

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ГВУЗ "ПРИДНЕПРОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ"

СТРОИТЕЛЬСТВО, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, МАШИНОСТРОЕНИЕ

Сборник научных трудов

Выпуск 82

*Серия: Инновационные технологии жизненного
цикла объектов жилищно-гражданского,
промышленного и транспортного назначения*

Днепропетровск
2015

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ГВУЗ "ПРИДНЕПРОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ"**

**СТРОИТЕЛЬСТВО,
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ,
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

Сборник научных трудов

**Под общей редакцией доктора технических наук
профессора В.И. Большакова**

Выпуск 82

Серия: *Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения*

**Днепропетровск
2015**

УДК 624 + 69

ББК 30.3

C86

Печатается по решению Ученого совета ГВУЗ «Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры». Протокол № 01 от 31 августа 2015г.

Согласно постановления Президиума ВАК Украины от 10.11.2010 г. №1-05/7 сборник научных трудов входит в перечень №1 "Наукових фахових видань України", в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. Вып. 82 / ГВУЗ «Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры»; под общей редакцией В. И. Большакова – Днепропетровск, 2015. – 266 с. (в обл.). – Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения

В сборник вошли статьи, освещающие актуальные вопросы энергоэффективного строительства и проектирования жилых зданий с учетом их жизненного цикла, параметров комфортности, экологичности, экономичности, а также диагностики и оценки технического состояния, прогноза долговечности и надежности, ремонта и восстановления конструкций зданий и сооружений жилищно-коммунального, промышленного и транспортного строительства.

Редакционная коллегия:

докт. техн. наук	В.И. Большаков (главный редактор)		
докт. техн. наук	Н.В. Савицкий (первый зам. гл. редактора)		
канд. техн. наук	Е.Л. Юрченко (ответственный редактор)		
докт. техн. наук	Г.Г. Фаренюк	докт. техн. наук	Е.А. Егоров
докт. техн. наук	А.Н. Бамбура	докт. техн. наук	В.Л. Седин
докт. техн. наук	В.Н. Деревянко	докт. техн. наук	С.И. Головки
докт. техн. наук	А.В. Плеханов	докт. техн. наук	С.Ф. Пичугин
докт. техн. наук	Е.П. Воскобойник	докт. техн. наук	А.Н. Пшинько
докт. техн. наук	Т.С. Кравчуновская	докт. техн. наук	Р.Ф. Рунова
д-р н. держ. упр.	Г.П. Евсеева	докт. техн. наук	С.В. Шатов
докт. техн. наук	Л.И. Стороженко	докт. техн. наук	К.А. Пирадов
докт. техн. наук	В.В. Данишевский	professor	Dashnor HOXHA
		associate professor	Karim LIMAM

Под общей редакцией д.т.н. профессора Большакова В.И.
Ответственный за выпуск к.т.н. доцент Юрченко Е.Л.

Свидетельство о государственной регистрации печатного средства массовой информации
КВ №8986 от 22.04.2004 г.

Свидетельство (серия ДК № 1291) о внесении ГВУЗ «Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры» как субъекта издательского дела в Государственный реестр издателей и распространителей издательской продукции.

ISBN 978-966-323-132-7

© ГВУЗ "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", 2015

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

Банах В.А., Банах А.В., Федченко А.И. Обеспечение надежной эксплуатации жилых зданий массовой застройки в условиях ограниченной информации	6
Барабаш М.С. Урахування факторів ризиків виникнення аварійних ситуацій на етапі експлуатації будівель	14
Беликов А. С., Стрежекуров Э. Е., Рагимов С. Ю., Шаломов В. А., Кордунов С. П. Решение задач по защите работников спецподразделений в условиях экстремальных ситуаций по тепловому воздействию	25
Білик С.І., Білик А.С. Коефіцієнт стійкості центрально-стиснутих сталевих елементів з урахуванням початкових деформацій та геометричних недосконалостей	32
Білик А.С., Терновий М.І., Хмельницький С.В. Можливості реалізації алгоритмічної оптимізації багатоповерхових будівель зі сталевим каркасом	38
Білик С. І., Токачев В. Г. Вплив на стійкість ферми Мізеса напрямку дії вузлового навантаження при пружних опорах на прикладі сталевих ребристо-кільцевого купола	44
Большаков В.И., Сопильняк А. М., Юрченко Е.Л., Панченко Н.В. Сопротивление теплопередаче трехслойных железобетонных панелей	50
Бринзін С.В., Парута В.А. Техніко-економічні і екологічні переваги застосування автоклавного газобетону при будівництві об'єктів житлового, промислового і транспортного призначення	55
Веревичева М. А., Берестянская А. А., Дериземля С. В. Выбор рациональных параметров фибрового армирования	60
Гигинейшвили Д.Я., Ткаченко Т.Н. Новые возможности одевающих (прижимных) подпорных стен для озеленения и создания ландшафтных композиций на сложном рельефе	69
Демчина Б.Г., Вибранець Ю.Ю., Іваник Ю.І. Розрахунок просторових попередньо напружених комбінованих сталі залізобетонних шпренгельних конструкцій	77
Евзеров И. Д., Гераймович Ю. Д., Марченко Д. В. Расчет мостовых конструкций в программном комплексе ЛИРА 10	84
Заяць Є. І. Технологічні основи формування висотної забудови міст на основі принципів стійкого розвитку	91
Колеснікова Т.М. Підвищення ефективних показників бензинового двигуна шляхом відключення циліндрів зупинкою поршня	99
Кравчуновська Т.С., Бровицький С.П. Розвиток будівництва доступного житла з урахуванням концепції стійкого розвитку міст	104

