

ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

НАГОРНИЙ МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 624.041.6:69.058

ЕФЕКТИВНІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ МАЛОПОВЕРХОВИХ  
ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Спеціальність 05.23.01 – будівельні конструкції,  
будівлі та споруди

АВТОРЕФЕРТ  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
андидата технічних наук

Харків - 2001

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Сумському державному аграрному університеті Міністерства аграрної політики України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор **Фомиця** Леонід Миколайович, завідувач кафедри будівельних конструкцій Сумського державного аграрного університету.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор **Шмуклер** Валерій Самуїлович, професор кафедри будівельних конструкцій Харківської державної академії міського господарства;

кандидат технічних наук, доцент **Копейко** Анатолій Євгенович, доцент кафедри залізобетонних конструкцій Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури.

Провідна установа: Полтавський державний технічний університет імені Юрія Кондратюка, кафедра архітектури промислових та цивільних будівель, Міністерства освіти та науки України, м. Полтава.

Захист відбудеться 26 червня 2001 р. о 14<sup>30</sup> год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.02 Харківської державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м.Харків, майд.Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківської державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м.Харків, майд.Фейєрбаха,7.

Автореферат розісланий 25 травня 2001 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради Д 64.820.02,  
кандидат технічних наук, доцент

Єрмак Є.М.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Закон України про енергозбереження поставив перед будівельною галуззю цілий ряд завдань по проектуванню і спорудженню об'єктів житлово-громадського призначення, які відповідають світовим стандартам по енергозбереженню при їх експлуатації.

Прийняття нових, більш жорстких нормативів по енергозбереженню викликало необхідність радикального перегляду принципів проектування та будівництва споруд, тому що застосування традиційних для України будівельних матеріалів і технічних рішень не забезпечує необхідного термічного опору зовнішніх огороджуваних конструкцій.

В новому будівництві все більше застосування знаходять легкі багат шарові конструкції стін із використанням сучасних теплоізоляційних матеріалів, які не мають достатньої міцності для сприйняття навантажень, через що функція сприйняття навантажень поступово переміщується на внутрішні стіни та каркас будівлі. Недивлячись на численні вирішення цього питання, з'являються нові цікаві пропозиції.

Пошук та розробка варіанту ефективних енергозберігаючих конструкцій малоповерхових житлових будинків визначає актуальність теми.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, темами.** Робота виконувалась на кафедрі будівельних конструкцій Сумського державного аграрного університету за програмою наукових досліджень "Розробка методів оцінки працездатності та підсилення будівельних конструкцій", що ведуться в розрізі тематичного плану наукових робіт університету, тема №Б.-6.2.1999.

**Мета дослідження** – розробка ефективних енергозберігаючих конструкцій малоповерхових житлових будинків у вигляді несучих внутрішніх перегородок, впарушених плит розміром на кімнату, що працюють спільно з перегородками, та самонесучих зовнішніх теплоізоляційних стін.

### **Задачі дослідження:**

- розробити і обґрунтувати конструктивну схему малоповерхових житлових будинків з несучими перегородками і плитами перекриттів розміром на кімнату;
- оцінити напружений стан несучих перегородок і плит перекриття з врахуванням їх сумісної роботи;
- провести експериментальні дослідження впарушених плит-оболонки і співставити їх з результатами теоретичних розрахунків;
- розробити методику розрахунку температурних полів огороджуваних конструкцій;
- провести експериментальні дослідження теплопередачі стінових огорож;
- розробити спосіб оцінки теплозахисних властивостей стінових огорож в умовах експлуатації;
- оцінити теплозахисні властивості огороджуваних конструкцій в умовах експлуатації;
- дати рекомендації щодо практичного використання плит-оболонки;
- визначити економічну ефективність отриманих результатів.

**Об'єкт дослідження** – несучі та огороджувачі конструкції малоповерхових житлових будинків.

**Предмет дослідження**- напружено-деформований стан несучих перегородок і плит покриття, теплозахисні якості огороджуваних конструкцій.

**Методи дослідження.** Теоретичні дослідження базуються на аналітичних та чисельних методах механіки деформованого твердого тіла, нелінійній теорії залізобетону.

Експериментальні дослідження виконувались на спеціалізованому випробувальному стенді в лабораторії Сумського центру наукових досліджень промбудов за стандартною методикою.

