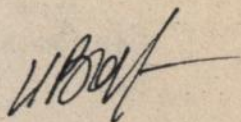


Полтавський технічний університет

На правах рукопису

ВИСОЧИН ІВАН АНДРІЙОВИЧ



ЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ СПОРУД

ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

05.23.01-будівельні конструкції,
будівлі та споруди

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук

Полтава - 1996

Дисертацією є рукопис
Робота виконана на кафедрі промислового та цивільного
будівництва Сумського сільськогосподарського інституту.

Науковий керівник - доктор технічних наук,
професор Л.М.Фомиця
Офіційні опоненти: - доктор технічних наук,
професор І.Н. Скриль;
- кандидат технічних наук,
доцент В.Б. Гончаров.
Провідна організація: "УКРНДІагропроект".

Захист відбудеться "15" "10" "1996 року о 14⁰⁰
годині на засіданні спеціалізованої ради Д 25.01.02 із
спеціальності "Будівельні конструкції, будівлі та споруди"
Полтавського технічного університету за адресою: 314601,
м.Полтава, Першотравневий проспект, 24.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Полтавсь-
кого технічного університету.

Автореферат розіслано "20" "10" "1996 року.

Вчений секретар спеціалізованої
ради, доктор технічних наук,
професор

Бондар В.О.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00752215 (М)

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В зв'язку із переходом всього народного господарства України на ринкові відносини структура будівництва від багатопверхового житла та крупних промислових і сільськогосподарських будівель змістилася в сторону будівництва малоповерхових житлових будинків і невеликих за розмірами господарських будівель та споруд.

Посилилися вимоги до матеріалу для зовнішніх стін. Товщина зовнішньої стіни із повнотілої цегли збільшилася у 2,0 - 2,5 рази. Застосування легкого за питомою вагою, дешевого матеріалу стримується відсутністю ефективної каркасної схеми для малоповерхової забудови, де кількість різновидностей збірного залізобетону була б зведена до мінімуму. Цим обґрунтовується актуальність розробки нових просторових конструкцій, які б дозволили зняти зі стін навантаження, забезпечували б зручність їх монтажу та застосування дешевого, теплоізоляційного хоча і маломіцного матеріалу для зовнішніх стін.

Об'єкт досліджень - ефективні, залізобетонні або керамзитозалізобетонні конструкції для фахверку стін, перекриття і даху.

Ціль роботи полягає у створенні, дослідженні та впровадженні ефективних конструкцій для малоповерхових будівель та споруд.

Методологія досліджень. Математичне та фізичне моделювання, експериментальні дослідження натурних зразків.

Наукову новизну роботи складають:

- розробка і дослідження ефективного конструктивного елемента, що складається із плити перекриття, поєднаної з елементами стінового фахверку. Конструктивний елемент можна використати для каркасу стін з перекриттям та утворення даху;

- розробка рекомендацій по проектуванню просторових рам з вузлами кінцевої жорсткості;
- конструкція даху з ефективних конструкцій;
- розробка пропозицій по конструкції стін з теплоізоляційних, дешевих місцевих матеріалів;

П р а к т и ч н а ц і н н і с т ь р о б о т и :

- розроблені проектні пропозиції ефективних, об'ємних конструкцій для фахверку стін, перекриття та улаштування дахів з їх оптимальними фізико-геометричними характеристиками, які пройшли апробацію в проектних та виробничих організаціях і рекомендовані для широкого застосування;
- запропонована технологія виготовлення конструкцій, транспортування і їх монтаж;
- розроблені технічні умови на виробництво ефективних об'ємних конструкцій.

Д о с т о в і р н і с т ь р е з у л ь т а т і в підтверджується показниками зіставлення теоретичних розрахунків натурної моделі рамного блоку з експериментальними даними випробування конструкцій.

Результати досліджень знайшли застосування:

- при проектуванні та зведенні двоквартирного житлового будинку із господарчими будівлями в с.м.т.Степанівка Сумської області;

- в практиці проектування будівель фермерських господарств для фермерської організації "РОФЕС" м.Ромни Сумської області.

