

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО
ИНФРАСТРУКТУРА
КОММУНИКАЦИИ**

Выпуск № 1 (10) 2018

**ПО ВОПРОСАМ РАЗМЕЩЕНИЯ СТАТЬИ
ОБРАЩАТЬСЯ**

В РЕДАКЦИЮ НАУЧНОГО ЖУРНАЛА

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

394006 Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, ком. 2135а;

тел.: +7(473)2-71-53-21;

e-mail: gik_vgasu@mail.ru.

Ознакомиться с *электронной версией журнала* можно на сайте:

[http:// journal-gik.wmsite.ru](http://journal-gik.wmsite.ru)

Ознакомиться с *полнотекстовой версией журнала* можно на сайте

Российской универсальной научной электронной библиотеки:

<http://www.elibrary.ru>

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

№ 1 (10)

Март, 2018

- ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
- ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
- АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
- ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ
- ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ
- ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
- ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ
- ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ
- СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ
- ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (В СТРОИТЕЛЬСТВЕ)

Воронеж

ISSN 2413-6751

GRADOSTROITELSTVO INFRASTRUKTURA KOMMUNIKATSII

№ 1 (10)

March, 2018

- CITY PLANNING, PLANNING OF VILLAGE SETTLEMENTS
- THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE
- ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND STRUCTURES. CREATIVE CONCEPTIONS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY
- HEAT AND GAS SUPPLY, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND ILLUMINATION
- WATER SUPPLY, SEWERAGE, BUILDING CONSTRUCTION OF WATER RESOURCES PROTECTION
- DESIGNING AND CONSTRUCTION OF ROADS, SUBWAYS, AIRFIELDS, BRIDGES AND TRANSPORT TUNNELS
- TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION
- BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS
- ENVIRONMENTAL SAFETY OF CONSTRUCTION AND MUNICIPAL SERVICES
- BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS
- CONSTRUCTION AND OPERATION OF OIL AND GAS PIPELINES, DATABASES AND REPOSITORIES
- DESIGNING AND CONSTRUCTION OF ENERGY NETWORKS
- FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY (CIVIL ENGINEERING)

Voronezh



ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

Научный журнал

Издается с 2015 года

Выходит 4 раза в год

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет». Территория распространения - Российская Федерация.

Статьи рецензируются, подвергаются обработке по программе «Антиплагиат» и регистрируются в **Российском индексе научного цитирования**. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель: **Колодяжный С. А.**, ректор,
Воронежский государственный технический университет

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: **Мелькумов В. Н.**, д-р техн. наук, проф.,
Воронежский государственный технический университет

**Заместители
главного редактора:** **Скляров К. А.**, канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный технический университет
Чуйкин С. В., канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный технический университет

**Ответственный
секретарь:** **Тульская С. Г.**, канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный технический университет

Бондарев Б. А., д-р техн. наук, проф., Липецкий государственный технический университет

Енин А. Е., канд. архит, доц., Воронежский государственный технический университет

Зубков А. Ф., д-р техн. наук, проф., Тамбовский государственный технический университет

Калгин Ю. И., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный технический университет

Капустин П. В., канд. арх., доц., Воронежский государственный технический университет

Кобелев Н. С., д-р техн. наук, проф., Юго-западный государственный университет, г. Курск

Козлов В. А., д-р физ.-мат. наук, доц., Воронежский государственный технический университет

Кузнецов С. Н., д-р техн. наук, доц., Воронежский государственный технический университет

Кушев Л. А., д-р техн. наук, проф., Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Леденев В. И., д-р техн. наук, проф., Тамбовский государственный технический университет

Лобода А. В., д-р физ.-мат. наук, доц., Воронежский государственный технический университет

Подольский Вл. П., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный технический университет

Самодурова Т. В., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный технический университет

Чесноков Г. А., канд. арх., доц., Воронежский государственный технический университет

Шубенков М. В., д-р арх., проф., Московский архитектурный институт (Государственная академия)

Редактор: *Тульская С. Г.* Дизайн обложки: *Чуйкина А. А.*

Дата выхода в свет 31.03.2018. Усл. печ. л. 6.74. Формат 60×84/8. Тираж 500 экз. Заказ № 231

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-68664

выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Цена свободная

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, ком. 2135а;
тел.: (473)2-71-53-21; e-mail: gik_vgasu@mail.ru

ОТПЕЧАТАНО: Бизнес-Полиграфия, г. Воронеж



**GRADOSTROITELSTVO
INFRASTRUKTURA
KOMMUNIKATSII**

Periodical scientific edition

Published since 2015

Comes out 4 times per annum

Founder and publisher: Federal State Education Budget Institution of Higher Education «Voronezh State Technical University». The territory of distribution - Russian Federation

The articles are reviewed and processed with the program ANTIPLAGIARISM. Articles are abstracted in **Russian Science Index**. This publication cannot be reprinted without the prior permission of the publisher, references at citing are obligatory.

EDITORIAL COUNCIL

The Head: **Kolodyazhny S. A.**, rector,
Voronezh State Technical University

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief: **Melkumov V. N.**, D. Sc. in Engineering, Prof.,
Voronezh State Technical University

**Dep. of the
Editor-in-Chief:** **Sklyarov K. A.**, PhD. in Engineering, Assoc. Prof.,
Voronezh State Technical University
Chujkin S. V., PhD. in Engineering, Assoc. Prof.,
Voronezh State Technical University

**Executive
secretary:** **Tulskaya S. G.**, PhD. in Engineering, Assoc. Prof.,
Voronezh State Technical University

Bondarev B. A., D. Sc. in Engineering, Prof., Lipetsk State Technical University, Russia

Enin A. E., PhD in Architecture, Prof., Voronezh State Technical University, Russia

Zubkov A. F., D. Sc. in Engineering, Prof., Tambov State Technical University, Russia

Kalgin Y. I., D. Sc. in Engineering, Prof., Voronezh State Technical University, Russia

Kapustin P. V., PhD in Architecture, Assoc. Prof., Voronezh State Technical University, Russia

Kobelev N. S., D. Sc. in Engineering, Prof., Southwest State University, Kursk, Russia

Kozlov V. A., D. Sc. in Physics and Mathematics, Assoc. Prof., Voronezh State Technical University, Russia

Kuznetsov S. N., D. Sc. in Engineering, Assoc. Prof., Voronezh State Technical University, Russia

Kushchev L. A., D. Sc. in Engineering, Prof., Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Russia

Ledenyev V. I., D. Sc. in Engineering, Prof., Tambov State Technical University, Russia

Loboda A. V., D. Sc. in Physics and Mathematics, Assoc. Prof., Voronezh State Technical University, Russia

Podolsky V. P., D. Sc. in Engineering, Prof., Voronezh State Technical University, Russia

Samodurov T. V., D. Sc. in Engineering, Prof., Voronezh State Technical University, Russia

Chesnokov G. A., PhD. Architecture, Assoc. Prof., Voronezh State Technical University, Russia

Shubenkov M. V., D. Sc. Architecture, Prof., Moscow Architectural Institute, Russia

Editor: *Tulskaya S. G.* Cover design: *Chujkina A. A.*

Date of publication 31.03.2018. Conventional printed sheets 6.74. Format 60×84/8. Circulation 500 copies. Order 231

Registration certificate ПИ № ФС77-68664

issued by the Federal service for supervision of communications, information technology and mass communications (Roskomnadzor)

Price free

ADDRESS OF THE EDITORIAL OFFICE AND THE PUBLISHER: 84 20-letiya Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russian Federation
Tel. / fax: (473)2-71-53-21; e-mail: gik_vgasu@mail.ru.

PRINTED: Business- printing, Voronezh

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ.....	9
<i>Чуй А. К.</i> Эволюция организации прибрежной территории малых рек г. Новосибирска.....	9
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ.....	14
<i>Китаев Д. Н., Хузин В. Ю., Щукина Т. В.</i> Охлаждение горячей воды в полипропиленовых трубопроводах.....	14
<i>Маслова Т. О., Курасов И. С., Мартыненко Г. Н.</i> Энергосбережение в жилищном фонде.....	20
<i>Петров С. А., Тульская С. Г., Забудько Е. В.</i> Альтернативные источники энергии для частных коттеджей.....	32
<i>Мартыненко Г. Н., Миляева А. В., Исаева Е. С.</i> Гибридная солнечная черепица как альтернативный источник энергии.....	39
ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (В СТРОИТЕЛЬСТВЕ).....	44
<i>Тульская С. Г., Скляров К. А., Сергеева Е. Е.</i> Определение пожарной нагрузки для помещений торгово-развлекательных комплексов.....	44
<i>Паршина А. П., Паршин М. В., Мурзинов В. Л.</i> Экспериментальное исследование динамики температурного режима горения текстильных изделий в помещении.....	50
ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ.....	57

CONTENTS

THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF HISTORICAL AND ARCHITECTURAL HERITAGE.....	9
<i>Chui A. K.</i>	
Evolution of organization of coastal territory of small rivers of Novosibirsk.....	9
HEAT AND GAS SUPPLY, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND ILLUMINATION.....	14
<i>Kitaev D. N., Huzin V. Y., Shchukina T. V.</i>	
Cooling hot water in polypropylene pipelines.....	14
<i>Maslova T. O., Kurasov I. S., Martynenko G. N.</i>	
Energy saving in housing fund.....	20
<i>Petrov S. A., Tulskaaya S. G., Zabudko E. V.</i>	
Alternative energy source for private houses.....	32
<i>Martynenko G. N., Milyaeva A. V., Isaeva E. S.</i>	
Hybrid solar tile as an alternative source of energy.....	39
FIRE AND INDUSTRIAL SAFETY (CIVIL ENGINEERING).....	44
<i>Tulskaaya S. G., Sklyarov K. A., Sergeeva E. E.</i>	
Determination of fire load for rooms shopping malls.....	44
<i>Parshina A. P., Parshin M. V., Murzinov V. L.</i>	
Experimental study of the dynamics of the temperature regime of combustion of textile products in the room.....	50
RULES OF PREPARATION OF ARTICLES	57

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

УДК 711.01/.09

ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИБРЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ МАЛЫХ РЕК Г. НОВОСИБИРСКА

А. К. Чуй

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
А. К. Чуй, аспирант кафедры градостроительства и городского хозяйства
Россия, г. Новосибирск, тел.: +7(962)-841-53-99, e-mail: Chak-green@ya.ru*

Постановка задачи. Исторический анализ особенностей формирования долин малых рек города Новосибирска на примере рек Зырянка, Ельцовка, Иня, Камышенка, Плющиха, Каменка, Ельцовка 1-я, Ельцовка 2-я, Тула.

Результаты и выводы. В данной работе проведено теоретическое исследование развития долин малых рек города Новосибирска, входе которого была сформирована общая ретроспектива формирования приречных территорий. Выявление факторов изменения русел и их влияние на развитие города.

Ключевые слова: малые реки, прибрежная территория, градообразующий фактор, историческое развитие.

Введение. Характерная особенность русского продвижения на восток XVI–XVII веков, это использование обширной системы рек Сибири в качестве основных путей передвижения. Речная сеть стала основным каркасом, по которому осуществлялась градоформирующая деятельность. Древнерусская особенность строить города, «привязанные» к большим и малым рекам, получила дальнейшее развитие и в Сибири. Новосибирск не стал исключением. Первым русским поселением на территории современного Новосибирска был Никольский погост, позже получивший название Кривощёково. Большое Кривощёково находилось на левом берегу Оби «в 3 верстах ниже устья Ини» на участке, зажатом ныне между Димитровским и Октябрьским мостами.

1. История малых рек г. Новосибирска. Первые упоминания об русле малых рек современного Новосибирска можно найти в чертежной книге Сибири авторства С. У. Ремезова конца XVII века, но с другими названиями Ниа и Толо, Иня и Тула ныне, соответственно. Фрагмент карты представлен на рис.1 [1, 2].

Эти данные свидетельствует о том, что малые реки имели весомое значение и существовали задолго до образования города Новосибирска. На последующих более ранних и более детальных картах появляются и остальные известные на сегодняшний день малые реки, такие как Каменка, Ельцовка, Плющиха.

Центр Ново-Николаевска был основан в 1981 году между речек Каменка и первая Ельцовка, так как именно там находился ключевой градообразующий фактор-железнодорожный вокзал. Тогда первая Ельцовка являлась северной границей города.

Информативным для изучения является генеральный план города Ново-Николаевска 1906 г. (рис. 2).



Рис. 1. Фрагмент карты из чертежной книги Сибири авторства С. У. Ремезова с обозначенным будущим расположением Новосибирска

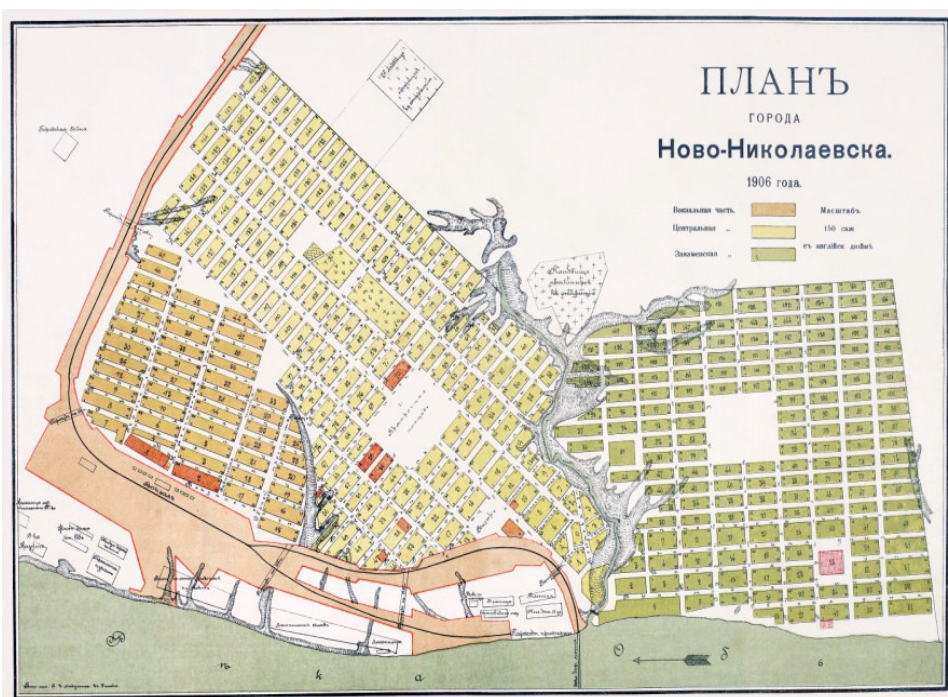


Рис. 2. План города Ново-Николаевска 1906 года

Здесь отчетливо виден план города, в котором река Каменка пронизывает поселение пополам, что создавало большую проблему сообщения, так как было всего два моста: железнодорожный и автомобильный мост возле устья реки Каменки. На этом же плане можно увидеть еѐрельеф прибрежной территории в первоизданном виде [3, 4].

Крутые склоны были также не благоприятным фактором для застройки. Южная граница города простиралась до реки Плющиха. С 1920 г. началось формирование двубережной пространственной структуры, но была слабая интеграция из-за отсутствия автомобильного

моста через Обь. Поселение находившиеся тогда на левом берегу, располагалось вдоль речки Тула. В 1935 году был предложен план проектируемых кварталов по обе стороны от реки Тула.

В 1941 году первые месяцы Великой Отечественной войны на долю города выпала трудная задача – принять с июля по ноябрь и пустить в короткий срок 50 крупных предприятий, эвакуированных из западных регионов страны, а так же срочно построить понтонный мост через р. Обь. Такой большой толчок привел к развитию левого берега Новосибирска вдоль поймы реки Тула.