Кулябко В.В., Чабан В.П., Ковтун-Горбачова Т.А. Новые задачи динамики сооружений при диагностике и мониторинге технического состояния конструкций	111
Кучук И. П. Энергетическая маркировка бытовой техники	116
Лапенко О.І., Башинський Я.В. Врахування впливу динамічних навантажень метрополітену на напружено-деформований стан несучих конструкцій	121
Мартиш О. О. Роль управління в досягненні необхідного рівня організаційно-технологічної надійності при реалізації календарних планів	126
Менабдишвили П. З. Исследование влияния заглубления сваи на устойчивость склонов	132
Накашидзе Л.В. Экологические аспекты применения систем энергообеспечения, использующих энергию альтернативных источников	136
Парута В.А., Бринзія Є.В. Критерії для призначення властивостей і вибору складу штукатурних розчинів для кладки з автоклавного газобетону	143
Перегінець І.І., Савицький М. В., Куліченко І.І., Коваль О.О. Адміністративно-територіальна реформа в Україні як джерело розвитку малоповерхового житлового домобудування	149
Петренко Д.Г. Методы расчета прочности сталебетонных элементов	154
Пішнінко О. М., Громова О. В., Зінкевич А. М., Соловійов А. М. Управління властивостями бетонів для зведення масивних споруд, що працюють у водному середовищі	163
Савицький М. В., Гросман С. О., Титюк А.О. Розробка нового алгоритму обробки даних для топологічної раціоналізації	170
Савицький Н. В., Елисеєва М. А., Кузьмин Г.И., Новиченко Н.В., Бардах А.Е., Евсеев Е.О. Прочность грунтобетонов в зависимости от состава смеси	179
Савицький Н. В., Никифорова Т. Д., Несин А. А., Бондаренко О. И., Юрченко Е.Л., Бабенко М.М. Энергоэффективное малоэтажное жилое здание из органических материалов	187
Савицький Н. В., Ожищенко О. А., Бабенко М.М., Коваль А.С. Комплексное использование сельскохозяйственных отходов для устойчивого развития аграрных социоэкокомплексов, как замкнутой экосистемы	198
Семко В. О., Авраменко Ю. О., Лещенко М. В. Метод підвищення енергоефективності стінових огорожувальних конструкцій із ЛСТК та полістиролбетону	205
Стельмах В. А., Серая Ю. И. Совершенствование работ в сфере энергоэффективности	212

УДК 697.12.14:693.814.1

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СТІНОВИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ЛСТК ТА ПОЛІСТИРОЛБЕТОНУ

СЕМКО В. О.¹, к.т.н, с.н.с., докторант,
АВРАМЕНКО Ю. О.², к.т.н.,
ЛЕЩЕНКО М. В.^{3*}, аспірантка.

¹ Кафедра конструкцій із металу, дерева та пластмас, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, 36011, Полтава, Україна.

² Кафедра архітектури та міського будівництва, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, 36011, Полтава, Україна.

^{3*} Кафедра архітектури та міського будівництва, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, 36011, Полтава, Україна, тел. +38 (066) 932-17-82, e-mail: leshchenko-m@mail.ru.

Анотація. *Мета.* Розроблення рекомендацій щодо використання легких бетонів в сумісній роботі з ЛСТК є актуальною науково-технічною проблемою. В Україні комбіновані конструкції застосовуються досить рідко, що викликано практично відсутністю нормативної бази для розрахунків і проектування такого виду конструкцій. Але в деяких випадках тільки застосування конструкцій цього типу дозволяє отримати оптимальне рішення за вимогами теплопровідності, несучої здатності, вогнестійкості, максимальної корисної площі та свободи укладання інженерних комунікацій. В огорожувальних конструкціях на основі легких сталевих тонкостінних профілів, при дослідженні теплових характеристик, в місцях теплопровідних включень виникають значні теплові втрати, так звані «містки холоду». Основною умовою даного дослідження є розроблення конструктивного рішення стінової огорожувальної конструкції таким чином, щоб мінімізувати тепловтрати даної конструкції, при цьому підвищити її енергоефективність, а також дослідити температурні коливання в середині та на поверхні стінових конструкцій. *Методика.* Дослідження експериментальних зразків проводилося в лабораторних умовах, а також вони були змодельовані у програмному комплексі, після чого були отримані значення теплотехнічних характеристик. Запропонований метод підвищення енергоефективності стінових конструкцій із ЛСТК та полістиролбетону не потребує додаткових затрат, а є виключно конструктивним. *Результати.* Встановлено, що наявність теплоізоляційного шару полістиролбетону на несучому профілі в огорожувальній конструкції зменшує величину приведенного опору теплопередачі до 10 %. Отримані результати свідчать, що зміною конструктивних параметрів можливо суттєво впливати на опір теплопровідності огороження. *Наукова новизна.* Стінова огорожувальна конструкція із теплопровідним включенням, яка складається з U-подібних профілів, котрі працюють сумісно з бетонною складовою є енергоефективною, оскільки теплоізоляція сталевих профілів виконується шляхом заповнення полістиролбетоном простору, який утворюється між ним та профнастилом, при цьому висота хвилі профнастилу повинна знаходитися навпроти теплопровідного включення, а сам профнастил виконує роль незнімної опалубки. *Практична значимість.* Запропонований метод дозволить підвищити енергоефективність стінових огорожувальних конструкцій із ЛСТК та полістиролбетону. При будівництві будівель із застосуванням запроєктованих конструкцій даний метод дозволить мінімізувати вплив містка холоду, при цьому збільшивши загальний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій та зменшити витрати на опалення будівель.