А п р о б а ц і я р о б о т и. Результати роботи доповідались на регіональній науково-практичній та методологічній конференції "Дослідження роботи залізобетонних елементів і конструкцій для цивільного, промислового та сільського будівництва", м. Рівне, 1993р.; на міжнародній конференції "Матеріали для будівельних конструкцій" м.Дніпропетровськ, 1994р.; на міжнародній науково-практичній конференції "Удосконалення будівельних матеріалів, технологій і методів розрахунку конструкцій

у нових економічних умовах". м. Суми, 1994р.; на науковій конференції " Напрямки підвищення продуктивності та якості сільськогосподарської продукції". м. Суми, 1995р.; на науково-технічній конференції " Отчетная научно-техническая конференция АСХИ по итогам за 1995г.". м. Луганськ, 1995р.; на наукових конференціях професорсько-викладацького складу Сумського сільськогосподарського інституту за період 1993- 1996 роки; на кафедрі архітектури будівель та міського будівництва Полтавського технічного університету 27.06.1996 р.

Обсяг роботи. Робота складається із вступу, чотирьох глав, заключної частини, списку використаної літератури із 134 найменувань та трьох додатків. У роботі 173 сторінки, в тому числі 170 сторінок основного тексту, 46 рисунків, 24 таблиці.

ЗМІСТ РОБОТИ

У першій главі дано аналіз сучасного стану фермерських забудов. Розглянуті проектні пропозиції фермерських господарств найбільш розвинених демократичних країн, проектні пропозиції фірм Російської Федерації та України.

В результаті аналізу архітектурно-планувальних вирішень житлових будинків та виробничих будівель і споруд фермерських дворів встановлено наступне:

- житлові будинки та виробничі споруди мають велику різновидність залізобетонних плит перекриття від 2.4 до 9.0 (м);

- зовнішні і внутрішні несучі стіни побудовані з міцного, теплопровідного з великою питомою вагою (20.0 кН/м³) матеріалу і мають значну товщину, тому що вони сприймають постійні та тимчасові навантаження від перекриттів;

- зведення дахів на всіх житлових і багатьох виробничих будівлях ведеться із гостродефіцитної деревини;

- існуюча каркасна схема для малоповерхової забудови не є ефективною, тому що має велику різновидність збірного залізобетону: колони, ригелі, плити перекриття та покриття а також діафрагми жорсткостей.

На основі проведеного аналізу оптимізовано основні розміри житлових будинків, виробничих споруд та сформульована мета досліджень.

У другій главі автор:

- розробив нові об'ємні конструктивні елементи для малоповерхових житлових будинків, виробничих будівель та споруд для фермерського двору та будівництва на селі, визначив та обгрунтував їх оптимальні габарити у відповідності до норм проектування та будівництва;

- визначив варіанти блокування різних за розмірами виробничих та житлових будівель;

- запропонував варіанти зовнішніх стін із дешевих, теплоізоляційних місцевих матеріалів.

Об'ємний елемент 1 (рис.1) складається із плити перекриття та стінової панелі, яка може бути суцільною, із дверним або віконним отвором, у вигляді рами (два стояки та два ригелі). Плита перекриття виготовляється суцільною або у вигляді рами.

Два таких елементи, поставлених на фундамент, утворюють раму прогоном 6.0 м. Для збільшення прогону до 9.0 м можна використати допоміжну плиту (елемент 2 див.рис.2).

Об'ємний конструктивний елемент 1 може виготовлятися:

- із жорстким вузловим з'єднанням під кутом 90 град. між стіновою панеллю та плитою перекриття (рис.1);

- із збірних елементів плити перекриття та металевої рами фахверку. Рама з'єднується з плитою без зварювання і омонолічується бетоном (рис.3).

Із ефективних конструкцій можна будувати житло до трьох поверхів включно та одноповерхові виробничі споруди. Висота поверху складе 3.0 або 6.0 м, прогін 6.0 або 9.0 м. З об'ємних елементів можна зконструювати дах. Покрівлю даху можна влаштовувати в індустріальних умовах.