Первые проекты постоянного моста появились в начале 1930-х годов. Место для будущего моста выбрали сразу – в створе улицы Восход (тогда она называлась Сузунская). Окончательный проект моста выполнили инженер-конструктор Г. Д. Попов и архитектор К. И. Яковлев в 1938 году. Однако, строительство пришлось отложить – началась война. После её окончания в проект внесли изменения, заключающиеся в том, что конструкцию проезжей части из железобетонных плит и металлические двутавровые балки соединили в одно целое. 17 октября 1951 года было принято Постановление Совета Министров СССР о строительстве коммунального моста в Новосибирске. В начале 1952 года начались подготовительные работы. 20 октября 1955 года мост был принят в эксплуатацию. До ввода в строй Октябрьского моста в летнее время два обских берега связывал понтонный мост, а зимой действовала ледовая переправа. Затраты на строительство составили 128 млн. рублей. В центре моста были расположены два трамвайных пути, разделявших две двухпутных полосы для движения автомобилей, а по краям – два пешеходных тротуара. Протяжённость надводной семи пролётной части нового моста составила 840 м. Общая же длина вместе с насыпью на левом берегу и четырёх пролётным правобережным путепроводом составила 2–3 км. К этому времени город разросся и вышел за пределы рек Ельцовка 1 и Ельцовка 2 на севере, за устьем Иня стал формироваться Первомайский район и по обе стороны от реки Тула был застроен левый берег, до железнодорожных путей. К тому времени серьезные проблемы создавали реки Ельцовка 1 и Каменка. Каньон реки, пересекающий город с сетью прилегающих оврагов был серьезной проблемой для растущего города, его транспортных и иных коммуникаций, и Река приносила и проблемы молодому растущему городу. Весной и летом жители Ново-Николаевска страдали от паводков, которые подмывали, а порой и вовсе сносили постройки. Берега Каменки беспорядочно были застроены лачугами. Один дом лепился к другому. Тем самым открылся очаг криминогенной зоны. Река текла по дну глубокого оврага, к которому примыкали ещё множество. Овраги всё больше разрастались. Эта овражная зона была самой разветвленной, из 220 оврагов города 65 находились здесь. Вода в Каменке была и так очень мутная, а в черте города еще и загрязненная бытовыми и производственными отходами, что послужило причиной возникновения эпидемий холеры. В 1950-х академик архитектуры Борис Иофан предложил засыпать реку. Работы по замывке реки начали в 1967 году от улицы Большевицкой к железнодорожным путям и до Оби, потом – до улицы Лежена. Песок для замывки земснаряды брали прямо со дна Оби, и по трубам гнали к месту замыва. Большие трубы шли от реки, проходили под Большевицкой, потом ползли вдоль Каменки, до рабочей площадки, где из них поступала смесь песка и воды. Вода уходила вниз, в Каменку, а бульдозеры раскатывали-трамбовали песок так в течении более двадцати лет. По замытой пойме реки Каменки проложена Каменская магистраль, которая соединяет улицу Ипподромскую с началом Красного проспекта и улицы Большевицкой, врезаясь в них в районе Южной площади, где сооружается транспортная развязка (рис. 3).

Река Каменка, хотя и являлась, по сути, родоначальником Новосибирска, принесла много хлопот и трудностей для развития автодорожной сети правобережья. 1-ю Ельцовку постигла подобная участь и на сегодняшний день от улицы Нарымской в сторону Красного проспекта русло большей частью проходит в трубе, а на замытой части возвышаются жилые и общественные здания. В 1980 -е годы – были возведены мостовой переход вдоль железной

дороги Алтайского направления от начала улицы Серебренниковской Центрального района до улицы Зыряновской Октябрьского района. И эстакада Октябрьской магистрали, соединившей Красный проспект с улицей Кирова.

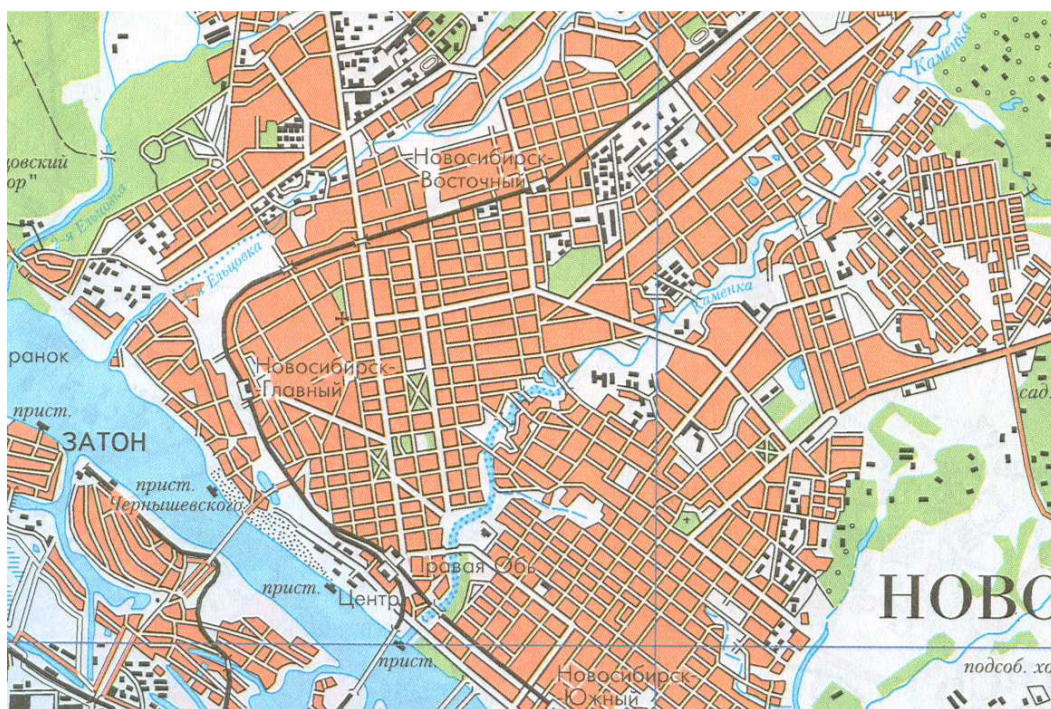


Рис. 3. Фрагмент карты Новосибирска 1990 года

2. Планировка и мероприятия, проводимые на прибрежной зоне территории малых рек г. Новосибирска. В 2007 году вступил в действие новый Водный кодекс РФ, в котором закреплено право субъектов Федерации на получение субвенций на природоохранные проекты. Результатом сотрудничества стало благоустройство, проведенное на шести малых реках города. Так, в 2008 году на реках Камышенка, Нижняя Ельцовка, Каменка, Первая. Также на реках осуществлялось углубление и, где возможно, спрямление русла рек. В основном такие кардинальные работы проводились в пойменных затопляемых местах для обеспечения максимального пропуска воды в период половодья. В 2006–2007 годах на берегах реки Нижняя Ельцовка проведена большая работа – восстановлено русло от Оби до Бердского шоссе. В 2008 году работы велись на участке протяженностью 2,5 км – от Бердского шоссе вверх по течению. Была произведена очистка русла реки, проведены мероприятия по берегоукреплению, в том числе при помощи специальных конструкций. Небольшая набережная, образовавшаяся после благоустроительных мероприятий, используется как зона отдыха для жителей. В Кировском районе Новосибирска вблизи устья Тулы на берегу планируется создание рекреационной зоны. Новое русло обрела и Плющиха: оно стало глубже и шире, также укреплены берега реки. В июне 2011 года утвержден проект планировки перспективного микрорайона в Октябрьском районе от улицы Автогенная до реки Плющиха. Всеградостроительные воздействия на малые реки негативно сказывались на их состоянии, оно изначально зависит от многих компонентов природной среды: жидких и твердых осадков, условий рельефа и геологического строения местности, грунтовых вод, характера почв и растительного покрова. Процессы урбанизации могут усиливать изменения геоэкономических характеристик реки. Для малых рек свойственна незначительная самоочищающаяся способность, небольшой расход воды, малая водобеспеченность, небольшая скорость течения, малая глуби-

на, что в совокупности определяет неблагоприятные условия смешения и разбавления загрязнений. Поэтому малые реки испытывают наибольшую антропогенную нагрузку, которая определяет потенциальную опасность ухудшения качества воды, изменение русла реки, нарушения условий водопользования. В основном реки загрязнены хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами. Тем самым малые реки создают множество проблем, так экологических, так и градостроительных. При не правильной эксплуатации они могут являться разносчиками загрязнений, и тем самым абсолютно терять свои рекреационные свойства. Так же малые реки создают множество сложностей при постройке близ лежащих объектов.

Выводы. На сегодняшний день состояние рек характеризовалось специалистами как «очень грязное». В результате того, что на большем протяжении вышеперечисленные реки протекают в районах жилой застройки, эта территория служит их водосбором. Кроме того, в них осуществляется сброс большого количества сточных вод без очистки, в результате чего они интенсивно загрязняются, как отбросами животного происхождения, так и химическими токсическими веществами, и бактериальной микрофлорой, расходы которых в сотни раз превышают расходы самих рек. Главная причина такого их состояния лежит в том, что отсутствует четкая система решения этой проблемы.

Библиографический список

1. **Баландин, С. Н.** Новосибирск: история градостроительства 1945–1985 гг. / С. Н. Баландин. – Новосибирск, 1986. – С.19-28.
2. Карты-схемы генплана – ДсиА мэрии г. Новосибирска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: dsa.novo-sibirsk.ru
3. **Горюшкина, Л. М.** Новосибирск. 100 лет. События. Люди. 1893–1993 / под ред. Л. М. Горюшкина. – Новосибирск: Наука, 1993. – С. 5-16.
4. **Ремезов, С. У.** Чертежная книга Сибири, составленная тобольским сыном боярским Семеном Ремезовым в 1701 г. / Ремезов С. У. – СПб., 1882. – 26 с.

EVOLUTION OF ORGANIZATION OF COASTAL TERRITORY OF SMALL RIVERS OF NOVOSIBIRSK

A. K. Chui

Novosibirsk State University Architecture Civil Engineering (Sibstrin)
A. K. Chui, post-graduate student of Dept. of urban planning and municipal economy
Russia, Novosibirsk, tel.: +7 (962)-841-53-99, e-mail: Chak-green@ya.ru

Statement of the problem. Historical analysis of the features of the formation of the small river valleys of the city of Novosibirsk using the example of the rivers Zyryanka, Yeltsovka, Inya, Kamyshehka, Plyushchikha, Kamenka, Yeltsovka 1st, Yeltsovka 2nd; Tula.

Results and conclusions. In this work the theoretical research of development of valleys of small rivers of the city of Novosibirsk during which the General retrospective of formation of riverine territories was created is carried out. Identification of factors of changes in channels and their impact on the development of the city.

Keywords: small rivers, coastal territory, city-forming factor, historical development.

Для цитирования: **Чуй, А. К.** Эволюция организации прибрежной территории малых рек г. Новосибирска / А. К. Чуй // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. – № 1 (10). – С. 9-13.

For citation: **Chui, A. K.** Evolution of organization of coastal territory of small rivers of Novosibirsk / A. K. Chui // Gradostroitelstvo. Infrastruktura. Kommunikatsii. – 2018. – № 1 (10). – Pp. 9-13.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 696.4

ОХЛАЖДЕНИЕ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

Д. Н. Китаев, В. Ю. Хузин, Т. В. Щукина

Воронежский государственный технический университет

*Д. Н. Китаев, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: dim.kit@rambler.ru*

*В. Ю. Хузин, канд. техн. наук, доц. кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: dim.kit@rambler.ru*

*Т. В. Щукина, канд. техн. наук, доц. кафедры жилищно-коммунального хозяйства
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: dim.kit@rambler.ru*

Постановка задачи. В последние годы в системах горячего водоснабжения активно используются полипропиленовые трубы. Не достаточно изучен вопрос влияния замены традиционных стальных трубопроводов на полипропиленовые с точки зрения энергосбережения.

Результаты. По полученному уравнению рассчитаны температуры воды при охлаждении в полипропиленовых трубопроводах различных диаметров, используемых в системах горячего водоснабжения зданий. Проведено сравнение темпов изменения температуры горячей воды при отсутствии циркуляции в полипропиленовых и стальных трубопроводах.

Выводы. Получены уравнения, позволяющие рассчитать время охлаждения горячей воды с начальной температурой 60 °С до температуры воздуха в помещении для полипропиленовых трубопроводов со средним значением ошибки 4,5 %. На основе сравнения темпов охлаждения установлено, что для одинаковых объемов воды снижение температуры горячей воды происходит медленнее в полипропиленовых трубопроводах по сравнению со стальными в среднем в 1,8 раза.

Ключевые слова: горячее водоснабжение, теплопередача, полипропиленовые трубопроводы.

Введение. В последние годы в системах коммунальной инфраструктуры городов стали использовать полимерные трубопроводы [1, 2]. Наибольшую популярность приобрели полипропиленовые трубы, которые широко используют не только при проектировании, но и при капитальном ремонте многоквартирных домов [3, 4]. Современными авторами всесторонне и глубоко проанализированы свойства полипропиленовых трубопроводов. К положительным качествам таких трубопроводов относят отсутствие коррозии, малую звукопроводность, незначительный коэффициент теплопроводности, простоту транспортировки и монтажа, продолжительный срок службы. К отрицательным свойствам относят кислородопроницаемость, значительное температурное удлинение и ограниченный температурный диапазон использования. Наиболее предпочтительно использование полипропиленовых трубопроводов в системах горячего водоснабжения зданий, где по нормативам температура воды не должна превышать 75 °С.

В ряде публикаций встречаются сведения о том, что использование полипропиленовых труб позволяет экономить 10-20 % тепла. Толщина стенки полипропиленовых труб значительно

больше, чем у стальных. Например, толщина стенки полипропиленовой трубы со стандартным размерным соотношением SDR 6, номинальным наружным диаметром $d_n = 110$ мм составляет 18,3 мм. Коэффициент теплопроводности полипропилена находится в интервале $\lambda = 0,16 \div 0,22$ Вт/м/°С [5]. Термическое сопротивление такой стенки будет составлять $R = 0,322$ м°С/Вт, что способствует снижению теплопотерь по сравнению со стальными трубами.

Одним из энергосберегающих мероприятий в системе горячего водоснабжения является отключение циркуляционных насосов в летний период в ночное время [6]. В настоящее время нет достаточного обоснования температур наружного воздуха, при которых целесообразно данное мероприятие, времени остановки насосов. Не ясно, через какое время температура воды в системе горячего водоснабжения станет ниже нормативной. Вопрос отключения насосов должен решаться в зависимости от режима водопотребления здания. Очевидно, что при замене стальных трубопроводов на полипропиленовые, потенциал рассматриваемого энергосберегающего мероприятия увеличивается. Рассмотрение вопроса об изменении температур охлаждения воды в полипропиленовых трубопроводах по сравнению со стальными, является актуальной задачей.

1. Расчетное выражение. Будем рассматривать количество аккумулированной теплоты в полипропиленовом трубопроводе q при отсутствии движения жидкости (выключенный циркуляционный насос и отсутствие водоразбора), как сумму теплоты, содержащейся в жидкости и стенке трубопровода [7]. Для бесконечно малого понижения температуры dt , убыль аккумулированного тепла в жидкости и стенке трубопровода dq , определится выражением:

$$dq = (v_{ж} \rho_{ж} c_{ж} + v_{ст} \rho_{ст} c_{ст}) dt, \quad (1)$$

где $v_{ж}, v_{ст}, \rho_{ж}, \rho_{ст}, c_{ж}, c_{ст}$ – удельные объемы (отнесенные к 1 м длины трубы), плотности и теплоемкости воды и материала стенки трубопровода соответственно.

С другой стороны, потери тепла с одного погонного метра трубы за время $d\tau$ составят:

$$dq = - \frac{t - t_0}{\frac{1}{\alpha_g \pi d_n} + \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_n}{d_{вн}}} d\tau, \quad (2)$$

где α_g – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности трубы к воздуху Вт/(м²ч°С); λ – коэффициент теплопроводности материала стенки трубы, Вт/(м°С); $d_n, d_{вн}$ – соответственно наружный и внутренний диаметр трубы, м.

Приравнявая выражения (1) и (2), интегрируя при начальных условиях $\tau = 0, t = t_2, t_0 = t_g$, получим выражение, позволяющее определить температуру воды в полипропиленовых трубопроводах с течением времени при отсутствии движения:

$$t = t_g + (t_2 - t_g) \exp \left[- \frac{\tau}{\left(\frac{1}{\alpha_g \pi d_n} + \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{d_n}{d_{вн}} \right) (v_{ж} \rho_{ж} c_{ж} + v_{ст} \rho_{ст} c_{ст})} \right]. \quad (3)$$

2. Охлаждение воды в полипропиленовых трубопроводах. В таблице 1 представлен сортамент полипропиленовых трубопроводов, для которых проводился расчет температур воды в зависимости от времени охлаждения.

