобетонними. Порівняння варіантів проводилось по витратах основних матеріалів (сталі і бетону), по вазі конструкцій, собівартості конструкції і по наведеним витратам. Установлено, що трубобетонні рами значно економічніші від залізобетонних. Так витрати сталі в трубобетонних рамах становлять 93%, а бетону - 25% від залізобетонних; маса конструкцій не перевищує 40 % залізобетонних. З порівняння вартості конструкцій видно, що наведені витрати на трубобетонні рами складають до 84% від вартості залізобетонних.

Зроблені загальні висновки за результатами експериментальних та теоретичних досліджень.

Загальні висновки та рекомендації

Дисертація присвячена експериментально - теоретичному

дослідженню поперечних рам сільськогосподарських будов із труобетону, вивченню напружено - деформованого стану елементів та вузлів рам при короточасній дії навантаження. На основі досліджень зроблені наступні висновки:

1. Індустріальні тришарні рами виконані з залізобетону і сталі, знайшли широке розповсюдження у багатьох країнах світу. Для зменшення ваги, покращення конструктивних показників, зменшення вартості будівельних конструкцій, можливості виготовлення конструкцій безпосередньо на будівельному майданчику, доцільно проводити дослідження нових конструктивних схем, в тому числі труобетонних.

2. За своїми фізико - механічними властивостями матеріали, які прийнято для виготовлення дослідних зразків, технологія виготовлення та розміри зразків відповідають реальним вимогам будівництва поперечних рам сільськогосподарських будов.

3. В результаті експериментальних досліджень вузлів труобетонних рам встановлено, що на всіх етапах завантаження бетон і сталь в працюють сумісно. Особливістю роботи вузлів труобетонних рам є те, що із збільшенням позакентровано стисненого навантаження нейтральна вісь практично не переміщується. Відмінність між зусиллями, які відповідають границі плинності і границі пружності досягає 15-25%. В процесі завантаження проходить значний перерозподіл напружень з оболонки на ядро. Вузли труобетонних рам не вдалось зруйнувати в загальноприйнятому розумінні слова. Отримуючи значні деформації зразки продовжували витримувати навантаження. Із досліджених найперспективнішими є вузли, підсилені ребрами жорсткості, а найтехнологічнішими - де ригель і стійка з'єднані встик.

4. Запропоновані математичні моделі поведінки трубобетонних вузлів рам при дії поздовжніх сил та згинальних моментів дозволяють оцінити напружено-деформований стан досліджуваних конструкцій в пружній та пластичній стадіях роботи. Розроблені інженерні методи розрахунку несучої здатності і деформативності трубобетонних рам дозволяють з необхідною надійністю проектувати такі конструкції. Експериментальні дослідження несучої здатності і деформативності різних типів вузлів трубобетонних рам підтвердили з достатньою точністю результати, отримані теоретичним шляхом.

5. За результатами дослідного проектування поперечних трубобетонних рам сільськогосподарської будови зроблено висновок про доцільність впровадження у виробництво цих несучих конструкцій. При застосуванні трубобетонних рам замість залізобетонних можна економити до 70% цементу, до 7% сталі, до 16% наведених витрат та до 60% маси конструкції.

Основний зміст дисертаційної роботи опубліковано в наступних роботах:

1. Лапенко А.И. Поперечные рамы сельскохозяйственных производственных зданий из трубобетона. "Тезисы докладов 42 научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, аспирантов и студентов института". -Полтава. 1990. -С.97.

2. Лапенко О.І. Деформований стан карнизних вузлів трубобетонних рам сільськогосподарських будов. "Тези доповідей 43 наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів інституту". -Полтава. 1991. -С.67.

3. Лапенко О.І. Работа конькового узла трубобетонной рамы сільськогосподарської споруди. "Тези доповідей 43 наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів інституту".-Полтава.1991. -С.68.

4. Лапенко А.И. Узлы сопряжения трубобетонных элементов в рамках сельскохозяйственных производственных зданий. "Эффективные строительные материалы и конструкции, используемые при возведении зданий и сооружений". Сборник научных трудов. -Киев: УМК ВО. 1992. -с.43-49.

5. Стороженко Л.И., Лапенко А.И. Поперечная рама из трубобетона. Инф. лист № 22-94. -Харьков: ЦНТЭИ. 1994. -4с.

АННОТАЦИЯ

Лапенко А.И. "Поперечные рамы производственных сельскохозяйственных зданий из трубобетона".

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 05.23.01 - строительные конструкции, здания и сооружения. Полтавский технический университет. Полтава.1996.

Экспериментально исследована работа узлов трубобетонной рамы при кратковременном действии нагрузки. Предложен метод оценки напряженно-деформированного состояния элементов и узлов трубобетонной рамы, а также способ расчета несущей способности, а также рамы в целом.

Предлагаемые конструкции трубобетонной рамы запроектированы и внедрены при строительстве сельскохозяйственного здания.

Ключевые слова: трубобетон, элемент, узел, рама, напряженно-деформированный стан, несущая способность, стиск, изгиб, усиление.

ANNOTATION

Lapenko A.I. "Cross-sectioned frames of industrial agricultural structures made of concrete filled steel tubes.

Dissertation for degree of Candidate of Technical Sciences, speciality 05.23.01—Building Structures, Buildings & Structures. Poltava Technical University, Poltava, 1996.

Both the estimation of stress and deformation state of elements and units of concrete filled steel tube frames and estimation method of their limit strength, as well as the frame on the whole have been proposed.

Proposed structures of concrete filled steel tubes frame have been designed and implemented in the course of construction of the agricultural building.

Key words: concrete filled steel tube, element, unit, frame, stress and deformation state, limit strength, compression, bending

Alapenko

248.33.3A

AV 33.849