### **Наукова новизна** полягає в наступному:

- запропонована методика застосування несучих внутрішніх перегородок і впарушених плит-оболонки, розміром на кімнату, що працюють спільно;

- розроблені принципи конструювання та розрахунків вспарушеної плити оболонки;
- одержані результати експериментальних досліджень плити, що показують ефективність її конструкції;

- запропоновано новий експериментальний метод оцінки теплозахисних якостей огорожуючих конструкцій будівель та споруд;

**Практичне значення** роботи полягає в тому, що запропоновані конструкції можуть бути використані для проектування та будівництва малоповерхових індивідуальних будинків різноманітного планування. При цьому спрощуються рішення захисту від втрат тепла. За вартістю будівництва такі будинки є конкурентоздатними.

Достовірність одержаних результатів підтверджується даними експериментальних досліджень несучої здатності перекриттів, а також теплотехнічних якостей стінових огорож.

**Результати роботи впроваджені** в проектній організації "Сумипроєкт" та відкритих акціонерних товариствах "Сумзалізобетон" та "Сумиагробуд".

**Особистий внесок здобувача** полягає в розробці системи взаємодії зусиль у монолітних чи збірно-монолітних перекриттях і несучих перегородках; в проведенні математичного моделювання і розробці вспарушених панелей-оболонки; постановці, організації та проведенні експериментальних досліджень натурних зразків панелей розміром на кімнату; аналізі результатів теоретичних та експериментальних досліджень, розробці експериментального криогенного методу оцінки теплозахисних властивостей стінових конструкцій.

В дев'яти статтях, що опубліковані здобувачем у співавторстві, Нагорному М.В. належить авторство в постановці й розробці шляхів вирішення проблеми, аналізі отриманих результатів та в формулюванні пропозицій.

**Апробація результатів роботи.** Основні результати дисертації доповідались та обговорювались на:

- міжнародній науково-технічній конференції "Промышленность стройматериалов и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережение в условиях рыночных отношений", Белгород, Белгородська державна технологічна академія будівельних матеріалів, 1997 р.;

- міжнародному симпозіумі "Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій" в м. Тернополі у вересні 2000 р.

- наукових конференціях Сумського державного аграрного університету в 1998, 1999, 2000, 2001 роках.

**Публікації.** За темою дисертації автором опубліковано 10 статей у журналах та наукових збірниках.

**Структура і обсяг роботи.** Дисертація включає вступ, 5 розділів, загальні висновки, список використаних джерел і 5 додатків. Повний обсяг дисертації 288 сторінки, у тому числі: 114 машинописного тексту, 12 таблиць, 56 рисунків і список літератури з 141 найменуванням та 5 додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Аналіз сучасних тенденцій проектування та будівництва малоповерхових житлових будинків показує, що існують різноманітні підходи до вирішення найбільш ефективних конструктивних схем як в Україні, так і за кордоном. В останні роки, в зв'язку з переходом до ринкових умов в економіці, особливо важливими стали проблеми енергозбереження при експлуатації житла. Розпочалися дослідження відкритих модульних систем у будівництві, перегляд принципів уніфікації й типізації архітектурно-будівельних систем. Відомі дослідження В.М. Бондаренка, В.А. Гусакова, Б.Г. Димчини, О.С. Залесова, А.К. Звойського, М.Й. Колякова, О.П. Кричевського, А.П. Полонської, М.В. Савицького, Р.Л. Серих, С.Л. Фоміна, О.Л. Шагіна, В.С. Шмуклера.

У дослідженнях П.А. Дмитрієва, Р.Б. Орловича, на основі вивчення зарубіжного та вітчизняного досвіду, сформульовані загальні принципи й рекомендації проектування

стінових огорож малоповерхових будівель, серед яких основними є використання багатошарових комплексних огорожуючих конструкцій.

Теплотехнічні якості стін рекомендується забезпечувати за рахунок середнього шару з високоефективних плитних та рулонних утеплювачів, таких як пінопласти, мінераловатні плити, теплоізоляційні ДВП тощо. Зовнішні шари стін доцільно виконувати з матеріалів, здатних витримувати вплив оточуючого середовища протягом усього періоду експлуатації, або бути легко замінними.

Аналіз конструктивних систем житлових будинків, а саме безкаркасної, каркасно-панельної, крупнопанельної, об'ємно-блочної, показує, що для малоповерхового житла жодна з них недоцільна в незмінному вигляді. Цікаво використати переваги крупнопанельної системи, де несучими є внутрішні панелі-перегородки, але роль перегородок, як несучих елементів, повинна бути підвищена, плити перекриттів повинні бути полегшеними за рахунок використання монолітного, чи збірно-монолітного керамзитозалізобетону, а зовнішні стіни повинні виконуватись несучими або самонесучими в межах поверху з легких матеріалів з високими теплоізоляційними властивостями.