Методами математичного моделювання за допомогою програм-

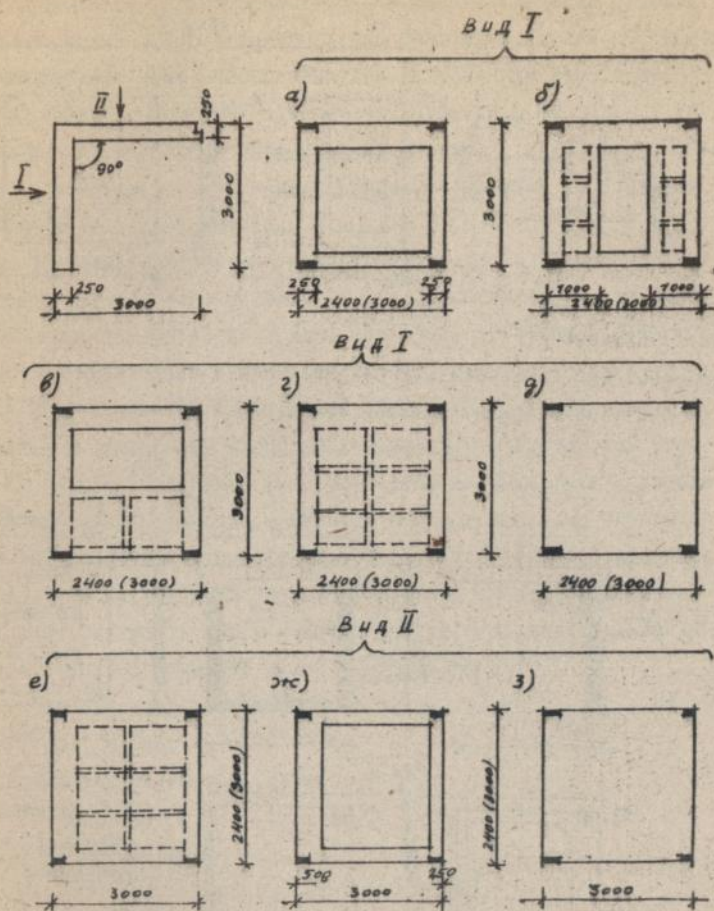


Рис.1. Об'ємний елемент 1

- а) стінова панель у вигляді рами; б) стінова панель з дверним отвором; в) стінова панель з віконним отвором; г) суцільна тришарова або ребриста стінова панель; д) суцільна керамзитозалізобетонна стінова панель; е) суцільна тришарова або ребриста плита перекриття; ж) плита перекриття у вигляді рами; з) суцільна керамзитозалізобетонна плита перекриття

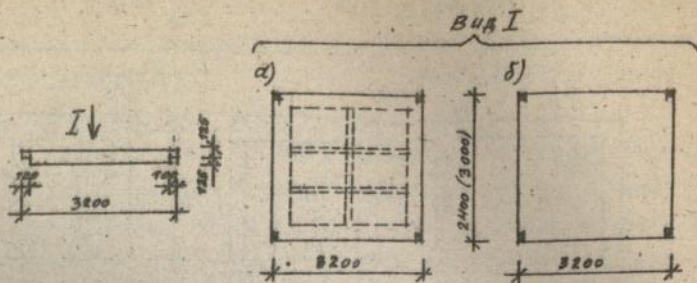


Рис. 2. Елемент 2

- а) суцільна тришарова або ребриста плита перекриття;
 б) суцільна керамзитозалізобетонна плита перекриття.

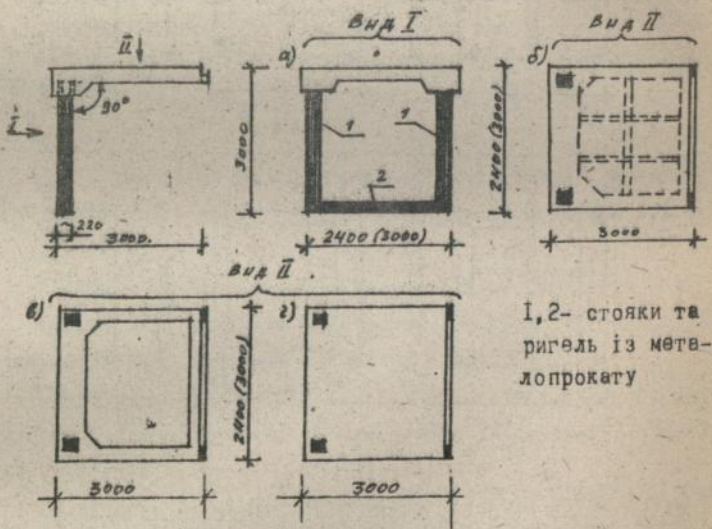


Рис. 3. Збірний об'ємний елемент

- а) стінова панель у вигляді рами;
 б) суцільна тришарова або ребриста плита перекриття;
 в) плита перекриття у вигляді рами;
 г) суцільна керамзитозалізобетонна плита перекриття.