Ключові слова: стінова огорожувальна конструкція, тонкостінний профіль, полістиролбетон, теплопровідне включення, енергоефективність, теплотехнічні показники

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНОВЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ЛСТК И ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА

СЕМКО В. А.¹, к.т.н, с.н.с., докторант,
АВРАМЕНКО Ю. А.², к.т.н.,
ЛЕЩЕНКО М. В.^{3*}, аспирантка.

¹ Кафедра конструкций из металла, дерева и пластмасс, Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Первомайский проспект, 24, 36011, Полтава, Украина.

² Кафедра архитектуры и городского строительства, Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Первомайский проспект, 24, 36011, Полтава, Украина.

^{3*} Кафедра архитектуры и городского строительства, Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Первомайский проспект, 24, 36011, Полтава, Украина, тел. +38 (066) 932-17-82, e-mail: leshchenko-m@mail.ru.

Аннотация. *Цель.* Разработка рекомендаций по использованию легких бетонов в совместной работе с ЛСТК является актуальной научно-технической проблемой. В Украине комбинированные конструкции применяются достаточно редко, что вызвано практически отсутствием нормативной базы для расчетов и проектирования такого вида конструкций. Но в некоторых случаях только применение конструкций этого типа позволяет получить оптимальное решение по требованиям теплопроводности, несущей способности, огнестойкости, максимальной полезной площади и свободной укладки инженерных коммуникаций. В ограждающих конструкциях на основе легких стальных тонкостенных профилей, при исследовании тепловых характеристик, в местах теплопроводных включений возникают значительные тепловые потери, так называемые «мостики холода». Основным условием данного исследования является разработка конструктивного решения стеновой ограждающей конструкции таким образом, чтобы минимизировать теплопотери данной конструкции, при этом повысить ее энергоэффективность, а также исследовать температурные колебания в середине и на поверхности стеновых конструкций. *Методика.* Исследование экспериментальных образцов проводилось в лабораторных условиях, а также они были смоделированы в программном комплексе, после чего были получены значения теплотехнических характеристик. Предложенный метод повышения энергоэффективности стеновых конструкций из ЛСТК и полистиролбетона не требует дополнительных затрат, а является исключительно конструктивным. *Результаты.* Установлено, что наличие теплоизоляционного слоя полистиролбетона на несущем профиле в ограждающей конструкции уменьшает величину приведенного сопротивления теплопередаче до 10%. Полученные результаты свидетельствуют, что изменением конструктивных параметров возможно существенно влиять на сопротивление теплопроводности ограждения. *Научная новизна.* Стеновая ограждающая конструкция с теплопроводным включением является энергоэффективной, поскольку теплоизоляция стального профиля выполняется путем заполнения полистиролбетоном пространства, который образуется между ним и профнастилом, при этом высота волны профнастила должна находиться напротив теплопроводного включения, а сам профнастил выполняет роль несъемной опалубки. *Практическая значимость.* Предложенный метод позволяет повысить энергоэффективность стеновых ограждающих конструкций из ЛСТК и полистиролбетона. При строительстве зданий с применением запроектированных конструкций данный метод позволит минимизировать влияние мостика холода, при этом увеличив общее сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций и уменьшить расходы на отопление зданий.

Ключевые слова: стеновая ограждающая конструкция, тонкостенный профиль, полистиролбетон, теплопроводное включение, энергоэффективность, теплотехнические показатели

THE METHOD OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF WALL CONSTRUCTION OF LSTS AND POLYSTYRENE CONCRETE

SEMKO V. O. ¹ PhD, Senior Researcher, (Tech.),
AVRAMENKO Yu. O. ² PhD, (Tech.),
LESHCHENKO M. V. ^{3*}, postgraduate

¹ Department of Structures from Metal, Wood and Plastics, Poltava National Technical Yuri Kondratiuk University, 24, Pershotravnevyi avenue, Poltava, 36011, Ukraine.

² Department of Architecture and Urban Construction, Poltava National Technical Yuri Kondratiuk University, 24, Pershotravnevyi avenue, Poltava, 36011, Ukraine.

^{3*} Department of Architecture and Urban Construction, Poltava National Technical Yuri Kondratiuk University, 24, Pershotravnevyi avenue, Poltava, 36011, Ukraine, tel. +38 (066) 932-17-82, e-mail: leshchenko-m@mail.ru.

Abstract. Purpose. Working of recommendations about the use of lightweight concrete conjunction with light steel thin-walled structures (LSTS) is an actual scientific and technical problem. In Ukraine, the composite structures are used infrequently, which is caused by the lack of regulatory framework for the calculation and design of structures of this type. But some cases only the use of structures of this type allows you to get optimal solution for requirements of thermal conductivity, bearing, fire resistance, maximum usable space and the free installation engineering communications. Enclosing structures based on light thin walled steel profiles tested for thermal performance, results showed that in the field of thermally conductive inclusions there are considerable thermal losses, so-called "cold bridge". The main objective of this research is to develop design solution the wall-building envelope to minimize the heat loss of this structure, thus increasing its energy efficiency, and to investigate temperature variations in the cross section and on the surface of the wall construction. *Methodology.* Research test specimens were conducted in the laboratory, and were modeled in the program complex, and then values were obtained thermal characteristics. Increasing energy efficiency of wall building envelope of LSTS and polystyrene concrete does not require additional expenses and is exceptionally constructive method. *Findings.* It has been established that the presence polystyrene concrete thermal insulation layer to bearing rod in the building envelope reduces value the thermal resistance R-value to 10%. The results indicate that the change in design parameters may significantly affect to resistance of the thermal resistance to building envelope. *Originality.* Wall building envelope has thermal conductivity inclusion and it is energy-efficient. It consists of U-shaped sections, which work together with a concrete component, insulation steel section performed by filling polystyrene concrete space formed between him and profiled floorings, with the wave height of profiled floorings should be