Важливе значення має вирішення проблем забезпечення нормального теплообміну в приміщеннях. Відомі дослідження з цих питань Ю.Б.Білявського, П.А.Дмитрієва, М.Ф.Друкованого, Р.Б.Орловича, М.М.Поповича, С.В.Розумника, Є.С.Сєдишева, в яких показано, що більше половини втрат тепла в житловому будинку здійснюється через вентиляцію, біля третини - через огорожуючі конструкції. Звідси стає зрозумілим необхідність комплексного вирішення архітектурно-планувальних, санітарно-технічних та теплотехнічних проблем у будинках та спорудах, особливо у малоповерхових, де більші можливості для раціональних змін. Важливими є проблеми теплоізоляції фундаментів і стін підвалів, яким приділяється мало уваги.

Дослідженню нових ефективних енергозберігаючих конструкцій стін присвячено багато робіт. Більшість досягнень знайшли своє відображення в нових нормативних документах, які введені в дію наказом № 247 Мінбудархітектури України в 1993 році. Над цією проблемою в останні 15 років працювали практично всі науково-дослідні інститути системи Держбуду України та колективи науковців вищих навчальних закладів будівельного профілю. Значний внесок у вирішення цієї проблеми зробили В.А.Гусаков, В.А.Дроздов, А.Ф.Жарков, В.Закарявичус, А.К.Звойський, О.Н.Могилат, В.Д.Осьмак, А.П.Полонська, М.Г.Ральчук, М.В.Савицький, В.Р.Хлевчук, Г.М.Чекуров, В.С.Шмуклер. Розроблена конструкція будівельних систем зведення стін житлово-цивільних будинків з використанням неавтоклавних пінобетонів.

Інститутом "УкрНДПромцивільсьбуд" запропоновані технічні рішення огорожуючих конструкцій малоповерхових житлових будинків з урахуванням наявної бази виробництва утеплювачів в Україні. Розроблені будівельні системи "Дім-термос", "Пінобетон-моноліт", "Рампа", "Ікар" та інші.

Що стосується перекриттів житлових будинків, то використовуються різноманітні системи збірних плит, збірно-монолітних перекриттів: суцільні плити, ребристі, кесонні, безбалочні, багатопустотні, легкі з набірних елементів та інші.

Але можливості поліпшення конструкції перекриттів далеко не вичерпані. Так, на наш погляд, необгрунтовано забуті шатрові панелі розміром на кімнату, що мають найкращі показники витрат бетону й арматури. Щоправда в середній зоні прогону плита має малу товщину, й це погіршує її звукоізоляційні властивості, але цю проблему можна вирішити, використовуючи сучасні звукоізоляційні матеріали.

На основі проведеного аналізу сформульовані мета і задачі досліджень, що приведені вище у вступі.

В проведених у цій дисертаційній роботі дослідженнях розробка несучих конструкцій малоповерхових житлових будинків направлена на звільнення зовнішніх стін від несучих функцій і передачу їх на внутрішні стіни-перегородки, які працюють спільно з нерозрізними перекриттями. Перекриття вибрані у вигляді багатопрогонних вспарушених плит розміром на кімнату, що виконуються у монолітному або збірно-монолітному варіантах.

Розроблено методику розрахунку перекриття із вспарушених плит з урахуванням спільної роботи з несучими перегородками.

Розрахункова схема ребер плити приведена на рис.1 .

Рис.1. Розрахункова схема спільної роботи ребер плити зі стіною

Розділення напружено-деформованого стану роботи ребер на згинальну та крутну складові показано на рис.3.

Рис.2. Розрахункова схема роботи ребра плити

Рис.3. Розподіл НДС роботи ребер на згинальну (а) та крутну (б) складові

Система рівнянь має вигляд (1):