ного комплексу "REKON" проведено порівняння основних параметрів напружено-деформованого стану просторової рами наступних розрахункових схем: чотиришарнірна з неповними шарнірами; двошарнірна із жорстким заземленням стоек у фундамент; двошарнірна із шарнірним опиранням на фундамент та жорстким з'єднанням у ригелі; із шарнірним опиранням ригелів та жорстким заземленням у фундамент.

Порівняння напружено-деформованого стану велося по трьох параметрах: подовжнє зусилля N , згинаючий момент M_u та поперечна сила Q_z . Аналізуючи дані порівнянь схем рам з різною жорсткістю суцільного перерізу ригеля рами $B=EI$ при $B_1=0$; $B_2=0.2EI$; $B_3=0.4EI$; $B_4=0.6EI$; $B_5=0.8EI$ та $B_6=1.0EI$, автор прийняв розрахункову схему рами з вузлами кінцевої жорсткості $B=0.2EI$. Розрахунки вибраної схеми виконувалися з допомогою програмного комплексу "REKON" на персональному комп'ютері IBM-386 по методу кінцевих елементів. Така рама є статично невизначеною системою, а вузлові з'єднання стержневих елементів рами, що мають якусь кінцеву жорсткість, моделюються як окремі кінцеві елементи малої довжини.

При розрахунках використано математичний апарат у матричній формі, а саме:

рівняння рівноваги в зусиллях;

$$[A] \{S\} = \{F\},$$

або в переміщеннях:

$$[A] [D] [A]^T \{u\} = \{F\}, \quad (1)$$

геометричні рівняння:

$$\{\Delta\} = [A] \{u\}, \quad (2)$$

рівняння нерозривності деформацій:

$$[Lx]^T \{\Delta\} = 0, \quad (3)$$

фізичний закон (залежність Гюка)

$$\{\theta\} = [D] \{S\} \quad (4)$$

Сукупність матричних рівнянь, що визначають напружено-деформований стан пружної стержневої системи має вигляд:

$$\left. \begin{aligned}
 [A] (S) &= (F), \\
 [A_c] (S) + (R) &= (0), \\
 [A] (u) - (\theta) &= (0), \\
 - [D] (S) + (0) &= (0) + \\
 + [A_c]^T (u_c).
 \end{aligned} \right\} (5)$$

де: $[A]$ – матриця коефіцієнтів рівнянь рівноваги,

(S) – вектор узагальнених зусиль,

(F) – вектор зовнішнього навантаження,

$[A_c]$ – $(n \times m)$ – мірна матриця коефіцієнтів рівнянь
рівноваги опірних вузлів,

(R) – вектор опірних реакцій,

$[A]^T$ – матриця коефіцієнтів геометричних рівнянь,

(u) – вектор переміщень,

(θ) – вектор узагальнених деформацій,

$[D]$ – матриця податливості системи,

$[A_c]^T$ – $(n \times r)$ – мірна матриця коефіцієнтів додаткових
геометричних рівнянь, які є транспонованою
матрицею рівнянь рівноваги опірних вузлів,

(U_c) – вектор переміщень опор,

(θ_0) – вектор, характеризуючий попереднє деформування,

(Δ) – вектор деформації стержня.

Теоретичні розрахунки одноповерхової плоскої рами із чотирима напівшарнірними вузловими з'єднаннями дають підставу застосовувати триповерхову раму із напівшарнірним вузловим з'єднанням. Для триповерхової рамної схеми були застосовані ті ж навантаження, що і для одноповерхової рами. Найбільші зусилля, що виникли у стояках першого поверху від вертикального силового фактору N у рамі склали – 124,8 кН. Найбільш навантаженим виявився ригель між другим та третім поверхами від згинаючих моментів M_u . Аналіз показників рамної схеми від зусиль N та M_u , підтверджує вірність прийняття напівшарнірних вузлових з'єднань, в якій зусилля оптимальні, крім того у практиці будівництва створення ідеального шарнірного, а також абсолютно

жорсткого вузлових з'єднань практично неможливе. З метою дослідження найбільшої ефективності просторових конструкцій по витратах матеріалів проведено дослідження впливу жорсткості вузлових з'єднань напіврам (елементів 1) між собою, а також з плитою (елемент 2) по методиці, що викладена вище для плоских рам.