Таблица 1

Сортамент полипропиленовых труб

$d_{н}, мм$	225	200	180	160	140	125	110	90	75	63	50
$d_{вн}, мм$	150,2	133,6	120,2	114,8	93,4	83,4	73,4	60	50	42	33,4

При расчетах по формуле (3) начальная температура горячей принималась равной 60 °С, а конечная равной температуре окружающей среды в подвале жилого многоквартирного дома [8, 9]. Теплоемкость воды принималась постоянной и равной $c=4187$ Дж/(кг°С), а плотность находилась по средней температуре горячей воды и окружающего воздуха. Коэффициент теплоотдачи α , определялся как сумма коэффициента теплоотдачи конвекцией и излучением, вычисленным по формуле Нуссельта и Стефана-Больцмана соответственно [10].

На рисунках 1 и 2 представлены результаты расчетов по выражению (3) при охлаждении воды в помещениях с различной температурой воздуха. В таблицах 2 и 3 представлены значения времени достижения температуры окружающей среды при охлаждении.

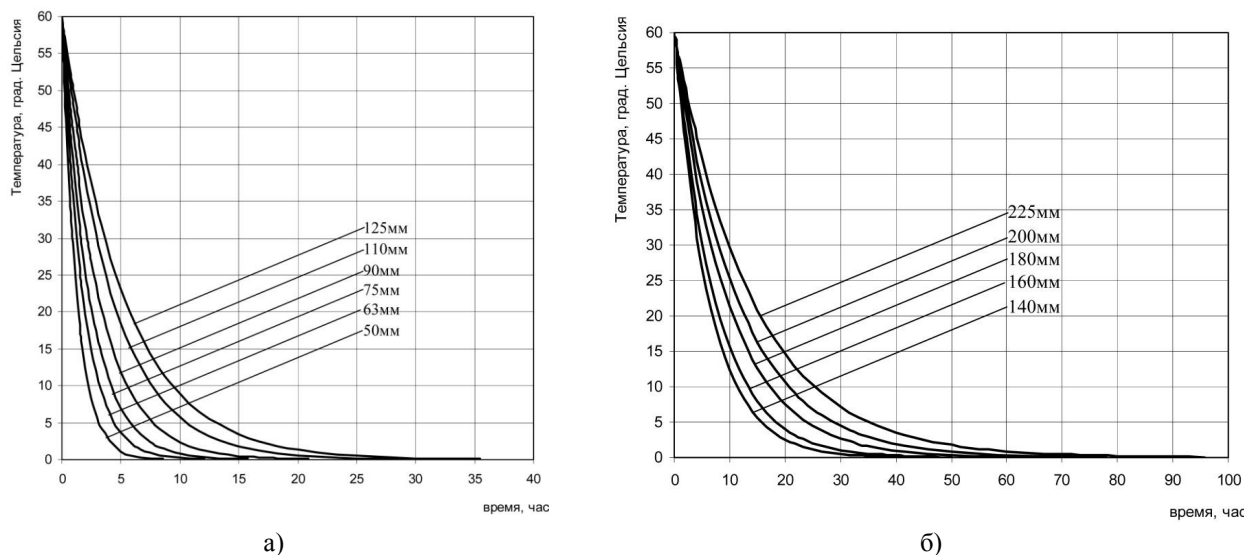


Рис.1. Изменение температуры в полипропиленовом трубопроводе при охлаждении в помещении с температурой 0 °С: а) для диаметров $d_{н}=50÷125$ мм; б) для диаметров $d_{н}=140÷225$ мм

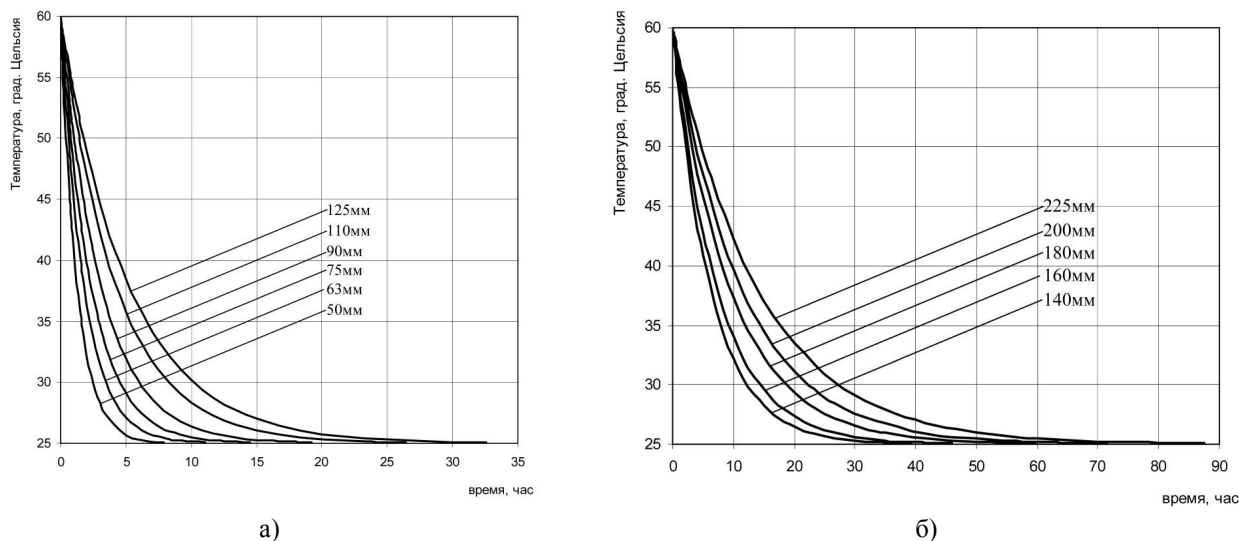


Рис.2. Изменение температуры в полипропиленовом трубопроводе при охлаждении в помещении с температурой 25 °С: а) для диаметров $d_{н}=50÷125$ мм; б) для диаметров $d_{н}=140÷225$ мм

Таблица 2

Время охлаждения горячей воды до температуры 0 °С

$d_n, \text{мм}$	225	200	180	160	140	125	110	90	75	63	50
$\tau, \text{час.}$	95,63	78,07	65,14	50,12	42,77	35,47	28,83	20,92	15,77	12,06	8,52

Таблица 3

Время охлаждения горячей воды до температуры 25 °С

$d_n, \text{мм}$	225	200	180	160	140	125	110	90	75	63	50
$\tau, \text{час.}$	87,41	71,44	59,69	45,91	39,20	32,54	26,45	19,23	14,49	11,12	7,89

Данные таблицы 2 могут быть аппроксимированы уравнением

$$\tau = 0,0158d_n^{1,6012}, \quad (4)$$

а таблицы 3 уравнением

$$\tau = 0,0149d_n^{1,5945}. \quad (5)$$

На рисунке 3 представлены зависимости времени охлаждения горячей воды до параметров окружающей среды в помещении с температурой 0 и 25 °С, а также кривая, построенная по осредненному уравнению вида

$$\tau = 0,01535d_n^{1,6}. \quad (6)$$

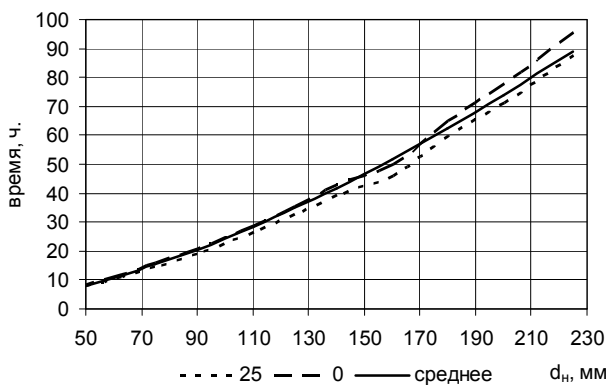


Рис. 3. Зависимость времени охлаждения до температуры окружающей среды для полипропиленовых трубопроводов

Расчеты по уравнению (6) показали, что максимальная ошибка будет для диаметра 160 мм при температуре воздуха 25 °С и ее значение составляет $\Delta_{25}=11,05\%$. Среднее значение ошибки при температуре окружающей среды 0 °С составляет 5,21 %, а 25 °С – 3,78 %.

3. Сравнение темпов охлаждения в полипропиленовых и стальных трубах. Интересно сравнить изменение времени достижения температур окружающего воздуха в стальных [11, 12] и полипропиленовых трубопроводах. При сравнении необходимо, чтобы объем горячей воды был одинаков, т.е. необходимо выбрать трубопроводы из стали и полипропилена с одинаковым внутренним диаметром или незначительно различающимся. Из анализа сортамента трубопроводов следует, что наиболее близки по объему воды на один погонный

метр трубопроводы из полипропилена наружного диаметра 140 мм и стальные 101,3 мм, так как их внутренние диаметры соответственно 93,4 и 93,3 мм.

На рисунке 4 представлена диаграмма, отображающая изменение температуры воды при остывании в стальных [11] и полипропиленовых трубопроводах за первые 5 часов.

Из анализа рис. 4 можно сделать следующие выводы. За первый час охлаждения при температуре воздуха $t_e = 0$ °С в полипропиленовом трубопроводе температура горячей воды изменится на 8,8 °С, а в стальном на 18,6 °С, т.е. снижение температуры происходит медленнее в полипропиленовом трубопроводе в 2,13 раза. За 2, 3, 4, 5 часов снижение температуры воды будет происходить медленнее в полипропиленовом трубопроводе в 1,94, 1,73, 1,65, 1,54 раза соответственно. Как показывают расчеты, в полипропиленовых трубопроводах снижение температуры горячей воды происходит медленнее в 1,8 раза по сравнению со стальными.

Действующие правила предоставления коммунальных услуг в многоквартирных домах и правила эксплуатации, допускают отклонение температуры горячей воды в ночное время не более чем на 5 °С. Из рис.4 следует что в полипропиленовых трубопроводах при температуре окружающего воздуха 25 °С, снижение температуры на 5 °С произойдет за 58,3 минуты, а в стальных за 25 минут.

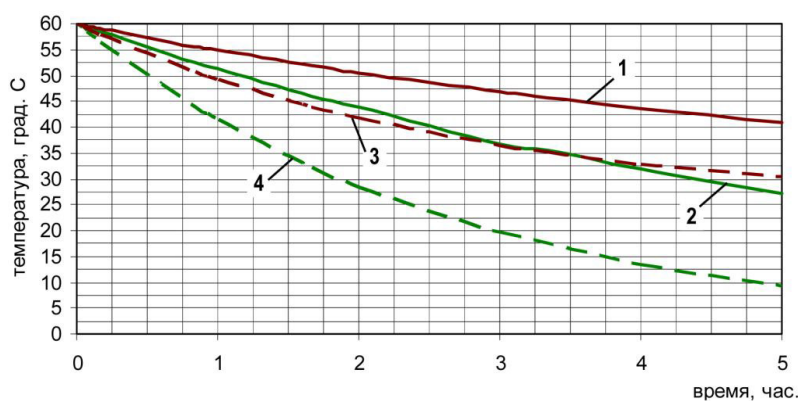


Рис. 4. Изменение температуры горячей воды в стальных и полипропиленовых трубопроводах:

1 – полипропиленовый трубопровод $d_{вн}=140$ мм, $t_e=25$ °С; 2 – полипропиленовый трубопровод $d_{вн}=140$ мм, $t_e=0$ °С; 3 – стальной трубопровод $d_{вн}=101,3$ мм, $t_e=25$ °С; 4 – стальной трубопровод $d_{вн}=101,3$ мм, $t_e=0$ °С

Выводы. Рассчитано изменение температуры горячей воды в полипропиленовых трубопроводах при охлаждении в помещениях с температурой воздуха от 0 до 25 °С. Получены уравнения, позволяющие рассчитать время охлаждения горячей воды с начальной температурой 60 °С до температуры воздуха в помещении в интервале от 0 до 25 °С для полипропиленовых трубопроводов со средним значением ошибки 4,5 %. На основе сравнения темпов охлаждения установлено, что для одинаковых объемов воды снижение температуры горячей воды происходит медленнее в полипропиленовых трубопроводах по сравнению со стальными в среднем в 1,8 раза. Использование полипропиленовых трубопроводов повышает потенциал энергосбережения в системах горячего водоснабжения и качество предоставления услуги.

Библиографический список

1. Семенов, В. Н. Влияние энергосберегающих технологий на развитие тепловых сетей / В. Н. Семенов, Д. Н. Китаев, Э. В. Сазонов, Т. В. Щукина // Известия Вузов Строительство. – 2013. – №8(656). – С.78-83.
2. Кудрявцев, Л. В. Использование пластиковых труб при капитальном ремонте систем отопления многоквартирных жилых зданий // Л. В. Кудрявцев // Вестник ВолГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. – 2013. – Вып. 32(51). – С. 130-134.
3. Семенов, В. Н. Актуальные проблемы теплоснабжения муниципальных образований (на примере городского округа город Воронеж) / В. Н. Семенов, Д. Н. Китаев, А. С. Овсянников // Вестник центрального территориального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. 2015. – Вып.14. – С. 100-108.

4. ГОСТ 32415-2013. Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Изд-во «Стандартинформ», Москва. – 2014. – 79 с.
5. ГОСТ 26996-86. Пропилен и сополимеры пропилена. Технические условия. ИПК издательство стандартов, Москва. – 2002. – 36 с.
6. Китаев, Д. Н. Практическое применение энергосберегающих технологий: учебное пособие / Д. Н. Китаев, П. Новаковски, Э. В. Сазонов и др.; под общ. ред. В. Н. Семенова и Н. С. Попова. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2014. – 193 с.
7. Хижняков, С. В. Практические расчеты тепловой изоляции (для промышленного оборудования и трубопроводов). Изд. 3-е, перераб. М., Энергия, 1976. – 200с.
8. Китаев, Д. Н. Охлаждение воды в трубопроводах системы горячего водоснабжения при отсутствии циркуляции / Д.Н. Китаев, В.Ю. Хузин // Градостроительство, инфраструктура, коммуникации. – 2017. - №1(6). – С. 9-13.
9. Китаев Д. Н. Температурный режим в магистральных стальных трубопроводах горячего водоснабжения при нарушениях циркуляции / Д.Н. Китаев, В.Ю. Хузин, В.И. Щербаков, Т.В. Щукина // Известия вузов «Строительство» - 2017. - № 3. – С. 62-68.
10. Черных, Е. М. Математическая модель конвективного теплопереноса при зарядке теплового аккумулятора / Е. М. Черных, Д. Н. Китаев // Вестник Воронежского государственного технического университета. Серия «Энергетика». 2007. – Том 3. – №6. – С.124-128.
11. Китаев, Д. Н. Остывание воды в системах горячего водоснабжения зданий / Д. Н. Китаев, В. Ю. Хузин, Т. В. Щукина // Научный вестник Воронежского государственного технического университета. Серия «Высокие технологии. Экология». – 2017. – С.93-96.
12. Китаев, Д. Н. Расчет температур воды в системах горячего водоснабжения / Д. Н. Китаев, В. Ю. Хузин, Т. В. Щукина // Сборник Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки. Материалы XI международной научно-практической конференции, North Charleston, USA, 27-28 марта 2017г. – Изд-во «Академический», 2017. – С. 165-167.

COOLING HOT WATER IN POLYPROPYLENE PIPELINES

D. N. Kitaev, V. Y. Huzin, T. V. Shchukina

Voronezh State Technical University

*D. N. Kitaev, PhD in Engineering, Assoc. Prof. of the Dept. of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Business
Russia, Voronezh, tel.: +7 (473) 271-53-21, e-mail: dim.kit@rambler.ru*

*V. Y. Huzin, PhD in Engineering, Assoc. Prof. of the Dept. of Hydraulics, Water Supply and Sanitation
Russia, Voronezh, tel.: +7(473) 271-53-21, e-mail: dim.kit@rambler.ru*

*T. V. Schukina, PhD in Engineering, Assoc. Prof. of the Dept. of Housing and Communal Services
Russia, Voronezh, tel.: +7(473) 271-53-21, e-mail: dim.kit@rambler.ru*

Statement of the problem. In recent years, polypropylene pipes are actively used in hot water supply systems. The question of the effect of the replacement of traditional steel pipelines on polypropylene in terms of energy saving has not been sufficiently studied.

Results According to the equation obtained, water temperatures are calculated for cooling in polypropylene pipelines of various diameters used in hot water supply systems of buildings. Comparison of rates of change of temperature of hot water in the absence of circulation in polypropylene and steel pipelines is made.