$$\left. \begin{aligned}
 W(z) &= W_0 y_1 \left( \frac{z}{L} \right) + \Theta_0 L y_2 \left( \frac{z}{L} \right) - \frac{1}{EJ} \left\{ M_0 L^2 y_3 \left( \frac{z}{L} \right) + \right. \\
 &+ Q_0 L^3 y_4 \left( \frac{z}{L} \right) + L^2 \sum M_i y_3 \left( \frac{z-a_i}{L} \right) + \frac{L^3}{4} \sum P_i y_4 \left( \frac{z-b_i}{L} \right) + \\
 &+ \left. \frac{L^4}{4} \sum q_i \left[ y_1 \left( \frac{z-c_i}{L} \right) - y_1 \left( \frac{z-d_i}{L} \right) \right] \right\}; \\
 \Theta(z) &= \Theta_0 y_1 \left( \frac{z}{L} \right) - \frac{1}{EJ} \left\{ M_0 L y_2 \left( \frac{z}{L} \right) + Q_0 L^2 y_3 \left( \frac{z}{L} \right) + \right. \\
 &+ \frac{4EJ}{L} W_0 y_4 \left( \frac{z}{L} \right) + L \sum M_i y_2 \left( \frac{z-a_i}{L} \right) - L^2 \sum P_i y_3 \left( \frac{z-b_i}{L} \right) - \\
 &- \left. L^3 \sum q_i \left[ y_4 \left( \frac{z-c_i}{L} \right) - y_4 \left( \frac{z-d_i}{L} \right) \right] \right\}; \\
 M(z) &= M_0 y_1 \left( \frac{z}{L} \right) + Q_0 L y_2 \left( \frac{z}{L} \right) + \alpha L^2 W_0 y_3 \left( \frac{z}{L} \right) + \\
 &+ \alpha L^3 \Theta_0 y_4 \left( \frac{z}{L} \right) + \sum M_i y_1 \left( \frac{z-a_i}{L} \right) - L \sum P_i y_2 \left( \frac{z-b_i}{L} \right) + \\
 &+ L^2 \sum q_i \left[ y_3 \left( \frac{z-c_i}{L} \right) - y_3 \left( \frac{z-d_i}{L} \right) \right]; \\
 Q(z) &= Q_0 y_1 \left( \frac{z}{L} \right) + \alpha L W_0 y_2 \left( \frac{z}{L} \right) + \alpha L^2 \Theta_0 y_3 \left( \frac{z}{L} \right) - \\
 &- \frac{4M_0}{L} y_4 \left( \frac{z}{L} \right) - \frac{4}{L} \sum M_i y_4 \left( \frac{z-a_i}{L} \right) - \sum P_i y_1 \left( \frac{z-b_i}{L} \right) + \\
 &+ L \sum q_i \left[ y_2 \left( \frac{z-c_i}{L} \right) - y_2 \left( \frac{z-d_i}{L} \right) \right].
 \end{aligned} \right\} (1),$$

$$\text{де } L = 4 \sqrt{\frac{4EJ}{\alpha}};$$

$\alpha$  – погонний коефіцієнт постелі;

$z$  – координата вздовж осі балки;

$c, d, a, b$  – відстань по рис.4.;

$U_1, U_2, U_3, U_4$  – функції О. М. Крилова:

Рис.4. Схема зусиль до методу початкових параметрів

За функцією прогинів визначено функцію тиску ребра на стіну:

$$S(z) = \alpha W(z); \quad (2)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт постелі.

Вираз для кута закручування консольного стержня має вигляд:

$$\varphi(x) = \frac{M_t x}{GI_k}; \quad (3)$$

де  $I_k$  – момент інерції при закручуванні, з якого видно, що кут повороту по довжині ребра змінюється лінійно. Максимальна погонна реакція  $N_{\max}$  визначається за формулою:

$$N_{\max} = \frac{\delta^2 c}{2} \operatorname{tg} \frac{M_t x}{GI_k}; \quad (4)$$

де  $M_t$  – крутний момент.

Повний тиск перекриття на стіну визначається як сума тисків, визначених від прогинів та кручення ребер, його розподіл продовж ребра нерівномірний.

З урахуванням цього визначається напружено-деформований стан несучих перегородок. При розрахунку на вертикальне завантаження використовувались чисельні методи, а саме: метод кінцевих елементів. Для розрахунку була вибрана перегородка з дверним отвором, для чого використовувався програмний комплекс “МІРАЖ”. Перегородка навантажувалась спочатку рівномірно розподіленим навантаженням від перекриття, потім враховувалась фізична нелінійність та спільна робота з перекриттям, і методом ітерацій визначався варіант нерівномірно розподіленого навантаження.

Математичне моделювання напружено-деформованого стану вспарушеної плити дозволило проаналізувати вплив варіантів опирання плити на перегородки і стіни, на переміщення та напруження в плитах. Вони були покладені в основу планування експерименту з випробування вспарушених плит.

Для експериментальних досліджень були виготовлені близькі до натурних зразки плит розміром 3×3 м з важкого залізобетону та керамзитозалізобетону по 3 зразки. Креслення розрізу плити приведено на рис.5.