Рекомендується приймати: для опірних вузлів $\alpha=0.2$, для з'єднання ригелів $\alpha=0.1$. На підставі цього можна розраховувати конструкцію напівшарнірних вузлів в просторових рамах. Для визначення параметрів деталей стику на 1 п.м. вузла можна використовувати рівняння

$$\sum E_S I_{Sy} = \alpha E_B I.$$

де E_S - модуль пружності матеріалу вузлових з'єднань,

E_B - модуль деформації керамзитобетону плити покриття,

I_{Sy} - момент інерції деталей з'єднань, що працюють в стику, відносно нейтрального шару,

I - момент інерції поперечного перерізу бетонної плити шириною 1м,

α - коефіцієнт зниження жорсткості вузла.

У третій главі викладені результати експериментальних досліджень просторового рамного керамзитозалізобетонного блоку, який було збудовано із двох елементів 1 та одного елементу 2 (рис. 1 та 2). Габарити елементу 1 - 6.0 x 2.4 x 0.25 (м). Габарити елементу 2 - 3.2 x 2.4 x 0.25 (м).

Всього було виготовлено по три зразки рами, результати їх випробувань після обробки усереднювались. Експериментальні зразки випробувались на спеціальному силовому стенді Сумського відділення НДПромбудов. Стенд включає в собі силову підлогу, на якій кріпляться силові стояки, що підтримують розподільні балки. Навантаження на експериментальну раму передається

гідравлічними демкратами через систему розподільчих балок.

Дослідження просторової рами велося тільки від вертикального завантаження. В процесі дослідження рами вимірювалися прогини переміщення стовпів та деформації YY елементів, які після обробки порівнювалися з результатами розрахунків, одержаних під час математичного моделювання. Для фіксації лінійних переміщень використовувалися прогиноміри із точністю поділок 0,1 мм та індикатори годинникового типу із точністю поділок 0,01 мм. У найбільш напруженому перерізі деформації робочої арматури контролювалися за допомогою тензометрів Гугенбергера. Ширину розкриття тріщин вимірювали мікроскопом Фрінеля із точністю поділок до 0,01 мм.

Виходячи із теоретичних розрахунків та експериментальних досліджень, можна констатувати, що проведені експериментальні дослідження натурального зразка, запропонованої керамзитозалізобетонної рами, показали її працездатність і можливість впровадження для будівництва малоповерхових житлових будинків та виробничих споруд. На рис.4 показано аналіз експериментальних і теоретичних досліджень переміщень плит та стовпів рами.

У четвертій главі наводяться приклади втілення розробок автора у виробництво та розглядаються особливості технології будівельних робіт. По замовленню Сумського обласного управління по будівництву, ремонту та утриманню автомобільних доріг "Облавтодор" розроблено проектну документацію на будівництво двоповерхового будинку на дві чотирикімнатні квартири та господарчі будівлі в с.м.т. Степанівка Сумського району із об'ємних конструктивних елементів. Документацію розробляв творчий тимчасовий колектив при дирекції Сумського відділення Інженерної Академії України.

Для визначення ефективності об'ємних конструкцій автор виконав порівняльний аналіз риночних цін на будівлю із набором традиційних залізобетонних конструкцій та на таку ж за розмірами будівлю із набором об'ємних ефективних конструкцій. Ці-