Conclusions. Equations are obtained that allow calculating the cooling time of hot water with an initial temperature of 60 °C to the room air temperature for polypropylene pipelines with an average error value of 4,5 %. On the basis of a comparison of cooling rates, it was found that for identical volumes of water, the decrease in the temperature of hot water is slower in polypropylene pipelines than in steel pipes by an average of 1,8 times.

Keywords: hot water supply, heat transfer, polypropylene pipelines.

Для цитирования: Китаев, Д. Н. Охлаждение горячей воды в полипропиленовых трубопроводах / Д. Н. Китаев, В. Ю. Хузин, Т. В. Щукина // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. – № 1(10). – С. 14-19.

For citation: Kitaev, D. N. Cooling hot water in polypropylene pipelines / D. N. Kitaev, V. Y. Huzin, T. V. Shchukina // Gradostroitelstvo. Infrastruktura. Kommunikatsii. – 2018. – № 1(10). – Pp. 14-19.

УДК 697

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЖИЛИЩНОМ ФОНДЕ

Т. О. Маслова, И. С. Курасов, Г. Н. Мартыненко

*Воронежский государственный технический университет**Т. О. Маслова, студентка кафедры жилищно-коммунального хозяйства**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(951)-854-11-78, e-mail: cosmos35.maslova@yandex.ru**И. С. Курасов, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(951)-550-08-40, e-mail: ilya.kurasov@yandex.ru**Г. Н. Мартыненко, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(903)-651-32-29, e-mail: glen2009@rambler.ru*

Постановка задачи. Изучение процесса формирования управления жилищным фондом, методов, направленных на энергосбережение жилья. Рассмотрение теплофизических свойств выбранных материалов и оценка энергоэффективности их применения.

Результаты. Написаны программы расчета теплопотерь и стоимости материалов в приложении Excel и посчитана экономия с применением данных материалов.

Выводы. В результате проделанных расчетов, проведения сравнительного анализа по стоимости и теплопотерям можно с уверенностью утверждать, что использование навесных вентилируемых фасадов является универсальным вариантом облицовки фасада по соотношению цена и качество.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, жилищно-коммунальное хозяйство, экономика.

Введение. О любой развивающейся стране судят не только по валовому внутреннему продукту (ВВП), объему добытого газа, нефти, внедрении высоких технологий на производствах и в быту, но и главным образом по жилищному фонду страны. Повышение энергоэффективности и использование энергосберегающих технологий являются главными приоритетными направлениями для любого государства [1]. Эти направления, в свою очередь, связаны с невозобновляемостью, ограниченным запасом энергетических ресурсов и повышением цен на энергию.

1. Формирование системы управления жилищным фондом. Наше законодательство ставит ряд задач, перед управляющими компаниями и собственниками недвижимости, цель которых состоит в разделении ответственности и полномочий между собственниками и обслуживающими организациями, это в свою очередь связано со сложностью содержания многоквартирных домов. Данное распределение функций направлено на то, чтобы создать самостоятельную и частично независимую от государства систему, субъекты которой, в данном случае владельцы недвижимости могли бы самостоятельно осуществлять техническое обслуживание домов и проводить ремонтные работы при минимальном вмешательстве государства.

Достаточно важным элементом в системе управления ЖКХ является финансирование. Оно необходимо для проведения полного комплекса мероприятий, таких как капитальный ремонт, снос жилья, признанного по технической оценке аварийным, постройка новых домов с применением энергосберегающих материалов и оборудования, обновление системы ЖКХ, формирование долгосрочных программ по улучшению качества условий проживания.

На данный момент Минстрой России предлагает перечень мероприятий направленных на энергосбережение и повышение энергоэффективности существующих построек и тех, которые находятся на стадии строительства. В результате этих мероприятий снижается плата на

предоставляемые коммунальные услуги, и улучшаются условия проживания.

По данным Минстроя известно, что всего 51 % населения использует энергосберегающие технологии и оборудование [2].

В процессе проведения региональных программ по переселению граждан из аварийного жилья уже построено 63 энергоэффективных дома (на очереди еще 19 домов) в разных частях страны, с помощью которых жители экономят на оплате коммунальных услуг до 40 % (табл.1).

Таблица 1

Сводная таблица энергоэффективных домов, принятых в эксплуатацию
(по федеральным округам)

Округа	шт
Центральный федеральный округ	13
Южный федеральный округ	3
Дальневосточный федеральный округ	12
Сибирский федеральный округ	17
Приволжский федеральный округ	4
Северо-Кавказский федеральный округ	24
Уральский федеральный округ	16
Северо-Западный федеральный округ	65
ВСЕГО в Российской Федерации	154

Рассмотрим несколько вариантов, предлагаемых Минстроем:

- 1) использование двухтарифных счетчиков (день-ночь) для оплаты электроэнергии;
- 2) использование датчиков движения (экономия порядка 60 %);
- 3) применение горизонтальной поквартирной системы отопления с индивидуальным управлением и контролем учета потребляемой энергии;
- 4) разработка и внедрение энергоэффективной схемы приточно-вытяжной вентиляции для построек с повышенной герметизацией;
- 5) использование автоматизированных индивидуальных пунктов и т.д.

Достаточно эффективным и окупаемым вариантом является теплоизоляция конструкций, тем более данный вариант повышает комфортность проживания в здании. Этот вариант рассматривается подробно.

Стены создают конструктивную оболочку здания и в отношении ресурсоэнергосбережения занимают важное значение, поскольку через них теряется 30 % тепла от общих потерь [3].

2. Расчет энергоэффективности проекта жилого дома. Хотелось бы особое внимание уделить конструктивному составу фасадов, и его способности сохранять тепло с минимальными теплотерями. Проведем теплотехнический расчет для анализа энергоэффективности проекта жилого дома и оценку сметной стоимости выбранных материалов.

В качестве примера рассмотрим 17-ти этажный многоквартирный дом с административными помещениями на первом этаже и жилыми, начиная со второго этажа до 17 включительно. Типовой план здания представлен на рис. 1.

Выбранные нами к рассмотрению материалы предлагаются в качестве вариантов отделки фасадов наружных стен. Крепеж конструктивных элементов производится к бетонной поверхности помощью элементов крепления. Были рассмотрены два варианта материалов для обшивки фасадов: сэндвич-панели и навесной вентилируемый фасад (НВФ). Несмотря на то, что эти материалы появились на рынке недавно, они уже зарекомендовали себя, как эко-

номически окупаемые и устойчивые к климатическим изменениям нашей страны, чем и привлекли к себе внимание. Рассмотрим более подробно каждый из вариантов.



Рис.1. Типовой план здания

1. Сэндвич-панели. Этот вид материала используется для постройки зданий различного назначения в сжатые сроки. Сэндвич-панели (рис.2) представлены в виде трехслойной структуры, состоящей из утеплителя и листового материала, который обшит с обеих сторон теплоизоляционным материалом. Данный материал имеет ряд преимуществ, среди которых особенно хочется отметить: высокий уровень теплоизоляции, не горюч, устойчив к сырости, экологичен и безопасен.

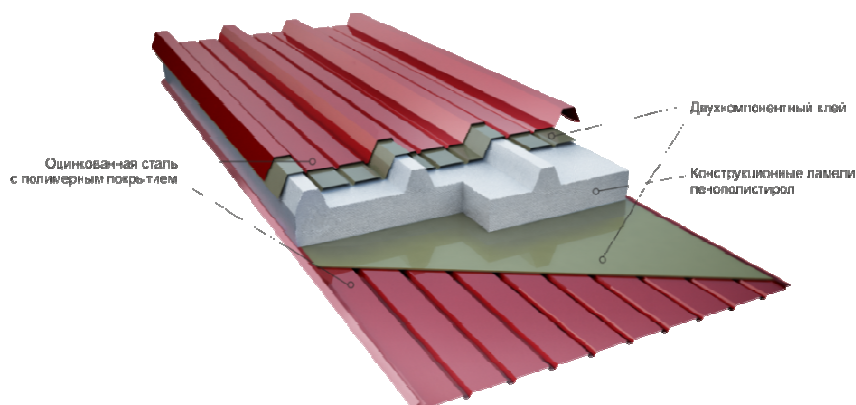


Рис.2. Конструктивный состав сэндвич-панели

При теплотехническом расчете стеновой сэндвич-панели зададимся исходными данными [4].

Местоположение объекта: г. Воронеж;

Продолжительность отопительного периода: $Z_{от} = 196$ суток;

Средняя расчетная температура отопительного периода: $t_{от} = -3,1$ °C;

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки: $t_{н} = -26$ °C;

Температура внутреннего воздуха: $t_b = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

В качестве основного слоя, к которому осуществляют крепеж всех последующих материалов, рассмотрим два варианта: бетон на гравии и газосиликатобетон автоклавный. Толщина основного слоя принята 200 мм.

Приведем первый вариант теплотехнического расчета с использованием сэндвич-панелей. В качестве основного слоя используем бетон на гравии. Характеристики ограждающей конструкции приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики слоев для сэндвич-панелей

№ Слоя	Наименование	δ , мм	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·°C)
1	Сухая штукатурка	12	800	0,19
2	Бетон М150 (Класс В10)	200	2400	1,74
3	Профлист оцинкованный	0,5	7820	58
4	Базальтовый утеплитель ISOVOL CC	X	120	0,036
5	Профлист оцинкованный	0,5	7820	58

Вычисления проводятся в соответствии с [5]:

1. Величина градусо-суток отопительного периода:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) \cdot Z_{оп}, \quad (1)$$

$$\text{ГСОП} = (20 - (-3,1)) \cdot 196 = 4527,6 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

2. Нормируемое сопротивление теплопередачи наружных ограждений:

$$R_0^{тп} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (2)$$

$$R_0^{тп} = 0,00035 \cdot 4527,6 + 1,4 = 2,98 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

где a , b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным табл. 3 для соответствующих групп зданий [5].

3. Приведенное сопротивление теплопередачи утеплителя:

Так как конструкция имеет неоднородный характер, был принят коэффициент неоднородности $r = 0,7$.

$$R_0^{учл} = \frac{R_0^{тп}}{r}, \quad (3)$$

$$R_0^{учл} = \frac{2,98}{0,7} = 4,26 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Следовательно, сопротивление наружной стены составит:

$$R_k = R_0^{учл} - R_{si} - R_{se}, \quad (4)$$

$$R_k = 4,26 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} = 4,1021 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

$$R_{si} = \frac{1}{\alpha_b}, \quad (5)$$

где α_b – коэффициент теплоотдачи, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$,

$$R_{se} = \frac{1}{\alpha_n}, \quad (6)$$

где α_n – коэффициент теплоотдачи для зимних условий, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Суммарное термическое сопротивление стены представлено, как сумма ее отдельных компонентов, следовательно, выражаем компонент утеплителя:

$$R_{yt} = R_k - R_1 - R_2 - R_3 - R_5, \quad (7)$$

$$R_{yt} = 4,1021 - \frac{0,012}{0,19} - \frac{0,2}{1,74} - \frac{0,0005}{58} - \frac{0,0005}{58} = 3,9242 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

где R_i – термическое сопротивление отдельного i -го слоя ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, определяемое по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (8)$$

где δ_i – толщина i -го слоя конструкции, м; λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала i -го слоя конструкции, $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$.

4. Толщину утеплителя определяем по формуле

$$\delta_4 = R_{yt} \cdot \lambda_4, \quad (9)$$

$$\delta_4 = 0,036 \cdot 3,9242 = 0,141 \text{ м},$$

Округлим до ближайшего стандартного значения, $\delta_4 = 0,150 \text{ м}$.

5. Суммарная толщина стенового ограждения составит:

$$\delta_{\text{сум}} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5, \quad (10)$$

$$\delta_{\text{сум}} = 0,15 + 0,012 + 0,2 + 0,0005 + 0,0005 = 0,363 \text{ м}.$$

6. Приведенное сопротивление теплопередачи многослойной конструкции определим как сумму всех слоев конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$:

$$R_0^n = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (11)$$

$$R_0^n = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,19} + \frac{0,2}{1,74} + \frac{0,0005}{58} + \frac{0,15}{0,036} + \frac{0,0005}{58} + \frac{1}{23} = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$R_0^n = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} > R_0^{\text{учт}} = 4,26 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, что удовлетворяет требованию [5].

Проверим условия:

$$1) \Delta t \leq \Delta t_n$$

$$\Delta t = \frac{(t_b - t_n)}{R_0^n \cdot \alpha_b}, \quad (12)$$

$$\Delta t = \frac{(20+26)}{4,5 \cdot 8,7} = 1,17 \text{ }^\circ\text{C} < \Delta t_n = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

где Δt_n – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $^\circ\text{C}$; Δt – температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $^\circ\text{C}$.

$$2) \tau_{si}^p > \tau_d$$

$$\tau_{si}^p = t_B - n \frac{(t_B - t_H)}{R_0^n \cdot \alpha_B}, \quad (13)$$

$$\tau_{si}^p = 20 - 1 \cdot \frac{(20+26)}{4,5 \cdot 8,7} = 18,82 \text{ }^\circ\text{C} > \tau_d = 9,28 \text{ }^\circ\text{C},$$

где τ_d – температура точки росы, определяемая по приложению Р [5, 6], $^\circ\text{C}$; τ_{si}^p – температура внутренних поверхностей ограждающих конструкций, $^\circ\text{C}$.

Одновременное выполнение условий показывает, что применяемая конструкция сэндвич-панелей удовлетворяет требованиям тепловой защиты зданий и может быть эффективной для уменьшения потерь тепла.

Приведем второй вариант теплотехнического расчета с использованием газосиликатобетона. В качестве основного слоя используем газосиликатобетон. Характеристики ограждающей конструкции приведены в табл. 3.

Таблица 3

Характеристики слоев для газосиликатобетона

№ Слоя	Наименование	δ , мм	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м· $^\circ\text{C}$)
1	Сухая штукатурка	12	800	0,19
2	Газосиликатобетон автоклавный	200	700	0,28
3	Профлист оцинкованный	0,5	7820	58
4	Базальтовый утеплитель ISOVOL CC	X	120	0,036
5	Профлист оцинкованный	0,5	7820	58

Вычисления проводятся в соответствии с [5]:

1. Суммарное термическое сопротивление стены представлено, как сумма ее отдельных компонентов, следовательно, выражаем компонент утеплителя:

$$R_{yt} = R_k - R_1 - R_2 - R_3 - R_5, \quad (14)$$

$$R_{yt} = 4,1021 - \frac{0,012}{0,19} - \frac{0,2}{0,28} - \frac{0,0005}{58} - \frac{0,0005}{58} = 3,32 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

$$\delta_4 = R_{yt} \cdot \lambda_4, \quad (15)$$

$$\delta_4 = 0,036 \cdot 3,32 = 0,119 \text{ м}$$

Округлим до ближайшего стандартного значения, $\delta_4 = 0,120 \text{ м}$.

2. Суммарная толщина стенового ограждения составит:

$$\delta_{\text{сум}} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5, \quad (16)$$

$$\delta_{\text{сум}} = 0,012 + 0,2 + 0,0005 + 0,0005 + 0,120 = 0,333 \text{ м}$$

3. Сопротивление теплопередачи многослойной конструкции определим, как сумму всех слоев конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$:

$$R_0^n = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (17)$$

$$R_0^n = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,19} + \frac{0,2}{0,28} + \frac{0,0005}{58} + \frac{0,15}{0,036} + \frac{0,0005}{58} + \frac{1}{23} = 4,27 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$R_0^n = 4,27 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} > R_0^{\text{учт}} = 4,26 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, что удовлетворяет требованию [5].

Проверим условия:

$$1) \Delta t \leq \Delta t_n$$

$$\Delta t = \frac{(t_B - t_H)}{R_0^n \cdot \alpha_B}, \quad (18)$$

$$\Delta t = \frac{(20 + 26)}{4,27 \cdot 8,7} = 1,24 \text{ °C} < \Delta t_n = 4 \text{ °C}$$

$$2) \tau_{\text{си}}^p > \tau_d$$

$$\tau_{\text{си}}^p = t_B - n \frac{(t_B - t_H)}{R_0^n \cdot \alpha_B}, \quad (19)$$

$$\tau_{\text{си}}^p = 20 - 1 \cdot \frac{(20 + 26)}{4,27 \cdot 8,7} = 18,76 \text{ °C} > \tau_d = 9,28 \text{ °C}$$

Результаты второго варианта расчетов также удовлетворяют требованиям тепловой защиты.