Рис.5. Опалубочне креслення розрізу вспарушеної плити

Випробування плит проводилось на випробувальному стенді в Сумському центрі наукових досліджень “ЦНІПромбудов” на спеціальній установці, де забезпечувалось рівномірно розподілене завантаження, вимірювання переміщень та деформацій з допомогою механічних приладів та електротензометрії з вимірювально-інформаційним комплексом СИИТ - 3. Загальний вигляд випробувальної установки показано на рис.6.

Навантаження здійснювалось ступенями (7 ступенів), на кожній вимірювались прогини ребер і середини плити, фіксувались тріщини та вимірювались деформації в 24 характерних точках. Порівняння експериментальних значень напружень з теоретичними приведено в таблиці 1.

Рис.6. Загальний вигляд випробувальної установки

Таблиця 1.

Порівняння експериментальних значень напружень з теоретичними

№ тензо-датчик	№ КЕ	Експер. дані, МПа	Теорет. дані			Відн. відх. %	Средньокв. відхилення	
			зусилля		напру- ження, МПа		$\Delta^2$	S
			M, тм/м	Q, т/м		$\Delta$		
1, 2		1,9						
3		4,15						
4,24	29, 39 162,172	-7,3	1,1	2,25	-8,0	9	81	
5	19	11,2	2,23	2,79	9,8	14	164	
7	19, 30	-2,5	0,1	0,38	-3,2	18	324	
8	39, 49	5,0	0,16	0,35	4,5	11	121	
9,23	67, 77 124,134	2,0	0,07	0,17	+1,8	10	100	
10	22, 170	-9,5	0,26	0,96	-9,3	2	4	
11,21	74, 141	7,3	0,04	0,06	$\pm 4,8$	28	784	
12	56	5	0,18	0,48	+7,6	30	900	
20	146	4,1	0,06	0,48	2,1	51	260	
13,15	105,107	1,66	0,1	0,26	2,3	28	784	
14	95,106	2,85	0,1	0,02	2,2	23	529	
24	162,172	-5,6	2,46	1,6	-6,1	8	64	
							<b><math>\Sigma 4116</math></b>	<b>19,3%</b>

Прогини плити не перевищили нормативних значень.

Для розробки методів оцінки теплотехнічних якостей огорожуваних конструкцій будівель у дисертації розглянуто механізм витрат тепла в будівлях. Показано, що існуюча методика роздільного визначення потрібного теплозахисту огорожуваних конструкцій та санітарно-технічних вимог до повітряного обміну з метою забезпечення комфорту в приміщеннях призводить до того, що комфорт виявляється не забезпеченим, а витрати тепла є вищими навіть тоді, коли комфорт забезпечено.

Потрібно комплексно враховувати втрати тепла за рахунок теплопровідності, конвективного теплообміну, теплопередачі випромінюванням та тепломасообміну з урахуванням дифузії та конденсації водяної пари в конструкціях.

На основі загального диференційного рівняння теплопровідності побудовано математичну модель стаціонарного температурного поля трьохшарової стіни для зимово-весняного сезону.

В результаті розрахунку отримано картину розподілу температур у товщині стінової огорожі.

З метою відпрацювання методики експериментальної оцінки теплотехнічних параметрів огорожуваних конструкцій були проведені спеціальні експерименти. Випробовувались зразки стінових огорож дванадцяти серій по 3 зразки в кожній. Типи зразків охоплювали найбільш поширені види конструкцій: кладку з зовнішньою та внутрішньою теплоізоляцією, з пароізоляцією всередині, цегляні стіни з прошарками всередині з теплоізоляційного матеріалу з пароізоляцією або без неї, або ж легкі стінові панелі з



облицювальними шарами. Розмір попереднього перерізу кожного зразка в площині, перпендикулярній потоку тепла - 40×40 см. Зразки забезпечувались датчиками для вимірювання температури й розміщувались у випробувальній установці. Схема установки показана на рис.7

Рис.7. Конструкція випробувальної установки:

1-камера установки, 2-випробувальний зразок, 3-додаткова теплоізоляція, 4-датчики температури.

Випробувальна установка забезпечувала близький до стаціонарного тепловий потік через зразок при створенні низької температури в камері та нестаціонарний потік в умовах нагрівання повітря в камері. Визначався час, необхідний для зниження температури на встановлену величину перепаду, а також час нагрівання повітря в камері до рівня зовнішньої температури. За даними експерименту визначався коефіцієнт теплопередачі

$$K = \delta Q / (T_1 - T_2) A,$$

де :  $\delta$ - товщина зразка або його шарів, м;

$Q$ - тепловий потік;

$A$ - площа перерізу зразка.