opposite thermal conductivity inclusions, and he serves as a corrugated permanent shuttering. *Practical value.* Proposed method allows increasing the energy efficiency of wall building envelope of LSTS and polystyrene concrete. During the building of buildings with the use of the designed constructions, this method will minimize the effect of cold bridge, thus increasing the total R-value and reduce costs for heating buildings.

Keywords: wall building envelope, thin-walled section, polystyrene concrete, thermal conductivity inclusion, energy efficiency, thermal performance

Постановка проблеми в загальному вигляді

Розвиток технологій каркасного домобудівництва призвело до виникнення інноваційного напрямку в будівництві – металокаркасного будівництва на базі спеціальних легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК). На сьогоднішній день будівництво з ЛСТК є досить поширеним як на території нашої країни, так і за її межами. Для огорожувальних конструкцій з елементів даного типу застосовуються різні види утеплювачів, найпоширенішим з яких є мінеральна, базальтова вата та пінополістирол. Але особливої актуальності набув пошук нових підходів до вирішення проблеми теплотехнічного захисту будівель, тому широкого використання набув ще один ефективний теплоізоляційний матеріал для стінових огорожувальних конструкцій – полістиролбетон.

В Україні комбіновані конструкції застосовуються досить рідко, що викликано практично відсутністю нормативної бази для розрахунків і проектування такого виду конструкцій. Але в деяких випадках тільки застосування цього типу конструкцій дозволяє отримати оптимальне рішення за вимогами теплопровідності, несучої здатності, вогнестійкості, максимальної корисної площі та свободи укладання інженерних комунікацій.

Отже розроблення рекомендацій щодо використання легких бетонів в сумісній роботі з ЛСТК є актуальною науково-технічною проблемою.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій

В Україні теплові властивості сталевих тонкостінних профілів в складі огорожувальних конструкцій майже не досліджені [5, 7]. Але вивченням цих питань займалися такі науковці, як Ватін Н. І., Попова Є. Н. [2], Журина Н., Кузьмичев Р. [8], Фаренюк Г. Г. [10], Чернявський В. В. [12]. Дослідженню енергоефективності легких каркасних будівель присвячені роботи Santos P. [14].

Полістиролбетон як теплоізоляційний матеріал розглядався в працях Філіппова В. П., Беякова В. А. [11], Vogdt F. [15], Clarke J. L. [13].

Виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми

Початок дослідженням сумісної роботи легких бетонів у складі ЛСТК поклали Семко О. В. та Авраменко Ю. О. [1, 9]. При цьому було виявлено, що полістиролбетон при сумісній дії з легким

сталевим тонкостінним каркасом підвищує несучу здатність конструкції в 4-7 разів. Проте така конструкція є комплексною і питання вибору теплоізоляційних легких бетонів для стінових огорожувальних конструкцій залишається відкритим і потребує ґрунтовних експериментально-теоретичних досліджень.

Мета

Метою статті є розробити та запроектувати енергоефективну стінову конструкцію на основі ЛСТ-профілів та полістиролбетону, а також провести експериментальне та чисельне дослідження теплотехнічних показників конструкцій такого типу.

Основний матеріал та результати

В огорожувальних конструкціях на основі легких сталевих тонкостінних профілів, при дослідженні теплових характеристик, в місцях теплопровідних включень виникають значні теплові втрати, так звані «містки холоду». Отже, основною умовою даного дослідження було розробити конструктивне рішення огорожувальної конструкції на основі сталевих профілів таким чином, щоб мінімізувати тепловтрати даної конструкції, а також дослідити температурні коливання в середині та на поверхні огорожувальної конструкції. Такий метод підвищення енергоефективності стінових конструкцій із ЛСТК та полістиролбетону не потребує додаткових затрат, а є виключно конструктивним.

Для лабораторних досліджень було виготовлено експериментальний зразок з теплопровідним включенням (рис. 1) та термічно однорідний – сталонний зразок (рис. 2), розміри яких 800х850 мм.

Розмір експериментальних зразків обґрунтовувався та регламентувався відповідно до відсіку експериментальної установки – кліматичної камери, яка має розміри 850х900 мм.

Вони представляють собою стінові панелі огорожувальних конструкцій, які сконструйовані із U-подібних сталевих тонкостінних профілів, що з'єднуються між собою за допомогою саморізів, внаслідок чого забезпечується цілісність конструкцій. Каркаси даних стінових панелей заповнюються полістиролбетоном, який виконує функцію утеплювача. Жорсткість, міцність та несучу здатність однієї панелі забезпечує вертикальна стійка – це сталевий тонкостінний профіль С-подібного перерізу, який є теплопровідним включенням даної

огороджувальної конструкції (рис. 1). Друга стінова панель – однорідна огороджувальна конструкція (рис. 2).