Сравнительный анализ первого и второго вариантов применения разных материалов приведен в табл. 4.

Таблица 4

Сравнительные характеристики применяемых материалов

Характеристики	1	2
	Бетон М150 (Класс В10)	Газосиликатобетон автоклавный
$\lambda, \text{Вт/м}$	1,74	0,28
$\rho, \text{кг/м}^3$	2400	700
$R, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	4,50	4,27
Стоимость, руб за 1 м^3	2900	3442,50

По результатам расчета видно, что термическое сопротивление R_0^n у первого варианта на $0,23 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ больше, чем у второго и стоимость первого варианта за 1 м^3 ниже на 542,5 руб.

по сравнению со вторым вариантом. Следовательно, более рационально применение в качестве основного слоя бетона М150 (Класса В10).

Зная термическое сопротивление нашей конструкции, найдем теплопотери рассматриваемого нами объекта по программе «Расчет теплопотерь», которая написана в приложении Microsoft Excel. Фрагмент расчета сэндвич-панелей приведен на рис.3

№№ пом.	Наименование помещения	Температура в-ха в пом. t _в , °С	Температура наруж. в-ха t _н , °С	Осражд. констр.	Группа	Угловой	Высота помещеня, м	Ориентация по сторонам света	Размеры ограждающих конструкций			Разность темп-р, °С	Кэфф-т теплоп-редачи k, Вт/м ² ·°С	Потери тепла q, Вт	дополнительные потери, b			поправочный коэф	Теплопотери с учетом до-бавок Q _т , Вт	Расход на нагрев инф. в-ха Q _н , Вт	Суммарные теплопотери Q _с , Вт
									длина, м	ширина, м	площадь, м ²				ориент.	прочие	сумма 1+b				
1	2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
101	Офисное помещение	20	-26	НС			2,8		8,8	3,3	22,89	46	0,22	231,6		0,08	1,08	1	250,18	0,00	250
		20	-26	ОКП			2,86		2,5	2,46	6,15	46	1,73	489,4		0,08	1,08	1	528,57	415,25	944
		20	-26	ПП			0,5		18,24	1	18,24	46	0,25	213,0		0	1	1	212,95	0,00	213
																					итоги: 1407
102	Кабинет руководителя	20	-26	НС			2,8		3,6	3,3	5,73	46	0,22	58,6		0,08	1,08	1	63,26	0,00	63
		20	-26	ОКП			2,86		2,5	2,46	6,15	46	1,73	489,4		0,08	1,08	1	528,57	415,25	944
		20	-26	ПП			0,5		15,51	1	15,51	46	0,25	178,4		0	1	1	178,37	0,00	178
																					итоги: 1185
103	Коридор	16	-26	НС			2,8		3,2	3,3	1,29	42	0,22	11,9		0,08	1,08	1	12,87	0,00	13
		16	-26	ОКП			0,4		6,75	1	6,75	42	1,73	490,5		0,08	1,08	1	529,69	416,13	946
		16	-26	ДВ			1,6		1,2	2,1	2,52	42	3,02	319,6		0,08	1,08	1	345,21	181,25	526
		16	-26	ПП			0,5		28	1	28,00	42	0,25	298,5		0	1	1	298,48	0,00	298
																					итоги: 1784

Рис.3. Фрагмент расчета теплопотерь сэндвич-панели

В результате 1 расчета теплопотери здания составили 470284 Вт. Произведен расчет сметы материалов для устройства сэндвич-панелей (табл. 5).

Таблица 5

Смета материалов для устройства сэндвич-панелей

№	Наименование материала или работ	Ед. изм.	Кол-во	Кэфф.	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
1	Сэндвич-панель КП-150(П), RAL 9003/9003, 0,5/0,5, 1000 мм	м.кв.	4853	1,2	1512	8 805 283,20
2	Лента уплотнительная	м.кв.	87	1,05	1939	177 127,65
3	Нащельники	м.кв.	20400	1,05	357	7 646 940,00
4	Гидрошнур	м.кв.	161	1,25	17600	3 542 000,00
5	Крепёж (анкера, заклепки, саморезы)	м.кв.	200	1,05	320	67 200,00
Сумма						20 238 550,85
ИТОГО по проекту						23 881 490,00
в том числе НДС – 18 %						1,18

2. *Навесной вентилируемый фасад.* Выполним аналогичный расчет для наружной бетонной стены с устройством навесного вентилируемого фасада. Устройство и состав вентилируемого фасада схож с сэндвич-панелями. Вентилируемый фасад, так же как и предыдущая конструкция имеет многослойную структуру (рис.4), состоящую из нескольких слоев. Главное конструктивное отличие состоит в наличии воздушной прослойки, которая в свою очередь работает, как вентиляция в конструкции и предотвращает образование конденсата.

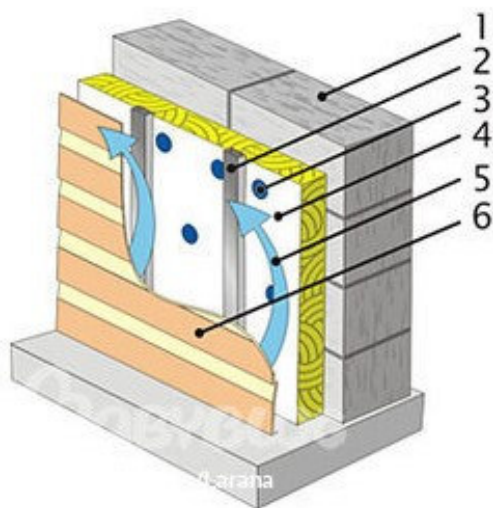


Рис.4. Конструктивный состав вентилируемого фасада [7]: 1 – несущая стена; 2 – вертикальные направляющие; 3 – крепежный элемент; 4 – плиты IZOVOL(Л), IZOVOL(Ст), IZOVOL(В); 5 – вентилируемый воздушный зазор; 6 – облицовочный слой

Исходные параметры принимаются такими же, как и в предыдущем расчете. Наружная стена рассматриваемого здания состоит из определенного количества слоев, приведенных в табл.6

Таблица 6

Характеристики слоев для навесного вентилируемого фасада

№ Слоя	Наименование	δ , мм	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·°С)
1	Сухая штукатурка	12	800	0,19
2	Бетон М150 (Класс В10)	200	2400	1,74
3	Базальтовый утеплитель ISOVOL CC	X	120	0,036
4	Вентилируемый проход	>>22	-	-
5	Керамическая плитка	8	-	-

Отметим, что вентиляция зазора происходит за счет наружного воздуха, поэтому его термическое сопротивление и облицовки фасада в расчете не учитываем.

Вычисляется в соответствии с [5]:

1. Термическое сопротивление утеплителя:

$$R_{yt} = R_0^{ycl} - R_{se} - R_1 - R_2 - R_4 - R_5 - R_{si}, \quad (20)$$

$$R_{yt} = 4,26 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,012}{0,19} - \frac{0,2}{1,74} - \frac{1}{10,8} = 3,87 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$$

где α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, входящей в вентилируемую прослойку, принимаемый равным 10,8 Вт/(м²·°С).

2. Толщина утеплителя:

$$\delta_4 = R_{yt} \cdot \lambda_4, \tag{21}$$

$$\delta_4 = 3,87 \cdot 0,036 = 0,139 \text{ м}$$

Округлим до ближайшего стандартного значения, $\delta_4 = 0,150 \text{ м}$

3. Сопротивление теплопередаче стены по глди, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$:

$$R_0^n = R_{si} + R_k + R_{se}, \tag{22}$$

$$R_0^n = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,19} + \frac{0,2}{1,74} + \frac{0,15}{0,036} + \frac{1}{10,8} = 4,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$R_0^n = 4,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} > R_0^{усл} = 4,26 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}, \text{ удовлетворяет требованию [5].}$$

Проверим условия:

1) $\Delta t \leq \Delta t_n$

$$\Delta t = \frac{(t_B - t_H)}{R_0^n \cdot \alpha_B}, \tag{23}$$

$$\Delta t = \frac{(20 + 26)}{4,55 \cdot 8,7} = 1,16 \text{ °C} < \Delta t_n = 4 \text{ °C}$$

2) $\tau_{si}^p > \tau_d$

$$\tau_{si}^p = t_B - n \frac{(t_B - t_H)}{R_0^n \cdot \alpha_B}, \tag{24}$$

$$\tau_{si}^p = 20 - 1 \cdot \frac{(20 + 26)}{4,55 \cdot 8,7} = 18,76 \text{ °C} > \tau_d = 18,84 \text{ °C}$$

Результаты второго расчета также удовлетворяют требованиям [5].

Далее, зная сопротивление материала, определим тепловые потери здания с помощью программы «Расчет теплопотерь» (рис. 5).

№№ пом.	Наименование помещения	Температура в-ла в пом. $t_v, \text{°C}$	Температура наруж. в-ла $t_n, \text{°C}$	Огражд. констр.	Группа	Условий	Высота помещ. м	Ориентация по сторонам света	Размеры ограждающих конструкций			Разность темп-р, °C	Кэфф-т теплопередачи $k, \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$	Потери тепла $q, \text{Вт}$	дополнительные потери, b			Теплопотери $Q_v, \text{Вт}$	Расход на нагрев инф. в-ла $Q_n, \text{Вт}$	Суммарные теплоты $Q_{\Sigma}, \text{Вт}$
									длина, м	ширина, м	площадь, м^2				ориент.	прочие	сумма $1+b$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
101	Офисное помещение	20	-26	НС			2,8	8,8	3,3	22,89	46	0,23	242,2	0,08	1,08	1	261,55	0,00	262	
		20	-26	ОКП			2,86	2,5	2,46	6,15	46	1,73	489,4	0,08	1,08	1	528,57	355,50	884	
		20	-26	ПП			0,5	18,24	1	18,24	46	0,25	213,0	0	1	1	212,95	0,00	213	
																			итого:	1359
102	Кабинет руководителя	20	-26	НС			2,8	3,6	3,3	5,73	46	0,23	61,9	0,08	1,08	1	66,82	0,00	67	
		20	-26	ОКП			2,86	2,5	2,46	6,15	46	1,73	489,4	0,08	1,08	1	528,57	355,50	884	
		20	-26	ПП			0,5	15,51	1	15,51	46	0,25	178,4	0	1	1	178,37	0,00	178	
																			итого:	1129
103	Коридор	16	-26	НС			2,8	3,2	3,3	1,29	42	0,23	12,5	0,08	1,08	1	13,46	0,00	13	
		16	-26	ОКП			0,4	6,75	1	6,75	42	1,73	490,5	0,08	1,08	1	529,69	356,26	886	
		16	-26	ДВ			1,6	1,2	2,1	2,52	42	3,02	319,6	0,08	1,08	1	345,21	155,17	500	
		16	-26	ПП			0,5	28	1	28,00	42	0,25	298,5	0	1	1	298,48	0,00	298	
																			итого:	1698

Рис. 5. Фрагмент расчета теплопотерь навесного вентилируемого фасада

В результате расчета теплотери здания составили 452291 Вт. Произведен расчет сметы для ограждающих конструкций здания, табл. 7.

Таблица 7

Смета по материалам для НВФ

№	Наименование материала или работ	Ед. изм.	Кол-во	Коэфф.	Цена за ед., руб.	СУММА, руб.
1	Фиброцементная плита ЭКВИ-ТОН (тектив) ТЕ80 графит*	м.кв.	2700	1,2	3500	11 340 000,00
2	Алюминиевая подвесная система межэтажная Сиал П-Г-Пл	м.кв.	2700	1,05	1900	5 386 500,00
3	Утеплитель 140 мм ROCKWOOL ВЕНТИ БАТТС Д	м.кв.	2700	1,05	480	1 360 800,00
4	Пароветрозащитная пленка НГ	м.кв.	2700	1,25	120	405 000,00
5	Крепёж (анкера, заклепки, саморезы)	м.кв.	2700	1,05	320	907 200,00
Сумма						19 399 500,00
ИТОГО по проекту						19 399 500,00
в том числе НДС – 18 %						22 891 410,00

Сводная ведомость результатов расчета по двум вариантам облицовки стен приведена в таблице 8.

Таблица 8

Результаты расчетов по проекту

Наименование материала	Теплотери Q,Вт	Стоимость материалов, руб.
Сэндвич-панели	470284	23 881 490
НВФ	452291	22 891 410

Область наиболее эффективного применения НВФ приведена на сводном графике (рис. 6).

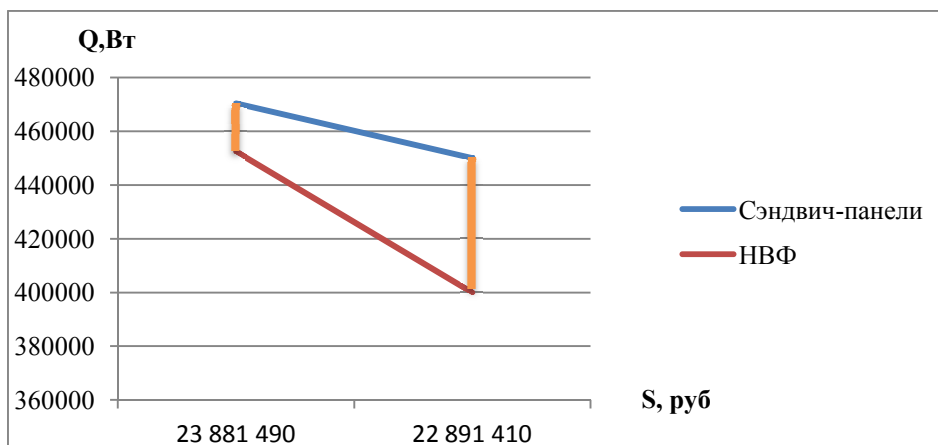


Рис. 6. Графический анализ применения материалов

Вывод. На основе полученного результата расчета теплопотерь для здания, мы можем сделать вывод, что применение навесного вентилируемого фасада более эффективно именно за счет наличия такой конструктивной особенности, как воздушная прослойка. В данном случае экономия тепла составляет 17993 Вт.

Смета стоимости рассматриваемых материалов составлена на основе прайс-листов, предоставленных компаниями «Строй Импульс» и «Десог»:

Экономия при устройстве навесного вентилируемого фасада составит 990 080 руб.

На основе графического анализа (рис.6) можно сделать вывод, что строительные материалы попадающие в замкнутую область обладают хорошими теплофизическими свойствами, удовлетворяют требованиям [5] и экономически приемлемы.

Библиографический список

1. **Панов, М. Я.** Оперативное управление на основе возмущенного состояния городской системы газоснабжения / М. Я. Панов, Г. Н. Мартыненко, А. И. Колосов // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2016. – № 4(44). – С. 48-55.
2. **Савранский, А. А.** Достижение эффекта энергосбережения при возведении жилых домов/ А.А. Савранский // Научный журнал «Энергосбережение». – 2015. – № 4.
3. Энергосбережение в жилищном фонде: проблемы, практика и перспективы / Справочник. Фонд «Институт экономики города». – 2004. – 108 с.
4. Свод правил СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». – Актуализированная версия СНиП 23-01-99*. Минрегион России, 2012. – 113 с.
5. Свод правил СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». – Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Минрегион России, 2012. – 100 с.

ENERGY SAVING IN HOUSING FUND

T. O. Maslova, I. S. Kurasov, G. N. Martynenko

Voronezh State Technical University

T. O. Maslova, student of the Department of Housing and Communal Services

Russia, Voronezh, tel.:+7 (919) -246-57-01, e-mail: cosmos35.maslova@yandex.ru

I. S. Kurasov, student of the Department of Housing and Communal Services

Russia, Voronezh, tel.:+7 (951) -550-08-40, e-mail: ilya.kurasov@yandex.ru

G. N. Martynenko, PhD in Engineering, Assoc. Prof. of the Dept. of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Business

Russia, Voronezh, tel.:+7 (900) -304-62-51, e-mail: glen2009@mail.ru

Statement of the problem. Study of the process of formation of housing management, methods aimed at energy saving housing. Consideration of thermophysical properties of selected materials and evaluation of energy efficiency of their application.

Results. Written the program to calculate the heat loss and cost of materials in Excel and calculated the savings with the use of these materials.

Conclusions. As a result of calculations, comparative analysis of cost and heat losses, it is safe to say that the use of ventilated facades is a universal version of facade cladding in terms of price and quality.

Key words: energy saving, energy efficiency, housing and communal services, economy.