Бралось до уваги, що площа перерізу всіх зразків в експерименті однакова, їх товщина відома з вимірювань, відома також різниця температур. Кількість тепла, що приводить до вирівнювання температур на 1 К для всіх зразків однакова, різним буде лише час  $t$ . Тому можна порівнювати зразки через узагальнюючий показник

$$[K] = \frac{\delta Q}{(T_1 - T_2) A t}$$

Якщо порівнювати зразки з одним, який прийнято за еталон, то отримаємо зрівняльний показник

$$M = \frac{[K]}{[K_i]} = \frac{\delta_i t (T_1 - T_2)}{\delta t_i (T_1 - T_2) i} \quad (5)$$

Одержані в експерименті значення  $M$  добре корелюються із значеннями термічного опору теплопередачі, вирахованого теоретично.

Запропоновано новий спосіб оцінки теплозахисних властивостей стінових огорож, особливість якого полягає в тому, що до поверхні зразка з одного боку прикладається джерело холоду у вигляді ампули з рідким азотом. Вимірюється температура з різних сторін доти, доки температура теплої сторони не почне знижуватись. Вимірюється час, за який холод проникає крізь товщу стіни. Значення показника  $M$  визначається за формулою (5).

В умовах запропонованого способу реалізується механізм передачі тепла, подібний до роботи стінової огорожі в зимових умовах.

Схема установки для експериментального визначення теплозахисних якостей показана на рис. 8.

Рис.8. Схема установки для оцінки теплозахисних властивостей стінових огорож

Перевірка методу на зразках стіни з силікатної цегли товщиною 640 мм дала значення  $M=1$ , тобто співпадання з еталоном, за який було прийнято таку стіну.

Розробка рекомендацій з втілення у виробництво несучих конструкцій малоповерхових житлових будинків спрямована на звільнення зовнішніх стін від несучих функцій і передачу їх на внутрішні стіни-перегородки, які спільно працюють з нерозрізними перекриттями. Перекриття вибрані у вигляді впарушених плит розміром на кімнату, що виконуються у монолітному або збірно-монолітному варіантах.

Запропоновані впарушені плити-оболонки порівнювались з стельовими панелями П5-30.51.16-213., що використовуються в крупнопанельному домобудуванні. При однаковій несучій спроможності впарушена плита має масу в 2,6 рази меншу, витрати бетону - в 1,9 рази, витрати сталі на 17% менші.

Розроблені варіанти архітектурно-планувальних вирішень для малоповерхового житла з використанням запропонованих конструкцій.

Наведені результати аналізу економічної ефективності проведених досліджень.

Цікаві результати порівняння вспарушених плит з багато-пустотним залізобетонним настилом: витрати бетону менші на 20%, витрати сталі - на 12%.

Значно зменшується матеріалоемність і загальна вага стінових огорожуючих конструкцій за рахунок зняття з них функцій несучих. Полегшується робота фундаментів та захист їх від промерзання. Фундаменти під зовнішні стіни виконують, в основному, теплозахисну роль. Проведені розрахунки звукоізоляційних індексів конструкцій перекриттів показали, що вони відповідають вимогам норм з невеликими затратами на додаткову звукоізоляцію.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблена методика аналітичного розрахунку перекриття з вспарушених плит з урахуванням спільної роботи з несучими перегородками.

2. Проведено аналіз напружено-деформованого стану несучої перегородки й плит покриття. Проведені експериментальні дослідження натурних зразків вспарушених плит покриття показали їх високі технічні якості.

3. Співставлення результатів експерименту з теоретичними даними показує їх добре співпадання (відхилення в межах 5%), достатню жорсткість покриття (прогин не перевищує 1/200 прогону).

4. На основі аналізу теплових витрат у малоповерхових житлових будинках запропонована схема розподілу теплозахисних та несучих функцій між конструкціями. Показано, що підвищені теплозахисні якості повинні мати не лише стіни та покриття, а також фундаменти та стіни підвалів.

5. Запропоновано експрес-метод оцінки теплотехнічних властивостей огорожуючих конструкцій, що знаходяться в експлуатації.

6. Розроблена конструктивна схема будинку з несучими перегородками та самонесучими зовнішніми стінами з легких теплоізоляційних матеріалів.

7. Показані переваги покриття з вспарушених панелей-оболонок в порівнянні з плоскими панелями КПД. Маса плити зменшується в 2,6 рази, об'єм бетону в 1,9 рази, витрати сталі – 17,3%. Звукоізоляційні якості з невеликими витратами на додаткову звукоізоляцію відповідають вимогам норм.