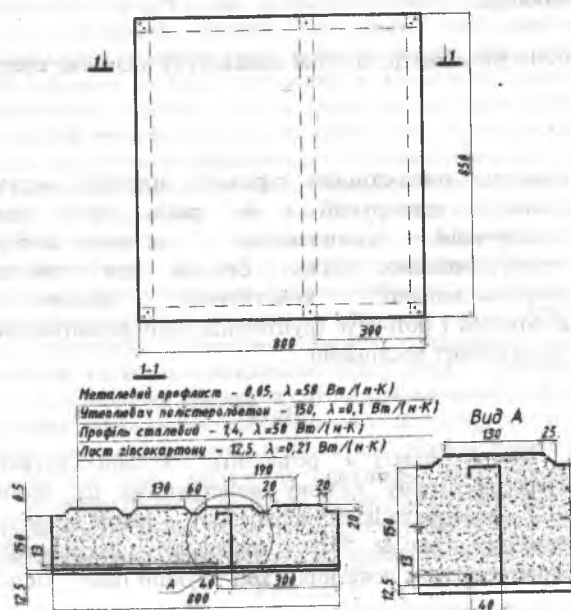


Рис. 1. Конструктивна схема стінової панелі з теплопровідним включенням /

The construction scheme of wall panel with thermal conductivity inclusion

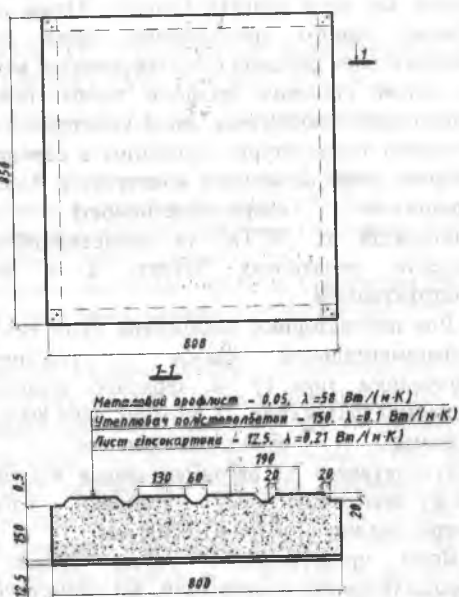


Рис. 2. Конструктивна схема термічно однорідної стінової панелі /

The construction scheme of wall panel with thermal uniformity

Із зовнішньої сторони панелі обшиті сталевим профнастилом, який разом із каркасом профілів утворюють незмінну опалубку для конструкцій. Лист повинен розташовуватися таким чином, щоб висота

хвилі знаходилася навпроти теплопровідного включення. Простір, який утворюється між профілем та настилом, заповнюється полістиролбетоном і слугує як термопрокладка.

Полістиролбетон відноситься до легких бетонів, які мають ряд істотних відмінностей порівняно з іншими видами бетонів. До їх переваг відносять можливість варіювання в широких межах міцності та щільності, внаслідок чого вони можуть бути як теплоізоляційним, так і конструкційним матеріалом. Це підтверджено попередніми дослідженнями [1, 9]. В останні роки все ширше й успішніше застосовуються легкі бетони для створення комбінованих огорожувальних конструкцій каркасних будинків різної поверховості, утеплення фасадів, теплоізоляції покрівель, перекриття і т. п.

Посилаючись на відповідні джерела [3, 9] для експериментальних досліджень було запроєктовано полістиролбетон щільністю 200 кг/м³. В рамках експерименту для визначення фізико-механічних властивостей складу бетону, одночасно з основними зразками було виготовлено та досліджено стандартні бетонні кубики (100x100x100 мм); та для визначення коефіцієнту теплопровідності було виготовлено пластини (150x150x25 мм) згідно з інструкцією з експлуатації до приладу ИТС-1 Вимірювач теплопровідності. Фактичні отримані значення показали, що щільність полістиролбетону становить 330 кг/м³, а коефіцієнт теплопровідності – 0,099 Вт/(м·К).

Після того як експериментальні зразки були виготовлені, вони досліджувалися у кліматичній камері (рис. 3) згідно ДСТУ Б В.2.6-101:2010 [6] методом теплових випробувань у лабораторних умовах.

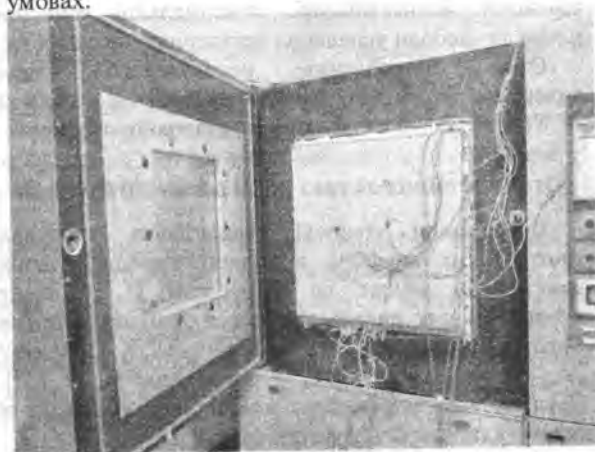


Рис. 3. Загальний вигляд експериментальної установки /

General view of the experimental setup

Герметичність експериментального зразка з установкою забезпечувалась за допомогою монтажної піни. Для визначення теплових показників використовувалися тепловіри, термопари та прилад Вимірювач теплофізичних величин «Теплограф». Він призначений для вимірювання та реєстрації теплових

потоків через опорожжувальні конструкції будівельних об'єктів, промислового (техносперейсного) об'єднання, температури опорожжувальних конструкцій і температури оточуючих їх середовищ, в тому числі з метою кількісної оцінки ефективності їх теплового захисту. Принцип роботи Теплографа полягає в перетворенні шільності теплових потоків в електричний сигнал напруги за допомогою датчиків теплових потоків (ДТП), перетворенні температури в опір за допомогою платинових термоперетворювачів (датчиків) опору (ДТО) або безпосередньо в цифровий код за допомогою цифрових датчиків температури (ДТТ), виміри сигналів напруги та опору і перетворенні їх в цифровий код, надалі перетворенні до номінальними статичними характеристиками, зберігання та відображення масивів вимірної інформації та передачі даних в зовнішній пристрій.