Для цитирования: Маслова, Т. О. Энергосбережение в жилищном фонде / Т. О. Маслова, И. С. Курасов, Г. Н. Мартыненко // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. – № 1 (10). – С. 20-31.

For citation: Maslova, T. O. Energy saving in housing fund / T. O. Maslova, I. S. Kurasov, G. N. Martynenko // Gradostroitelstvo. Infrastruktura. Kommunikatsii. – 2018. – № 1 (10). – Pp. 20-31.

УДК 697.2

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЧАСТНЫХ КОТТЕДЖЕЙ

С. А. Петров, С. Г. Тульская, Е. В. Забудько

Воронежский государственный технический университет

С. А. Петров, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(952)551-79-10, e-mail: ser.petrov13@mail.ru

С. Г. Тульская, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (473)271-53-21, e-mail: tcdtnkfj2014@yandex.ru

Е. В. Забудько, магистрант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (473)271-53-21, e-mail: u00153@vgasu.vrn.ru

Постановка задачи. Традиционные системы отопления становятся все менее выгодными и утрачивают свою актуальность при строительстве коттеджных домов за чертой города. В отличие от многоэтажных жилых домов коттеджи не подключены к централизованной системе теплоснабжения, поэтому интерес у домовладельцев вызывают альтернативные способы получения теплоты.

Результаты и выводы. Ознакомление с современным, перспективным оборудованием для отопления частных коттеджей, с принципами их работы. Рассмотрены технико-экономические показатели выбора вида систем теплоснабжения в современных условиях.

Ключевые слова: тепловая энергия, система отопления, теплогенерирующая установка, коттедж, технико-экономический показатель.

Введение. В настоящее время постройка загородных коттеджей является модной и престижной тенденцией в России [1, 2, 3]. На стадии проектирования встает вопрос, связанный с системой теплоснабжения загородного дома. Особенно, если он используется в качестве постоянного места жительства. Располагаются коттеджи, в отличие от многоэтажных жилых домов, за чертой города, поэтому не подключены к централизованной системе теплоснабжения. Сегодня используются разные виды отопления загородного дома: водяное, печное, газовое, электрическое и т.п. Каждый из них имеет свои особенности, положительные и отрицательные моменты. Последнее время большой интерес у домовладельцев вызывают альтернативные способы получения теплоты. Каждый владелец коттеджа хочет, чтобы обогрев был комфортным, безопасным и удобным в эксплуатации, а расход топлива при этом был экономным.

1. Применения современного теплогенерирующего оборудования для коттеджных домов. В качестве современного и альтернативного источника теплоты для коттеджных домов предлагаются различные виды энергии природы: ветра, биологические виды топлива, солнечная энергия и т.д. В данной работе рассмотрим способы системы отопления коттеджей, такие как [1, 4, 5]:

1. Энергия ветра;
2. Гелиоустановки (солнечные батареи);
3. Геотермальные установки;
4. Тепловые насосы;
5. Производство тепловой энергии из биомассы.

Энергия ветра. Использование энергии ветра в системе отопления коттеджных домов является актуальным вопросом. Движения воздушных масс в зимний период увеличивается и имеет большую плотность по сравнению с летним. За счет этого производительность ветрогенератора растет, что позволяет системе отопления работать бесперебойно (рис. 1).

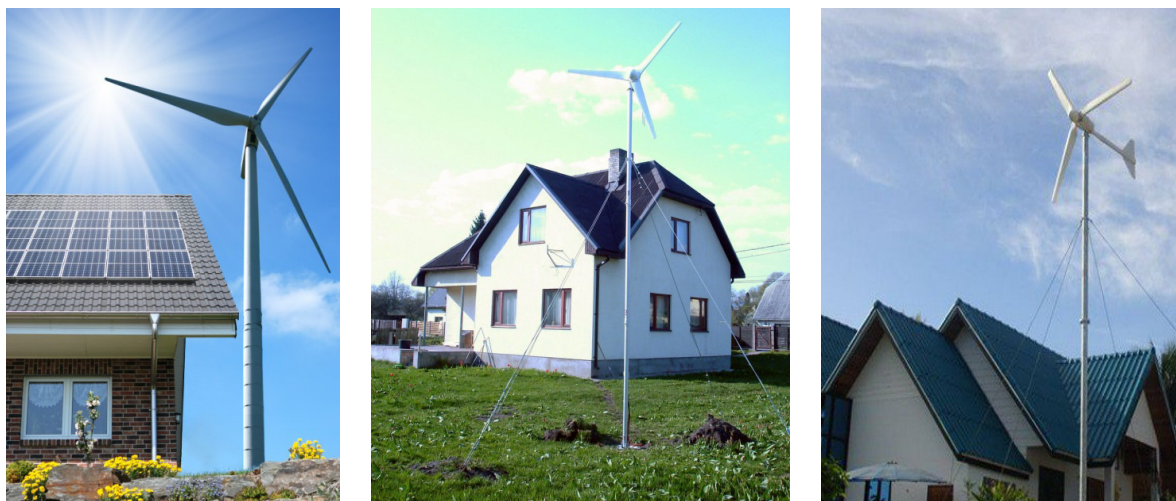


Рис. 1. Альтернативная энергия для коттеджа от ветрогенератора

Ветрогенератор – устройство, которое преобразует энергию ветра в электрическую. На рисунке 2 представлен принцип работы ветрогенератора. Основной принцип работы построен на преобразовании кинетической энергии силы ветра в энергию вращения вала генератора. Ветрогенератор имеет ось, которая соединена с ротором. Движение воздушных масс за счет силы ветра приводят лопасть во вращение, и далее через специальный привод вращается ротор. Лопасти закреплены вверху конструкции, а генератор и ротор расположены внизу конструкции. Вращаясь, лопасти заставляют вращаться ротор генератора, который начинает вырабатывать переменный и нестабильный ток. Ток преобразуется в постоянное напряжение в контроллере и заряжает аккумуляторы. С аккумулятора ток идет на инвертор, назначение которого превращение постоянного тока в переменное напряжением 220 В или 380 В, которое поступает к потребителям электроэнергии.

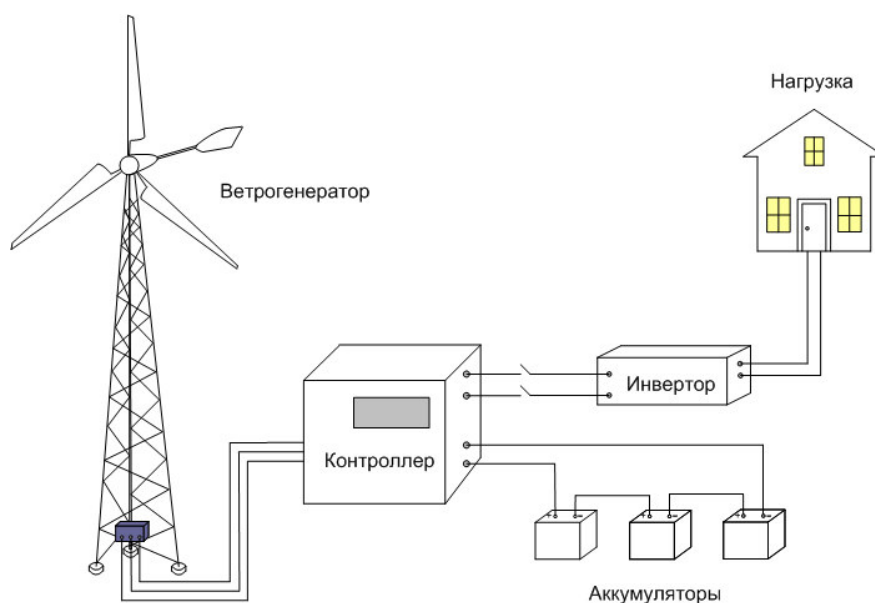


Рис. 2. Принципиальная схема автономного ветрогенератора

Гелиоустановки. Устройства, в которых солнечная (световая) энергия преобразуется в тепловую энергию инфракрасного излучения (рис. 3). В гелиоприемнике или солнечном коллекторе энергия Солнца трансформируется в тепловую энергию с последующей передачей

теплоты рабочему телу – воде или воздуху. Разберем работу коллектора солнечной энергии (КСЭ).

Предназначен КСЭ для улавливания энергии светового излучения, преобразования в тепловую энергию и передачи промежуточному теплоносителю. Улавливание солнечной энергии в коллекторе основано на способности веществ и материалов, таких как стекло, полимерные пленки, воды, пропускать световые лучи. Солнечная энергия в основном переносится световыми лучами, для которых указанные материалы практически прозрачны.



Рис. 3. Система отопления коттеджа на солнечных батареях

Рассмотри детально принцип работы солнечного коллектора (рис.4). Лучи инфракрасного диапазона излучения ($Q_{от}$) отражаются от светопрозрачной панели 1, а солнечная энергия светового диапазона излучения ($Q_{пр}$) проходит через стекло 1 и попадают на лучепоглощающую поверхность абсорбера 5. Абсорбером называют совокупность лучепоглощающей поверхности 5 и трубок теплоносителя 4, по которым проходит жидкий (вода) или газообразный (воздух) теплоноситель, отводящий теплоту к потребителю. На абсорбере солнечная энергия световых лучей трансформируется в тепловую энергию, которая в большей части передается теплоносителю и в меньшей части отражается внутрь КСЭ. При обратном излучении энергия переносится в основном инфракрасными (тепловыми) лучами $Q_{инф}$, для которых стекло 1 и полимерные материалы КСЭ непрозрачны, а теплота обратного инфракрасного излучения, отражаясь от панели, остается внутри коллектора.

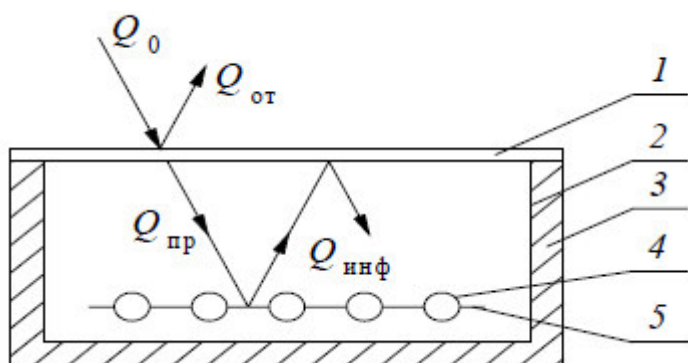


Рис. 4. Схема коллектора солнечной энергии: 1 – светопрозрачная панель (стекло); 2 – корпус; 3 – теплоизоляция; 4 – трубки для теплоносителя; 5 – лучепоглощающая поверхность (абсорбер)

Геотермальные установки. Устройства, в которых проходит передача теплоты от геотермальных вод к рабочему телу, нагреваемому за счет тепловой энергии этих вод до заданных параметров.



Рис. 5. Коттеджный загородный дом с применением геотермальной установки

На рисунке 6 приведена принципиальная схема геотермальной установки с промежуточной очисткой пара и воды. Из скважины 1 водяной пар (горячая вода) под собственным давлением поступает в теплообменник 2 парогенератора, где конденсируются и охлаждаются. После теплообменника образовавшаяся вода поступает в сепаратор 3. Токсичные вещества удаленные из воды отводятся в дренаж 4. Очищенная вода постыпает в парогенератор 6 с помощью насоса 5. В парогенераторе 6 нагревается паром и исходной горячей геотермальной водой. Полученная пароводяная смесь поступает в подогреватели 7 и 8. Далее передает теплоту сетевой воде, охлаждается и затем сбрасывается в неработающую скважину 9. Тепловым насосом 10 обратная вода проходит через подогреватели 7 и 8. В подогревателях она нагревается, и подается потребителю 11 на отопление и горячее водоснабжение.

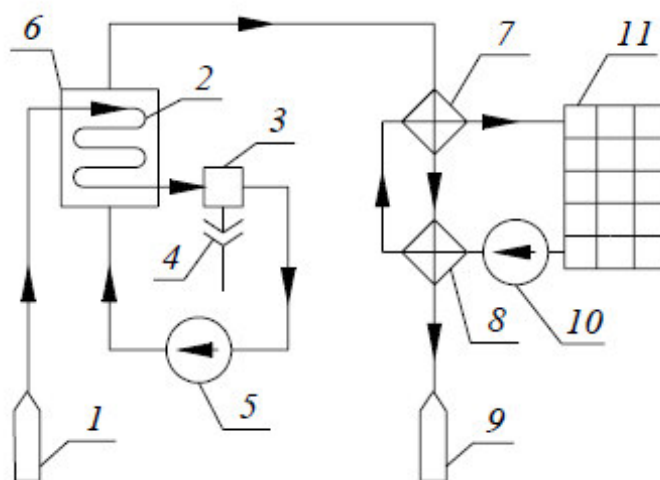


Рис. 6. Принципиальная схема геотермальной установки: 1 – скважина; 2 – теплообменник; 3 – сепаратор; 4 – дренаж; 5 – насос; 6 – парогенератор; 7, 8 – подогреватели сетевой воды; 9 – неработающая скважина; 10 – сетевой насос; 11 – потребитель

Тепловые насосы. Теплонасосная установка (ТНУ) использует естественную возобновляемую тепловую энергию окружающей среды (воды, воздуха, грунта), которая работает по термодинамическому циклу Карно. Рабочей жидкостью в установки служат низкотемпературные жидкости: аммиак, фреон и др. Перенос теплоты от источника низкого потенциала на более высокий температурный уровень осуществляется за счет подвода механической энергии в компрессоре (парокомпрессионные ТНУ) или дополнительным подводом теплоты (абсорбционные ТНУ). Принцип работы теплового насоса заключается в преобразовании теп-

ли направляются на приготовление корма 8, а жидкие стоки из центрифуги – в бассейн 6 для выращивания водорослей и на разбавление исходных отходов в приемный резервуар 1. Таким образом, утилизируются все побочные продукты процесса сбраживания отходов: метан, двуокись углерода и твердый остаток. Аналогично происходит переработка растительных отходов.

2. Техничко-экономические показатели. Оценка качества принятого варианта проектирование системы отопления коттеджного дома зависит от технико-экономического показателя. Техничко-экономические показатели делят на:

- качественные – число часов использования установленной мощности, коэффициент полезного действия, удельный расход условного топлива;
- количественные – выработка теплоты или пара, отпуск теплоты или пара потребителям, расход топлива, расход электроэнергии на собственные нужды, расход теплоты на собственные нужды.

Одним из самых главных показателей является себестоимость отпущенной теплоты потребителям. Себестоимость отражает техническое состояние оборудования и ее эксплуатацию.

Себестоимость отпущенной теплоты определяется по формуле:

$$C_{\text{теп.}} = \frac{\sum \mathcal{E}_{\text{расход}}}{Q_{\text{отп.год}}}, \quad (1)$$

где $\sum \mathcal{E}_{\text{расход}}$ – суммарные эксплуатационные расходы, руб/год; $Q_{\text{отп.год}}$ – годовой отпуск теплоты котельной, ГДж/год.

Затраты на топливо от всех эксплуатационных расходов определяется по формуле:

$$Q_{\text{отп.год}} = Q_{\text{выр.год}} - Q_{\text{сн.год}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{выр.год}}$ – годовая выработка теплоты котельной, ГДж/год; $Q_{\text{сн.год}}$ – годовой отпуск теплоты на собственные нужды котельной, ГДж/год.

$$Q_{\text{выр.год}} = 3,6 \cdot Q_{\text{уст}} \cdot \tau_u \quad (3)$$

где $Q_{\text{уст}}$ – установленная производительность котельной, МВт; τ_u – годовое число часов использования установленной мощности котельной, ч/год.

$$\tau_u = \frac{\sum Q_i \cdot \tau_i}{Q_{\text{уст}}}, \quad (4)$$

где $\sum Q_i \cdot \tau_i$ – выработка теплоты за год котельной, кВт ч/год.

Вывод. На сегодня все больше потребителей выбирают альтернативные источники теплоты для своего загородного дома [6, 7, 8, 9]. Однозначного ответа на вопрос, какое оборудование использовать для отопления при отсутствии возможности подключиться к центральной магистрали подачи газа не существует. Выбирая альтернативные системы отопления дома, следует учитывать специфику климатических условий. Альтернативные системы отопления каждого типа имеют свои сложности и особенности. В каждом отдельном случае играет роль наличие самых разных факторов, среди которых не последнее место занимают экономические и технические возможности потребителя.