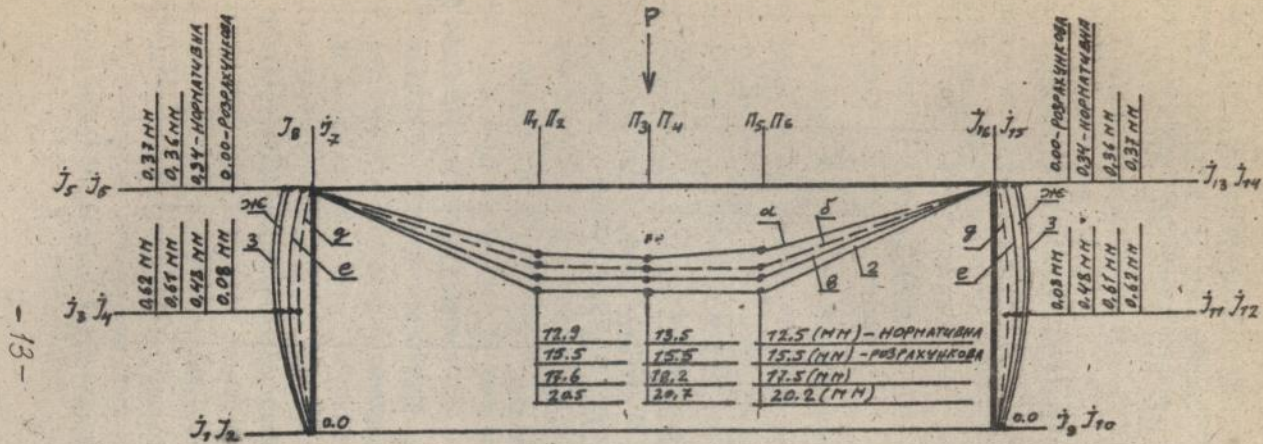


Рис. 4. Епюри переміщень

Умовні позначення: $I_1 \div I_{16}$ - індикатори годинникового типу, $\Pi_1 \div \Pi_6$ - прогиноміри.

Прогин плити: а) 6-та ступінь навантаження 1.8кН/м²; б) прогин плити розрахунковий; в) 7-ма ступінь навантаження 2.1кН/м²; г) прогин плити під час 20-ти хвилинної витримки під навантаженням 2.1кН/м². Прогин стояків: д) розрахунковий; е) 6-та ступінь навантаження 1.8кН/м²; ж) 7-ма ступінь навантаження 2.1кН/м²; з) прогин стояків під час 20-ти хвилинної витримки під навантаженням 2.1кН/м²

ни взяті на державнім підприємстві "Сумизалізобетон" в USD, які склалися на 01.01.1996 року. Результати аналізу показників економічної ефективності запропонованих об'ємних конструкцій наведені в табл.1.

Таблиця 1

Показники економічної ефективності запропонованих об'ємних конструкцій

N схеми	Характеристика об'єкту	Об'єм кон- струкцій будівлі м ³	Вага однієї кон- струк- ції кН	Вартість каркасу будівлі USD	Ефек- тив- ність %
1	2	3	4	5	6
(Розміри триповерхової будівлі: ширина - 9м; довжина - 12м; висота - 9.0 м)					
1	Каркас будівлі з традиційних залізобетонних конструкцій серії 1.020-1/83	96.33	2312	15979.60	4.00
2	Каркас будівлі із просторових рам з важкого бетону з ефективним тепло- та звукоізоляційним заповненням	93.07	2100	14194.30	11.20
3	Каркас будівлі із просторових рам з керамзитозалізобетону	112.56	1959	13540.80	15.26

Із таблиці 1 видно, що будівлі із аналогічними розмірами,

але із різними конструкціями будуть дешевші від вартості будівель із традиційних конструкцій:

- із залізобетонними з ефективним утеплювачем об'ємними конструкціями на 1785.30 USD (11.20%);
- із керамзитозалізобетонними об'ємними конструкціями на 2438.80 USD (15.26%).

На ефективні конструкції розроблено технічні умови на виробництво та їх застосування для зведення малоповерхових будівель та виробничих споруд.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу архітектурно-планувальних і конструктивних рішень малоповерхових будівель, що застосовуються для будівництва фермерських дворів; застосовано просторовий конструктивний елемент у вигляді об'ємної напіврамі, що дає:

- значно скоротити витрати робочого часу при монтажі фахверку стін, перекритті та влаштуванні даху за рахунок того, що об'ємний елемент і складається із плити перекриття в поєднанні зі стіновим фахверком. Для влаштування поперечної рами будівлі необхідно змонтувати для прогону 6.0 м два елементи 1, а для прогону 9.0 м - два елементи 1 та один елемент 2. Для влаштування даху застосовують три елементи 1, які повернуті під кутом 45 градусів до площини перекриття;

- застосовувати легкий за питомою масою теплоізоляційний та дешевий матеріал для стін;

- забезпечувати просторову жорсткість будівлі в подовжньому і поперечному напрямці без застосування діафрагм жорсткостей;

- скоротити кількість та різновидність збірних елементів;

- замінити внутрішні несучі стіни на легкі і, при необхідності, трансформуючі перегородки.

2. Досліджено напружено-деформований стан рамної системи

з різними шорсткостями вузлів під дією можливих навантажень методами математичного моделювання, що дало змогу вибрати найбільш доцільну розрахункову схему.

3. Запропоновано конструкцію просторової рами з напівшарнірними вузлами, досліджено такий вузол і розроблено методику його розрахунку і конструювання.