8. Визначені техніко-економічні показники варіантів конструкцій двоповерхових житлових будинків: перший - з цегляними несучими стінами і перекриттям з багатопустотних панелей, другий - з несучими внутрішніми перегородками, легкими теплоізолюючими зовнішніми стінами та перекриттями зі вспарушених керамзитозалізобетонних плит. Показано, що другий варіант економічніший від першого на 37%.

### Основний зміст дисертації опубліковано в таких роботах:

1. Нагорний М.В. Енергозберігаючі стінові конструкції із промислових відходів та місцевих матеріалів // Вісник Сумського сільськогосподарського інституту. Науково-методичний журнал.- Вип.1. - Суми, 1997. - С.85-86.

2. Нагорний М.В., Стрельченко О.С. Експериментальне визначення опору теплопередачі стінових огорож // Вісник Сумського державного аграрного університету. Науково-методичний журнал.- Вип.2.- Суми: Козацький вал, 1998. - С.116-118.

3. Нагорний М.В., Височин І.А. Дослідження опору теплопередачі стінових огорож з допомогою ультразвуку // Вісник Сумського державного аграрного університету. Науково-методичний журнал. Розділ "Будівництво". - Суми: Козацький вал, 1998. - С.35-37.

4. Фомиця Л.М., Височин І.А., Нагорний М.В. Експериментальний метод визначення опору теплопередачі стінових огорож // Вісник Сумського державного аграрного університету. Науково-методичний журнал. Розділ "Будівництво".- Суми: Козацький вал, 1998. - С.57-60.

5. Гарькавий В.С., Нагорний М.В. Вспарушені панелі перекриття з ненапруженим армуванням // Вісник Сумського державного аграрного університету. Науково-методичний журнал.-Вип. 4.– Суми: Козацький вал, 1999. - С.31-35.
6. Нагорний М.В., Гарькавий В.С. Підвищення ефективності конструкцій малоповерхових будівель // Вісник Сумського державного аграрного університету. Науково-методичний журнал.- Вип.4.- Суми: Козацький вал,1999. - С.47-49.
7. Фомиця Л.М., Нагорний М.В. Особливості деформування в'язко-пружного твердого тіла при найпростішому навантаженні // Зб. наук. пр. Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій. – Львів: Каменярь, 2000.- Вип.4. – С.537-539.
8. Азізов Т.Н., Нагорний М.В. Ефективні конструкції малоповерхових житлових будинків з опорними перегородками // Бетон и железобетон в Украине, 2000. – №3. - С.19-24.
9. Височин І.А., Нагорний М.В. Сучасні тенденції та напрямки підвищення фізико-механічних якостей огорожувальних конструкцій // Вісник Сумського державного аграрного університету. Науково-методичний журнал.- Вип.5. - Суми: Козацький вал, 2000.- С.71-73.
10. Мукосеев В.Н., Азізов Т.Н., Мукосеева М.А., Нагорний Н.В. Инженерный метод расчета однопролётных стено-балочных систем // Междунар. конф. "Промышленность стройматериалов и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережение в условиях рыночных отношений." Сб. док. - Часть 6-7. - Белгород: БелГТАСМ, 1997. - С. 187-189.

Нагорний Микола Васильович. Ефективні енергозберігаючі конструкції малоповерхових житлових будинків. – 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,2001.

У роботі запропонована нова система конструкцій малоповерхових житлових будинків, яка полягає в тому, що зовнішні стіни виконуються з легких теплоізоляційних матеріалів і не несуть навантаження від перекриття, замість них цю роль виконують несучі внутрішні стіни - перегородки. Перекриття виконуються із вспарушених керамзитобетонних плит-оболонок розміром на кімнату, що виготовляються в збірно-монолітному та монолітному варіантах. Дається аналітичне вирішення задачі врахування спільної роботи плит та перегородок, підтверджене математичним моделюванням за методом кінцевих елементів, також дається розрахунок вспарушеної керамзитобетонної плити з урахуванням фізичної нелінійності й утворення тріщин, приводяться техніко-економічні показники. Проведені експериментальні дослідження плит. Розглянуті теплотехнічні та акустичні характеристики стінових огорож, проведені експериментальні дослідження найбільш поширених конструкцій стін. Запропоновано експериментальний спосіб визначення відносного індексу опору стін теплопередачі в будинках, що експлуатуються, або новозбудовані. Дані рекомендації щодо втілення конструкцій у будівництво. Приведено економічні показники.