Библиографический список

1. **Фокин, В. М.** Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения / В. М. Фокин. – М.: Издательство Машиностроение-1, 2006. – 240 с.
2. **Стрельникова, В. А.** Теплогенерирующее оборудование инженерных систем: краткий курс лекций для студентов направления подготовки 08.04.01 Строительство / В. А. Стрельников, О. Г. Брюнина // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2015. – 106 с.
3. **Мелькумов, В. Н.** Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий. Учебное пособие для студентов 2-4 курсов бакалавриата направлений 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 07.03.04 «Градостроительство», 08.03.01 «Строительство» и магистрантов направлений 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 07.04.04 «Градостроительство», 08.04.01 «Строительство» всех форм обучения / В. Н. Мелькумов, С. В. Чуйкин, Д. М. Чудинов и др. – Воронеж, 2017. – 89 с.
4. **Мелькумов, В. Н.** Критерии оптимальности и условия сравнения проектных решений систем теплоснабжения / В. Н. Мелькумов, К. А. Скляр, С. Г. Тульская, А. А. Чуйкина // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2017. – № 4 (48). – С. 29-37.
5. **Булыгина, С. Г.** Разработка критериев для обоснования выбора схем и параметров систем централизованного теплоснабжения / С. Г. Булыгина // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2011. – № 1. – С. 9-16.
6. **Китаев, Д. Н.** Перспективные схемы использования когенерационных установок в системах теплоснабжения / Д. Н. Китаев, А. В. Золотарев, Н. С. Шестых // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2012. – № 2. – С. 26-29.
7. **Кущев, Л. А.** Исследование процесса получения биогаза в биореакторе с механическим перемешиванием / Л. А. Кущев, Д. Ю. Суслов, В. С. Брусенцева и др. // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2016. – № 2 (10). – С. 27-33.
8. **Никулин, Н. Ю.** Современные технологические аспекты развития систем теплоснабжения / Н. Ю. Никулин, Л. А. Кущев, Д. О. Темников // Современное строительство и архитектура. – 2016. – № 4 (04). – С. 29-33.
9. **Тульская, С. Г.** Ресурсосберегающие технологии биогазовых установок при переработке отходов сельского хозяйства / С. Г. Тульская, К. Г. Мозговая // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2016. – № 1 (2). – С. 21-27.

ALTERNATIVE ENERGY SOURCE FOR PRIVATE HOUSES

S. A. Petrov, S. G. Tulskaaya, E. V. Zabudko

Voronezh State Technical University

S. A. Petrov, student of the Dept. of Heat and Gas Supply and oil and gas business

Russia, Voronezh, tel.: +7(952)551-79-10, e-mail: ser.petrov13@mail.ru

S. G. Tulskaaya, PhD in Engineering, Assoc. Prof. of the Dept. of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Business

Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-53-21, e-mail: tcdtnkfj2014@yandex.ru

E. V. Zabudko, master student of the Dept. of Heat and Gas Supply and oil and gas business

Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-53-21, e-mail: u00153@vgasu.vrn.ru

Statement of the problem. Traditional heating systems become less profitable and lose their relevance in the construction of cottage homes for the black city. Unlike multi-storey houses, cottages are not connected to the centralized heat supply system, so alternative ways of obtaining heat are of interest to homeowners.

Results and conclusions. Acquaintance with the modern, perspective equipment for heating of private cottages, with the principles of their work. Technical and economic indicators of choice of a type of systems of heat supply in modern conditions are considered.

Key words: thermal energy, heating system, heat generating plant, cottage, technical and economic indicator.

Для цитирования: **Петров, С. А.** Альтернативные источники энергии для частных коттеджей / С. А. Петров, С. Г. Тульская, Е. В. Забудко // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. – № 1 (10). – С. 32-38.

For citation: **Petrov, S. A.** Alternative energy source for private houses / S. A. Petrov, S. G. Tulskaaya, E. V. Zabudko // Gradostroitelstvo. Infrastruktura. Kommunikatsii. – 2018. – № 1 (10). – Pp. 32-38.

УДК 621.383

ГИБРИДНАЯ СОЛНЕЧНАЯ ЧЕРЕПИЦА КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Г. Н. Мартыненко, А. В. Миляева, Е. С. Исаева

*Воронежский государственный технический университет**Г. Н. Мартыненко, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Россия, г. Воронеж, тел. +7(900)304-62-51, e-mail: glen2009@mail.ru**А. В. Миляева, студентка кафедры жилищно-коммунального хозяйства
Россия, г. Воронеж, тел. +7(951)874-11-46, e-mail: n.milya@bk.ru**Е. С. Исаева, студентка кафедры жилищно-коммунального хозяйства
Россия, г. Воронеж, тел. +7(952)543-41-92, e-mail: ikskaterina2@mail.ru*

Постановка задачи. Рассмотреть солнечную черепицу в качестве альтернативного источника энергии. Сформулировать условия, определяющие наиболее эффективную работу солнечной черепицы. Проанализировать назначение различных видов солнечной черепицы.

Результаты. Была рассмотрена солнечная черепица компании «Инноватикс». Выявлены ее преимущества и особенности применения для зданий, различного назначения. Сформулирована обобщающая картина о значении солнечной кровли в России в качестве метода ресурсоэнергосбережения.

Выводы. Установлено, что солнечная черепица вносит неопределимый вклад в сохранение энергетических ресурсов, ее использование решает ряд экологических проблем.

Ключевые слова: солнечная черепица, возобновляемые источники энергии, ресурсоэнергосбережения.

Введение. Повышение энергоэффективности, лежащее в основе приказа Минстроя России от 19.06.16 №653/пр «Об утверждении методических рекомендаций по реализации проектов и мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности при капитальном ремонте общего имущества в многоквартирных домах», во многом связано с нарастающим влиянием антропогенного фактора на окружающую среду. С каждым годом строится все больше промышленных предприятий, для выработки энергии. При этом для создания электрической и тепловой энергии используются горючие ископаемые, при сжигании которых образуются углекислый газ, водяные пары, оксиды серы (сернистый газ, серный ангидрид) и зола. Все эти выбросы оказывают существенное влияние на парниковый эффект, который приводит к значительному изменению климатических условий. Впервые идея о снижении парниковых выбросов была отражена в Киотском протоколе [1]. Для экономного расходования ресурсов и снижения загрязняющих выбросов рационально использовать возобновляемые источники энергии (ВИЭ) [2, 3, 4, 5, 6, 7]. В первую очередь – это солнечная энергия. Этот вид энергии лишен всех недостатков сырьевой системы: ресурс безграничен и не приносит вреда экологии. Примерами эффективного применения ВИЭ могут служить такие разработки как: солнечные коллекторы, солнечные батареи, фотогальваническая черепица, тонкопленочные фотоэлементы и др. Безусловно, применение этих устройств приводит к нужным результатам, но одним их общим недостатком является ограниченная функциональность применяемой конструкции. Приведенные установки генерируют только электричество, а также имеют низкий КПД, который составляет 10-15 %. Не менее важным фактором, ограничивающим широкое применение таких установок, является их стоимость. В 2015 году появился совершенно новый, перспективный преобразователь энергии – гибридная солнечная черепица.

Многие из людей, проживая в жарком климате и имея средства на покупку солнечных батарей или гелиоколлектора, не приобретают «зелёные» устройства. По их мнению, они не привлекательны с эстетической точки зрения. Особенно если разместить такие устройства на крыше. Компанией «Инноватикс» [8] была разработана солнечная черепица, которая объединяет в себе 3 функции:

- 1) генерирует электрическую энергию;
- 2) подогревает холодную воду;
- 3) является современным кровельным материалом.

Температурный режим работы черепицы составляет от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Гарантированный срок эксплуатации составляет 45 лет. КПД – 55 %. Корпус черепицы изготавливается экструзионным методом из песка (80 %) и вторичных отходов полимерной продукции (20 %) [9]. Такой вид кровельного покрытия (рис.1) не испортит экстерьера индивидуального дома, а также будет с пользой служить своему владельцу.

1. Условия для эффективной работы солнечной черепицы. Установку солнечной черепицы следует проводить с учетом расположения здания относительно сторон света и возможных преград, окружающих его. Не допускается проводить монтаж рядом с деревьями, так как на этом месте солнечная черепица должна эксплуатироваться не один год. Важна ориентация и самой крыши при выборе площадки для установки солнечной черепицы. При оптимальных условиях элементы солнечной кровли должны быть ориентированы на юг. Если это невозможно на 100 %, то действует принцип: чем ближе к южному направлению, тем выше производительность системы.

Эффективность солнечной черепицы зависит от наклона крыши. Выработка электроэнергии кровлей будет наибольшей, когда солнечные лучи попадают на солнечные элементы под прямым углом. Оптимальный угол наклона для фотоэлектрических панелей для умеренных широт находится в пределах $30 - 40^{\circ}$. В теневой части крыши монтируется обычная черепица без фотоэлементов, для обеспечения единого архитектурного замысла кровельного покрытия. Неверно спроектированная или изготовленная установка может стать причиной снижения производительности или необратимого повреждения. Поэтому очень важно профессионально отнестись к выбору месторасположения солнечных элементов для их результативной работы.

Черепица в состоянии подогреть водопроводную воду до $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Горячая вода через трубопровод попадает в бак-аккумулятор и используется для нужд горячего водоснабжения (ГВС), отопления (рис.2). Зимой солнечная кровля самостоятельно растапливает снег, и фотоэлектрические элементы продолжают вырабатывать энергию даже в холодное время года [9, 10].

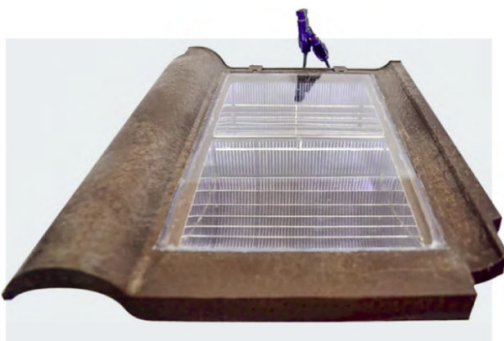


Рис.1. Гибридная кровельная солнечная панель [9]

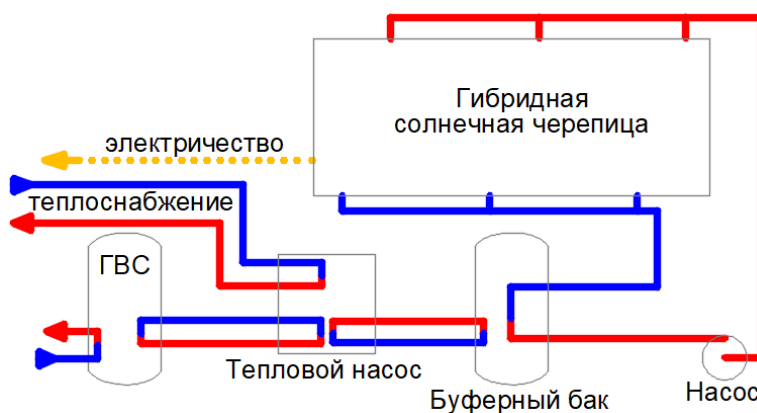


Рис.2. Вариант использования гибридной солнечной черепицы

2. Классификация солнечной черепицы. Классификацию солнечной черепицы можно разделить на:

1. Без накопления энергии. Такой вариант эффективно использовать для зданий с большим электро-, теплотреблением, в которых одновременно пребывает большое количество людей (общежития, гостиницы, больницы и т.д.). Температура поверхности кровли в летний период может достигать $+80^{\circ}\text{C}$. Перегрев солнечных элементов сокращает их эксплуатационные свойства, а так как происходит высокое энергопотребление, то срок службы черепицы останется неизменным, а энергия солнца будет максимально использована.

2. С возможностью накопления энергии. На многих промышленных предприятиях, кровля служит только для защиты здания от атмосферных осадков. Площадь кровли может составлять несколько сотен квадратных метров, что позволит разместить на ней большее количество солнечных элементов и получить больше энергии. В часы пикового солнечного излучения, энергия будет накапливаться в аккумуляторах, а в часы, когда энергии от солнца недостаточно использована аккумулированная энергия. Тем самым обеспечивается автономность предприятия и снижается нагрузка на энергопотребление.

3. С возможностью сброса энергии в сеть. Как правило, в индивидуальных домах отсутствует централизованное ГВС, а энергопотребление осуществляется от энергосистемы. ГВС реализуется с помощью электрических водонагревателей [11]. Создание солнечной крыши позволит снизить сумму ежемесячных коммунальных платежей, а также продать неиспользуемую электроэнергию и получить доход, в рамках программы «Один миллион солнечных крыш в России» [9].

3. Преимущества установки гибридной солнечной черепицы. Преимущества и достоинства установки гибридной солнечной черепицы:

- отсутствие платы за электроэнергию, теплоэнергию;
- процесс преобразования энергии, происходит без шума, вредных выбросов и отходов;
- долговечность оборудования;
- эстетичный внешний вид кровельного покрытия;
- для размещения требуется небольшая площадь;
- корпус черепицы выполняется из вторичных отходов полимерной продукции.

4. Перспективы применения гибридной солнечной черепицы в России. Существует мнение, что РФ, расположенная в средних и высоких широтах, не располагает достаточными ресурсами солнечной энергии, для ее эффективного применения. Однако, карта солнечного излучения на территории РФ (рис.3) показывает обратное.

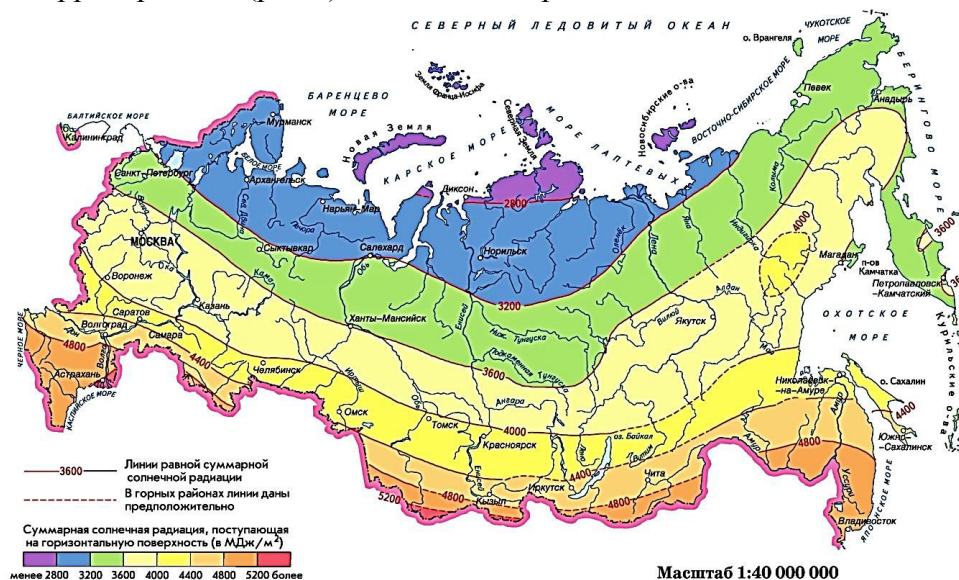


Рис.3. Карта солнечного излучения на территории РФ [13]

Во многих регионах доля солнечного излучения при безоблачном небе превышает 3000 МДж/м², что позволяет эффективно использовать солнечную черепицу. Высокая сумма солнечной радиации характерна и для северных районов (Северная земля), где доля суммарной солнечной радиации составляет 2500 МДж/м². Наиболее солнечные регионы России не уступают по суммам поступающей солнечной радиации европейским странам, считающимся наиболее благоприятными для эффективного использования солнечной энергии. Также, при применении солнечной черепицы необходимо учитывать непостоянство солнечного излучения не только суточного, но и сезонного. Несомненно, Россия является страной с более холодным климатом, что накладывает некие ограничения и дополнительные требования к преобразователям солнечной энергии. Однако, представленные выше данные, опровергают представление о том, что территория РФ бедна солнечными ресурсами. Важным фактором является то, что на индивидуальное жилищное строительство (ИЖС) приходится около 40 % общего объема, вводимой площади нового жилья в России [12, 13]. К тому же доля ИЖС высока на юге европейской части России: Белгородской, Астраханской, Тамбовской, Липецкой и Ростовской областях, а также в республиках Северного Кавказа и юга Сибири. Доля солнечного излучения на этих территориях составляет более 3600 МДж/м² – это способствует широкому применению гибридной солнечной черепицы, с максимальной результативностью ее работы.