Термопар та ДТТ розташовувалися на внутрішній поверхні опорожжувальних конструкцій, тобто на піскапротні, в середині утеплювача, у місцях теплопровідних включень та на зовнішній поверхні опорожжувальної конструкції – на поверхні підстирооб'єкту.

Розташовувалися з внутрішньої сторони експериментальних зразків (рис. 4, рис. 5).

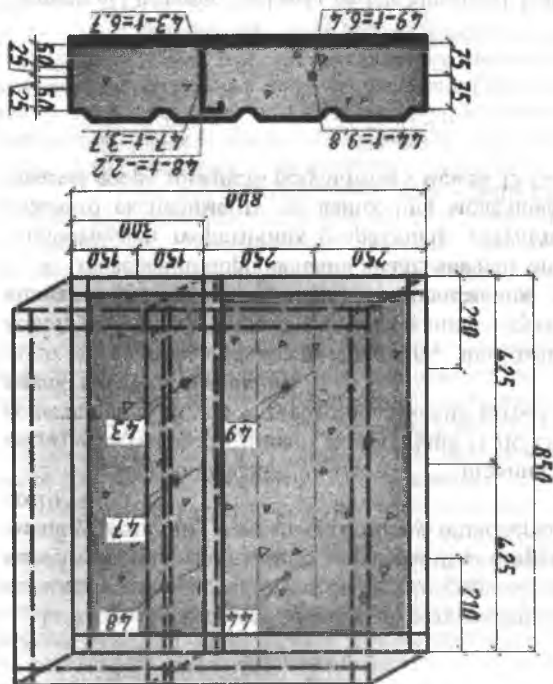


Рис. 4. Схема розміщення термопар для зразка з теплопровідним включенням (43-48 – № термопар) / The layout of thermocouples for specimen with thermal conductivity inclusion (43-48 – No thermocouples)

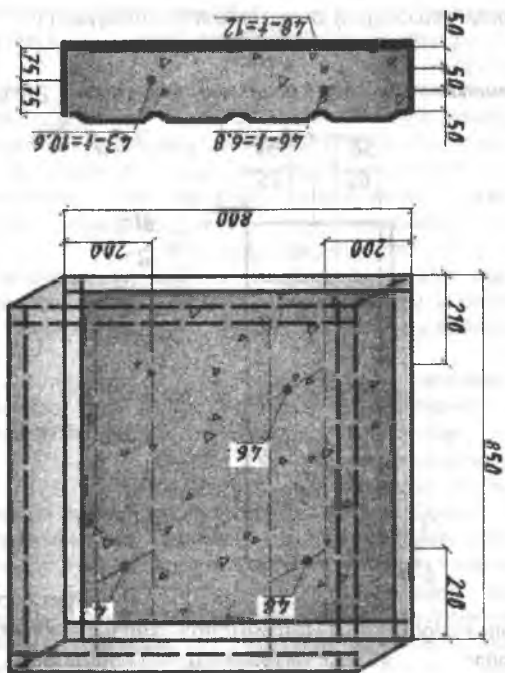


Рис. 6. Схема розміщення термопар для еталонного зразка (43-48 – № термопар) / The layout of thermocouples for reference specimen (43-48 – No thermocouples)

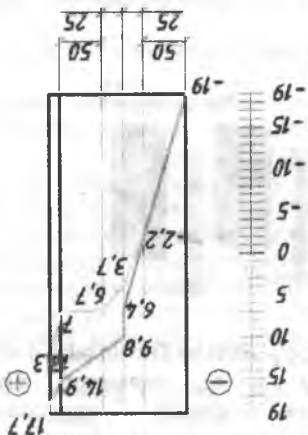


Рис. 5. Розподіл температури в перерізі опорожжувальної конструкції з теплопровідним включенням (зеленим кольором вказана температура в місці розташування металевого профіля) / The temperature distribution in the cross section of enclosing structure with thermal conductivity inclusion (green indicated temperature at the location of metal profile)

Температура зовнішнього повітря (в середній камері) становила від -20°C до -22°C , температура внутрішнього повітря коливалася в межах від $+19^{\circ}\text{C}$ до $+21^{\circ}\text{C}$, відповідно температури приміщення. Показники прилади знімалися після того, як установка входила у стаціонарний режим.

Розподіли температур в середині огорожувальних конструкцій було зображено на рис. 6 та рис. 7.

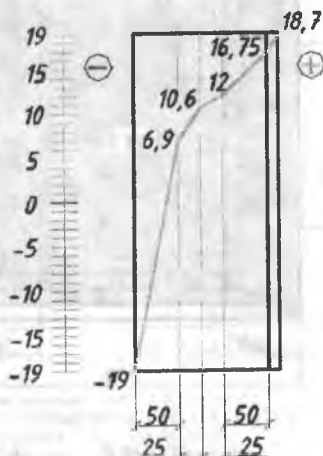


Рис. 7. Розподіл температур в перерізі еталонного зразка /

Distribution of temperatures in the cross section reference specimen

Фактичне значення щільності теплового потоку на термічно однорідних поверхнях обох конструкцій становить в середньому 23 Вт/м^2 , при цьому в місці теплопровідного включення – збільшується вдвічі.