4. Проведені експериментальні дослідження натурального зразка запропонованої керамзитозалізобетонної рами, які показали її працездатність і можливість впровадження в виробництво.

5. Дано практичні рекомендації щодо проектування будинків з просторових конструкцій з напівшарнірними вузлами.

6. Розроблені варіанти технології виготовлення та монтажу об'ємних рамних конструкцій, в тому числі у вигляді плоскої плити, яка перетворюється у просторову напівраму на будівельному майданчику перед монтажем.

7. Дано рекомендації щодо конструкції стін з легких і дешевих теплоізоляційних матеріалів та технології їх виготовлення.

8. Проведено аналіз економічної ефективності пропозиції автора. Економічний ефект склав при застосуванні об'ємних залізобетонних конструкцій з ефективним утеплювачем 31,3%, а із застосуванням об'ємних керамзитозалізобетонних конструкцій – 15,26% до аналогічної за розмірами будівлі із набором традиційних залізобетонних конструкцій.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ І РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ОПУБЛІКОВАНІ В ТАКИХ ПРАЦЯХ:

1. Височин І.А., Фомиця Л.М. Розробка модульного конструктивного елементу для фермерських господарств. – Тези доповідей на регіональній науково-практичній конференції "Дослідження роботи залізобетонних елементів і конструкцій для цивільного, промислового та сільського будівництва" – Рівне: УІІВГ, 1993р. – С. 138-139.

2. Фомица Л.Н., Височин И.А. Модульный конструктивный элемент для фермерского хозяйства. – Тезисы докладов III-й Международной научной конференции "Материалы для строительных конструкций". – ИСМВ'94. – Днепропетровск.: ДИСИ, 1994. – С.99.

3. Височин И.А., Височина Т.А. Объемно-планировочные решения семейных (фермерских) хозяйств по народным промыслам // Совершенствование строительных материалов, технологий и методов расчета конструкций в новых экономических условиях. Материалы международной научно-практической конференции. ССХИ., 1994; Тез. докл. – Суми МНП "Ирия" ЛТД, С.256-257.

4. Височин И.А., Височина Т.О. Стінові будівельні матеріали із глини // Напрямки підвищення продуктивності та якості сільськогосподарської продукції. Матеріали наукової конференції Сумський СГІ, 1995 : Тез. док. – Суми: 1995. – С.99.

5. Височин И.А., Височина Т.О. Объемно-планировочные решения будівель сімейних (фермерських) господарств // Отчетная научно-техническая конференция ЛСХИ по итогам за 1995 год. Материалы научно-технической конференции. ЛСХИ., 1995; Тез. док. – Луганск, С.105.

АННОТАЦИЯ

Височин И.А. Эффективные конструкции сооружений фермерских хозяйств.

Дисертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.07 – строительные конструкции, здания и сооружения, Полтавский технический университет, Полтава, 1996г.

Работа посвящена разработке и исследованию новых пространственных конструкций рамы каркаса для малоэтажных жилых и производственных зданий фермерских хозяйств, выполняемых из тяжелого или легкого бетонов со стеновым заполнителем из эффективных местных материалов. Исследована расчетная схема пространственной рамы с неполными шарнирами, предложена целесообразная жесткость

узлов и методика их расчета. Предложены конструкции объемных элементов рамы, технология их изготовления и монтажа. Рассмотрены варианты конструкций стен. Осуществлено промышленное внедрение предложенных конструкций, обеспечивающее экономию общих затрат не менее 15% по сравнению с традиционными.

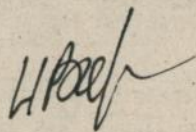
ABSTRACT

Visochin I.A. Effective constructions of farm buildings.

This thesis is dedication of elaboration and research new space constructions of framework for one storeyed houses and industrial farm buildings, made from reinforced (hard) and prestressed (light) concretes with wall filling from effective local materials.

It was researched calculator scheme of space brame with incomplete hinges. It was offered expedient harol knots and method of their calculation. It was offered constructions of capacions brame partes, technology of theier making and assembling. It was considerationed versions of effective wall constructions. It was carried out industrial application of this constructions, making sure economy of general expenditure more then 15% us compared with traditionul expenditure.

Ключові слова: просторові рами, об'ємні елементи, вузли з неповними шарнірами, зусилля, прогини, деформації, моделювання



188.00 3A

COT. 3. N2417, m. 100x18+2.

1136488

AB 35.284