Ключові слова: енергозберігаючі конструкції, вспарушені панелі, спільна робота, спосіб оцінки опору теплопередачі, техніко-економічна ефективність

Нагорный Николай Васильевич. Эффективные энергосберегающие конструкции малоэтажных жилых зданий. – 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,2001.

В работе предложена новая система конструкций малоэтажных жилых домов, заключающаяся в том, что наружные стены выполняются из легких теплоизоляционных материалов и не несут нагрузки от перекрытий, вместо них эту роль выполняют несущие внутренние стены и перегородки. Перекрытия выполняются из вспарушенных керамзитожелезобетонных плит-оболочек размером на комнату, которые изготавливаются в сборно-монолитном и монолитном вариантах.

Работа состоит из 5 разделов, списка литературы и приложений.

В первом разделе сделан аналитический обзор разработок, выполненных по проблеме разработки эффективных конструкций малоэтажных жилых домов. Сформулированы цели и задачи исследований.

Во втором разделе дается аналитическое решение задачи учета совместной работы плит и перегородок методом начальных параметров, результаты которого подтверждены математическим моделированием на ЭВМ с использованием метода конечных элементов. Выполнены расчеты вспарушенной керамзитожелезобетонной плиты и панели железобетонной перегородки с проемом с учетом физической нелинейности деформирования бетона и влияния трещин.

В третьем разделе показаны результаты экспериментальных исследований натуральных образцов плит размером 3×3 м с высотой ребра по контуру плиты 0,25 м и толщиной полки в центре плиты 5 см. По сечению плиты ее толщина выполнена переменной. Испытания выполнялись на силовом стенде гидравлическими домкратами, они подтвердили расчетную несущую способность и деформативность плиты, подтвердили достоверность аналитических расчетов.

В четвертом разделе рассмотрены теплотехнические и акустические свойства стеновых ограждений, обобщен математический аппарат теплотехнических расчетов, показана необходимость комплексного подхода к обеспечению теплообмена с учетом вентиляции помещений. Проведены экспериментальные исследования теплозащитных свойств образцов стен двенадцати видов конструкций.

Предложен новый криогенный экспериментальный способ определения относительного индекса сопротивления теплопередаче стен в зданиях, находящихся в эксплуатации или вновь построенных.

В пятом разделе даются рекомендации по внедрению предложенных конструкций в строительство. Выполнены расчеты вспарушенных плит размером 3×6 м в плане, разработана конструкция их армирования для монолитного и сборно-монолитного вариантов. Сделаны расчеты акустических свойств перекрытий из этих плит. Приводятся технико-экономические показатели преимуществ, предложенных в работе конструкций.

Ключевые слова: энергосберегающие конструкции, вспарушенные панели, совместная работа, способ оценки сопротивления теплопередаче, технико-экономическая эффективность.

Nahorny Mykola Vasyliyovych. The effective energysaving constructions of dwelling houses with the small number of storeys. – Manuscript.

It is the dissertation in order to receive the scientific candidate's degree of technical sciences according to the speciality 05.23.01 – the Building Constructions, Buildings and Structures. - Kharkov State Academy of the Railway Transport, Kharkov, 2001.

The new systemic construction of dwelling houses with the small number of storeys is proposed in this work. It consists of the following: The external walls are made of the light building-insulating materials and they don't have the load of overlaps. The bearing internal walls and partitions play this role instead of them. The overlaps are made of the disturbed expanded-clay-concrete shell-slabs in the size of a room, which are made in prefabricated monolithic and monolithic variants. There is the analytical solution of a calculation of the combined work of slabs and partitions, which is proved by the mathematical modelling by the method of finite elements. There is the calculation of the disturbed expanded-clay-ferro-concrete slab with the calculation of the physical unlinearity and the creation of splits. The technical economic indexes are given. The experimental investigations of slabs were put into practice. The thermo-technical and acoustic characteristics of the wall barriers were examined. The experimental investigations of the more widespread wall constructions were put into practice. The experimental method of the definition of the comparative bearing index of walls of heat transmission in the exploited houses and new built houses was proposed. The recommendations for the use of the constructions in the building were given. The economic indexes were given.

The key words: energysaving constructions, disturbed slabs, combined work, method of the definition of the basis of heat transmission, technico-economic efficiency.

Підписано до друку 15.05.2001 р. Формат 60х90 1/16  
Гарнітура “Таймс”.Друк офсетний. Папір офсетний.  
Ум. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 0,9.

---

Сумська обласна друкарня  
40030, м.Суми, вул. Кооперативна, 23.  
Тел. 8-0542-22-21-42.