Різниця температур на внутрішній поверхні експериментальних зразків між термічно однорідними ділянками та з теплопровідним включенням в середньому складає $4,5^\circ\text{C}$.

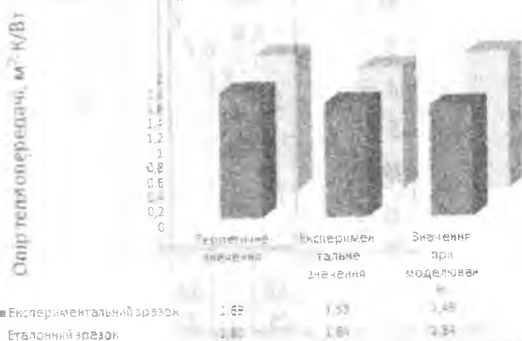


Рис. 8. Порівняння значень опору теплопередачі в експериментальних зразках /

Comparison of thermal resistance in the experimental samples

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Авраменко Ю.О. Місцева стійкість сталевих елементів сталезалізобетонних конструкцій. – Автореф. дис. – канд. техн. наук. – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – 22 с.
Avramenko Yu.O. Mistseva stiykist stalevyh elementiv stalezalizobetonnyh konstruktсий [Local Stability of Steel

Після проведення лабораторних випробувань експериментальні зразки були також змодельовані у програмному комплексі, після чого були отримані значення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій.

Результати проведених досліджень та розрахунків дозволили отримати значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, які зведені в загальний графік (рис. 8).

Наукова новизна і практична значимість

Стінова огорожувальна конструкція із теплопровідним включенням, яка складається з U-подібних профілів, котрі працюють сумісно з бетонною складовою є енергоефективною, оскільки теплоізоляція сталевого профілю виконується шляхом заповнення полістиролбетоном простору, який утворюється між ним та профнастилом, при цьому висота хвилі профнастилу повинна знаходитися навпроти теплопровідного включення, а сам профнастил виконує роль незнімної опалубки.

При будівництві будівель із застосуванням таких конструкцій це дозволить мінімізувати вплив містка холоду, при цьому збільшивши загальний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій та зменшити витрати на опалення будівель.

Висновки

1. В ході проведених досліджень встановлено, що наявність теплоізоляційного шару полістиролбетону на несучому профілі в огорожувальній конструкції зменшує величину приведенного опору теплопередачі до 10 %.

2. Запропонований метод підвищення енергоефективності стінових конструкцій із ЛСТК та полістиролбетону не потребує додаткових затрат, а є виключно конструктивним.

3. Отримані результати свідчать, що зміною конструктивних параметрів можливо суттєво впливати на опір теплопровідності огороження.

4. Проведений порівняльний аналіз значень опору теплопередачі теоретичних розрахунків, результатів власного експерименту та даних при моделюванні показав добру збіжність результатів у межах 15 %.

Elements of Composite Steel and Concrete Structures]. Poltava, 2012. 22 p.

2. Вагин Н.И. Термопрофиль в легких стальных строительных конструкциях / Н.И. Вагин, Е.Н. Попова // СПб.: СПбГПУ, 2006. – 63 с.

Vatin N.I. Popova E.N. Termoprofil v legkih stalnykh stroitelnykh konstrukttsiyah [Thermoprofile to light steel building structures]. Saint Petersburg. 2006. 63 p.

http://www.stroikafedra.spb.ru/su4/program/termoprofil_v_LS TK.pdf

3. ГОСТ Р 51263-99. Полистиролбетон. Технические условия. – М.: – Госстрой России, 1999. – 10 с.

GOST R 51263-99. Polistirolbeton. Tehnicheskie uslovia. [Concrete with polystyrene aggregates. Specifications]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 2012. 27 p. http://psbblock.ru/UPLOAD/2014/05/19/GOST_R_51263-2012.pdf

4. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель. (Зі зміною №1, 2013 р.) – К.: Мінбуд. України, 2006. – 73 с.

DBN V. 2.6-31:2006 Teplova izoliatsia budivel: Zmina 1 [Thermal insulation of buildings: State Construction Norms]. Kyiv, Ministry of Construction of Ukraine Publ., 2006. 73 p. http://eurobud.ua/uploads/files/pinoplast_norm_doc/4%20DBN%20B.2.6-31-2006.pdf

http://niisk.com/files/teplova_izoljacija_budivel_ost_19_04_2013.pdf

5. Державний стандарт України ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Методи визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. – К.: Мінбуд. України, 2010. – 84 с.

DSTU B V.2.6-101:2010 Metody vyznachennia oporu teploperedachi ogorodzuvalnyh konstruksiy [Methods for determining the resistance to heat transfer of building envelopes]. Kyiv, Ministry of Construction of Ukraine Publ., 2010. 84 p.

http://dbn.at.ua/dstu_b_v_2_6_101

6. Державний стандарт України ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів. – К.: – Мінрегіонбуд України, 2010. – 55 с.

DSTU-N B V. 2.6-87:2009. Konstruktsii budynkiv i sporud. Nastanova z proektuvannia konstruksiy budynkiv iz zastosuvanniam stalevyh tonkostinnyh profiliv [State Standard 2.6-87:2009. Construction of buildings and structures. Manual for designing building structures using thin-walled steel profiles]. Kyiv, Ministry of Regional Construction of Ukraine Publ., 2010. 55 p.

<http://dbn.at.ua/load/normativy/dstu/5-1-0-1002>

7. Журина Н. Энергоэффективные легкие ограждающие конструкции / Н. Журина, Р. Кузьмичев // Архитектура и строительство. – 2008. – №2. – С. 93-97.

Zhurina N., Kuzmichev R. Energoeffektivnye legkie ogradzhdaushchie konstruksii [Energy-efficient light enclosing structures] // Architecture and Construction. Issue №2. – 2008. – pp. 93-97.

<http://ais.by/story/1401>

8. Семко О.В. Легкий бетон для заполнения порожнин стальных тонкостенных конструкций / О.В. Семко, Д.М. Лазарев, Ю.О. Авраменко // 36. наук. пр. ДП НДІБК. – Вип. 74. – К., 2011. – С. 659-666.

Semko O.V., Lazarev D.M., Avramenko Yu.O. Lehky beton dlia zapovnennia porozhnyn stalevyh tonkostinnyh konstruksiy [Lightweight concrete to fill the cavities of steel thin-walled structures] // Building, materials sciences, mechanic engineering: Collection of scientific papers Issue №74 – Dnipropetrovs'k, PSAES, 2011. – pp. 659-666.

9. Фаренюк Г.Г. Основы обеспечения энергоефективности будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт. – 2009. – 216 с.

Farenuk G.G. Osnovy zabezpechennia energoeffektyvnosti budynkiv ta teplovoi nadiinosyi ogorodzuvalnyh konstruksiy [Basics energy efficiency of buildings and thermal reliability walling]. Kyiv, Gamma-Print Publ., 2009. 216 p. <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/>

10. Филиппов В.П. Рекомендации по применению полистиролбетона в строительстве / В.П. Филиппов, В.А. Беляков. – Екатеринбург: ОАО «УралНИИАС», 2002. – 23 с.

Filippov V.P., Belyakov V.A. Rekomendatsii po primeneniiu polistirolbetona v stroitelstve [Recommendations for the use of polystyrene concrete in construction]. Ekaterinburg, UralNIAS Publ., 2002. 23 p.

11. Чернявський В.В. Вплив перфорації легких сталевих тонкостінних профілів на теплофізичні характеристики огорожувальних конструкцій / В.В. Чернявський, В.О. Семко, О.І. Юрін, Д.А. Прохоренко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Випуск 1(29). – Полтава: ПолтНТУ. – 2011. – С.194-199.

Cherniavsky V.V., Semko V.O., Yurin O.I., Prokhorenko D.A. Vplyv perforatsii legkyh stalevyh tonkostinnyh profiliv na teplofizychni harakterystyky ogorodzuvalnyh konstruksiy [The influence of light gauge steel constructions perforation type on its thermal characteristics] // Collection of scientific papers (mechanic engineering, building) Issue №1 (29) – Poltava, PNTU, 2011. – pp. 194-199.

http://lib.pntu.edu.ua/?module=ellib*nid*7879

12. Clarke J.L. Structural Lightweight Aggregate Concrete. / J.L. Clarke – Taylor & Francis E-Library, 2005. – 128 pp.

Clarke J.L. Structural Lightweight Aggregate Concrete. London, Taylor & Francis E-Library Publ., 2005. 128 p. https://books.google.com.ua/books/about/Structural_Lightweight_Aggregate_Concret.html?id=OscwJCfilvUC&redir_esc=y

13. Santos P. Energy Efficiency of Light-weight Steel-framed Buildings / P. Santos, L. Simões da Silva, V. Ungureanu. – Sustainability & Eco-Efficiency of Steel Construction. №129, 2012. – 175 p.

Santos P., Simões da Silva L., Ungureanu V. Energy Efficiency of Light-weight Steel-framed Buildings. Portugal, 2012. 175 p. http://www.stalforbund.com/Fagboker/ECCS_P129_table_of_contents.pdf

14. Vogdt F. Conceptual and structural design of building made of lightweight and infra-lightweight concrete. / F. Vogdt, M. Schlaich, B. Hillemeir // Berlin, 2010. – 105 pp.

Vogdt F., Schlaich M., Hillemeir B. Conceptual and structural design of building made of lightweight and infra-lightweight concrete. Berlin, 2010. 105 p.

Стаття рекомендована до публікації д-ром.техн.наук, проф. Ю. Л. Винниковим (Україна); д-ром.техн.наук, с.н.с. О.П. Воскобійник (Україна)

Статья поступила в редколлегию 07.08.2015

Науково-практичне видання

*Серія: «Інноваційні технології життєвого циклу об'єктів житлово-комунального,
промислового та транспортного призначення»*

**БУДІВНИЦТВО.
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО.
МАШИНОБУДУВАННЯ**

Випуск 82

Збірник наукових праць
Під загальною редакцією доктора технічних наук
професора В.І. Большакова

Російською, українською, англійською та французькою мовами

Відповідальний за випуск к.т.н., доц. Юрченко Є.Л.
Відповідальний секретар: к.т.н. Коваль О.О.
Комп'ютерна верстка к.т.н., доц. Юрченко Є.Л.

Матеріали збірника представлені в авторській редакції

Підп. до друку 31.08.2015, відп. до рішення Вченої ради ДВНЗ "ГДАБА" (протокол № 1 от 31.08.2015). Формат А4. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 33,25. Тираж 300 прим. Зам. № 37.

Віддруковано ФОП Удовиченко О.М.
49080, м. Дніпропетровськ, вул. Донецьке шосе, 15/531
тел. 785-22-31

Свідцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавця, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК №3660 від 2.12.09