Выводы. Использование энергетических солнечных систем в качестве кровельного материала имеет огромную перспективу. Поскольку запасы природного газа, нефти и угля не бесконечны. Но непостоянство солнечного излучения, не позволяет полностью отказаться от дублирующих источников энергоснабжения здания. Однако даже 10 % замещение сырьевых источников энергии позволит: снизить выбросы парниковых газов в атмосферу и уменьшить долю выбросов, загрязняющих воздух. По разным оценкам выбросы парниковых газов от энергетической отрасли составляют 71 %. Функция нагрева воды является выгодным преимуществом, ведь известно, что в годовом цикле на ГВС расходуется ориентировочно столько же тепла, как и на отопление зданий. Классификация черепицы позволит использовать ее в зданиях различного назначения, что способствует ее широкому применению. Производство черепицы также решает проблему утилизации вторичных отходов полимерной продукции, внося огромный вклад в охрану окружающей среды [14–16].

Масштабная реализация солнечной кровли в ближайшем будущем сделает наш быт экономичнее, проще и удобнее. Все перечисленные перспективные варианты развития отрасли в связи с применением такой черепицы требуют дальнейшего изучения и развития в ходе научно-исследовательской работы.

Библиографический список

1. Киотский протокол [Электронный ресурс] // unfccc. – Режим доступа: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kprus.pdf>
2. **Мартыненко, Г. Н.** Возможности использования экологически опасных отходов жизнедеятельности в биогазовых установках / Г. Н. Мартыненко // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2014. – Т. 2. – № 4 (17). – С. 119-122.
3. **Прокопенко, А. А.** Аспекты экономичного расходования ресурсов на примере применяемых биогазовых установок / А.А. Прокопенко, А.В. Козлов, Г.Н. Мартыненко // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2016. – № 1. – С. 9.
4. **Базыкин, Д. А.** Современные проблемы внедрения биогазовых и пиролизных установок в российской федерации / Д. А. Базыкин, Г. Н. Мартыненко, В. И. Лукьяненко // В сборнике: Энергетики и металлургии настоящему и будущему России Материалы 17-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и специалистов. Под общей редакцией Е.Б. Агапитова. – 2016. – С. 99-101.
5. **Прокопенко, А. А.** Физические и био-химические процессы при переработке мусора / А. А. Прокопенко, А. В. Козлов, Г. Н. Мартыненко // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2016. – № 2 (3). – С. 34-39.

6. **Исанова, А. В.** Влияние параметров работы теплонасосной установки системы теплоснабжения на выбор энергосберегающего режима её функционирования / А. В. Исанова, Г. Н. Мартыненко, В. И. Лукьяненко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 2-1 (33). – С. 36-39.
7. **Мелькумов, В. Н.** Энергосбережение в системах традиционного и альтернативного теплоснабжения / В.Н. Мелькумов, О.А. Сотникова, В.С. Турбин, Д.Н. Китаев, Р.В. Сорокин // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2004. – № 2. – С. 62.
8. ООО «Иноватикс» [Электронный ресурс] // innovatiks. – Режим доступа: <http://innovatiks.ru/>.
9. Солнечная черепица [Электронный ресурс] // bsproff. – Режим доступа: <http://bsproff.ru/wp-content/uploads/2017/08/Kirsanov-Solnechnye-krovli-.pdf>.
10. Гибридная кровельная солнечная панель [Электронный ресурс] // findpatent. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/261/2612725.html>.
11. **Китаев, Д. Н.** Охлаждение воды в трубопроводах системы горячего водоснабжения при отсутствии циркуляции / Д.Н. Китаев, В.Ю. Хузин // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2017. – № 1 (6). – С. 9-13.
12. Индивидуальное жилищное строительство [Электронный ресурс] // ac.gov. – Режим доступа: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/15692.pdf>.
13. Суммарная солнечная радиация [Электронный ресурс] // geographyofrussia. – Режим доступа: <https://geographyofrussia.com/summarnaya-solnechnaya-radiaciya/>.
14. **Тульская, С. Г.** Альтернативная тепловая изоляция резервуаров с помощью жидких керамических теплоизоляционных покрытий / Тульская С.Г., Петров С.А. // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2016. – № 2 (23). – С. 71-77.
15. **Щукина, Т. В.** Комбинированные солнечные модули и надежность систем жизнеобеспечения / Т. В. Щукина, А. К. Тарханов, Д. М. Чудинов // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2014. – № 1 (145). – С. 82-85.
16. **Петрикеева, Н. А.** Оптимизация систем теплоснабжения зданий с использованием возобновляемых источников энергии / Н. А. Петрикеева, Л. В. Березкина // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2010. – № 2. – С. 128-132.

HYBRID SOLAR TILE AS AN ALTERNATIVE SOURCE OF ENERGY

G. N. Martynenko, A.V. Milyaeva, E.S. Isaeva

Voronezh State Technical University

*G. N. Martynenko, PhD in Engineering, Assoc. Prof. of the Dept. of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Business
Russia, Voronezh, tel.: + 7 (900) 304-62-451, e-mail: glen2009@mail.ru*

A. V. Milyaeva, student of the department of heat and oil and gas business

Russia, Voronezh, tel.: + 7 (951) 874-11-46, e-mail: n.milya@bk.ru

E. S. Isaeva, student of the department of heat and oil and gas business

Russia, Voronezh, tel.: + 7 (952) 543-41-92, e-mail: ikskaterina2@mail.ru

Formulation of the problem. Consider sun shingles as an alternative source of energy. Formulate the conditions that determine the most effective work of solar tiles. Analyze the purpose of various types of solar tiles.

Results. The solar tile of the company "Innovatics" was considered. Its advantages and application features for buildings, for various purposes are revealed. The general picture about the importance of solar roof in Russia as a resource-saving method is formulated.

Conclusions. It is established that solar tiles make an invaluable contribution to the conservation of energy resources; its use solves a number of environmental problems.

Keywords: solar shingles, renewable energy, resource and energy saving.

Для цитирования: Мартыненко, Г. Н. Гибридная солнечная черепица как альтернативный источник энергии / Г. Н. Мартыненко, А. В. Мильяева, Е. С. Исаева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. – № 1 (10). – С. 39-43.

For citation: Martynenko, G. N. Hybrid solar tile as an alternative source of energy / G. N. Martynenko, A. V. Milyaeva, E. S. Isaeva // Gradostroitelstvo. Infrastruktura. Kommunikatsii. – 2018. – № 1 (10). – Pp. 39-43.

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (В СТРОИТЕЛЬСТВЕ)

УДК 614.841.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЖАРНОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

С. Г. Тульская, К. А. Скляров, Е. Е. Сергеева

Воронежский государственный технический университет

С. Г. Тульская, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела

Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (473) 271-53-21, e-mail: tcdtnkfyf2014@yandex.ru

К. А. Скляров, канд. техн. наук, доц. кафедры техносферной и пожарной безопасности

Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (473) 271-59-26, e-mail: stf@vgasu.vrn.ru

Е. Е. Сергеева, студентка кафедры техносферной и пожарной безопасности

Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (920) 461-57-47, e-mail: elenasergeeva79@yandex.ru

Постановка задачи. Торгово-развлекательные комплексы – здания современные, возведённые в основном за последние десять лет, поэтому статистика пожаров в них только набирается. Пренебрежительное отношение к правилам пожарной безопасности торговых площадей, влечет за собой значительные площади пожаров. Основным фактором влияющим на распространение пожара являются величина пожарной нагрузки, которая зависит от функционального назначения помещений.

Результаты и выводы. В данной работе проведён анализ проблемы обеспечения пожарной безопасности в торгово-развлекательных комплексах. Приведена методика расчета основных параметров пожарной нагрузки помещений. Сформирован перечень выделяющихся вредных веществ возникающих при возгорании. Следует отметить, необходимость точного определения пожарной нагрузки на начальном этапе расчетов проектирования позволит уменьшить число пожаров в торгово-развлекательных комплексах.

Ключевые слова: пожарная нагрузка, материал, теплота, пожарная безопасность, вредные вещества, торгово-развлекательный комплекс.

Введение. В настоящее время на территории России идет масштабное строительство торгово-развлекательных центров или комплексов, характеризующихся в первую очередь значительным пребыванием людей, хаотичным расположением помещений с различным функциональным назначением. Из-за больших торговых площадей существует проблема определения пожарной нагрузки различных помещений и распространения опасных факторов пожара по всему объему здания.

Пожарная нагрузка – количество теплоты, которое выделяется в помещение или здание при пожаре, отнесённое к единице поверхности пола. В торгово-развлекательных комплексах пожарную нагрузку разделяют на временную и постоянную.

К временным нагрузкам можно отнести: зоны маникюра; зоны продажи товаров; элементы декора (внутреннее оформление торгово-развлекательных центров); автомобиль выставочного образца для рекламы или продажи; зоны выставок и картинных галерей; информационные и рекламные стенды и т.д.

К постоянным нагрузкам относят горючие вещества и материалы, находящиеся в строительных конструкциях.

В действующих нормативных документах по пожарной безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации подобных зданий отсутствует взаимосвязь между пожарной нагрузкой и остальными параметрами, влияющими главным образом на безопасность людей. Примеры пожаров в таких зданиях приведены в таблице (рис. 1).

Таблица

Пожары в торгово-развлекательных центра (ТРЦ)

№	Наименование ТРЦ	Описание
1	ТЦ «Оскар» Краснодар, 24.05.2013	Площадь пожара 200 м ²
2	ТЦ «Москва» Москва, 06.07.2013	Площадь пожара 700 м ²
3	ТРК «Фабрика» Киров, 08.08.2013	Загорелась кровля, площадь пожара 600 м ²
4	ТЦ «Кит» Екатеринбург, 07.07.2013	Загорелась кровля, площадь пожара 100 м ²
5	ТРЦ «РИО» Москва, 05.02.2015	Пожар в цокольном помещении, площадь пожара 200 м ²
6	ТЦ «Ника» Сочи, 22.12.2015	Пожар фасадной части, площадь пожара 300 м ²
7	ТЦ «Адмирал» Казань, 11.03.2015	Площадь пожара 4000 м ²
8	ТЦ «Черемушки» Владивосток, 24.01.2016	Пожар в холле, площадь пожара 10 м ²
9	ТЦ «Версаль» Краснодар, 24.01.2016	Площадь пожара 30 м ²
10	ТРЦ «РИО» Москва, 10.07.2017	Площадь пожара 200 м ²



ТРЦ «РИО» г. Москва, 10.07.2017



ТРЦ г. Сочи, 01.11.2017



ТЦ «Адмирал» г. Казань, 11.03.2015



ТЦ «Закамский» г. Пермь, 06.07.2013

Рис. 1. Пожары в торгово-развлекательных центрах

1. Расчет основных параметров пожарной нагрузки помещений. Согласно методической рекомендации к СП 7.13130.2013 «Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий» в перечень основных параметров пожарной нагрузки входят:

1. Удельная приведенная пожарная нагрузка, отнесенная к площади пола помещения, определяется по формуле

$$g_0 = \frac{M \sum m_i \cdot Q_{Hi}^P}{F_f \cdot Q_{HД}^P}, \quad (1)$$

где Q_{ni}^P – теплота сгорания i -го вещества или материала в составе пожарной нагрузки Дж/кг; $Q_{HД}^P$ – теплота сгорания древесины, Дж/кг; m_i – относительная массовая доля i -го вещества или материала в составе пожарной нагрузки; F_f – площадь пола помещения, м²; M – масса пожарной нагрузки помещения, кг.

2. Удельная приведенная пожарная нагрузка, отнесенная к площади тепловоспринимающей поверхности ограждающих строительных конструкций помещения

$$g_{\kappa} = \frac{M \sum m_i \cdot Q_{Hi}^P}{(F_w - A_0) \cdot Q_{HД}^P}, \quad (2)$$

$$F_w = 6V^{2/3},$$

$$A_0 = \sum A_i,$$

где F_w – суммарная площадь внутренней поверхности ограждающих строительных конструкций помещения, м²; A_i, A_0 – площадь i -го проема и суммарная площадь проемов помещения, м²; V – объем помещения, м³.

3. Удельное критическое количество пожарной нагрузки определяется по формулам

$$g_{ккр} = \frac{4500 \cdot \Pi^3}{1 + 500 \cdot \Pi^3} + \frac{V^{1/3}}{6V_0}, \quad (3)$$

$$\Pi = \frac{\sum A_{0i} \cdot h_{0i}^{1/2}}{V^{2/3}},$$

$$V_0 = 0,263 \frac{\sum m_i \cdot Q_{Hi}^P}{1000},$$

где Π – проемность помещения, м^{1/2}; h_{0i} – высота i -го проема помещения, м; V_0 – удельное количество воздуха, необходимое для полного сгорания пожарной нагрузки помещения, м³/кг

4. Средняя теплота сгорания пожарной нагрузки определяется по формуле

$$Q_{нсп}^P = \sum m_i \cdot Q_{ni}^P. \quad (4)$$

5. Средняя скорость потери массы пожарной нагрузки определяется по формуле

$$\psi_{cp} = \sum m_i \cdot \psi_i, \quad (5)$$

где ψ_i – скорость потери массы i -го материала пожарной нагрузки, кг/(м²·с).

6. Линейная скорость распространения пламени по поверхности пожарной нагрузки может приниматься по максимальной величине, характерной для составляющих эту нагрузку материалов:

$$U_{cp} = U_{max i}, \quad (6)$$

где $U_{max i}$ – максимальное значение скорости распространения пламени по поверхности i -го материала пожарной нагрузки помещения, м/с.

Значения теплоты сгорания, скорости потери массы и скорости распространения пламени по поверхности для различных материалов, приведены как усредненные значения более точно предсказать теплоту сгорания пожарной нагрузки нельзя. Различная функциональность помещений приводит к неточным показателям [3, 4].

Расчет пожарной нагрузки очень затруднителен, как правило, помимо торговых площадей определенной продукции торговли не учитывается место хранения товаров. Наличие складов в торгово-развлекательном комплексе не предполагается, разгрузка осуществляется сразу в торговом зале. Другими словами имеется помещение, предназначенное как для торговли, так и для хранения (складирования) товаров, которое можно определить как магазин-склад. Просчитать относительную массовую долю материала, как по составу, так и по объему не возможно.

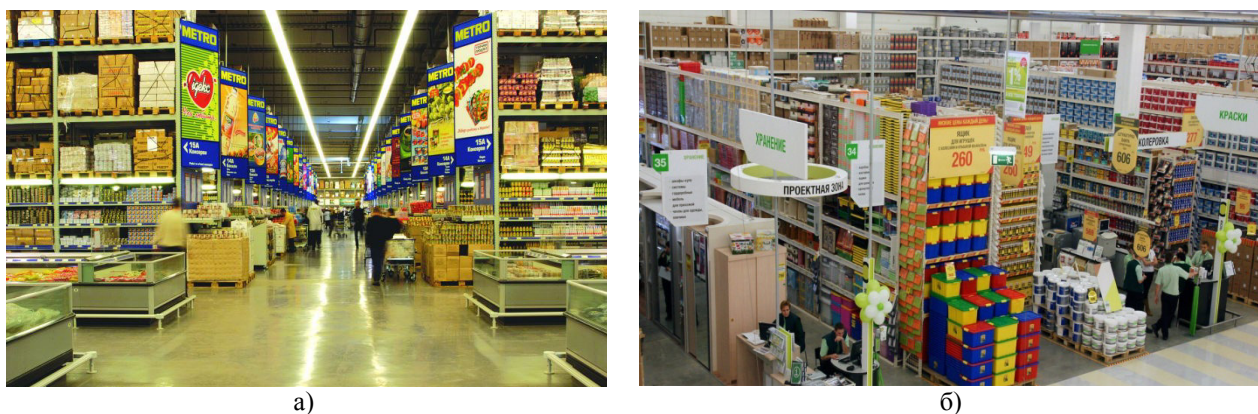


Рис. 2. Размещения товаров в торговых залах гипермаркетов:
а) гипермаркет «Ашан» г. Воронеж; б) гипермаркет «Леруа Мерлен» г. Воронеж

Примером необходимости установления точной величины пожарной нагрузки в торгово-развлекательных комплексах, являются торговые залы гипермаркетов. На рисунке 2 представлены два гипермаркета значительного объема с товарами разнообразного назначения на стеллажах. Верхние ярусы, которые выше человеческого роста, предназначены не для продажи, а для хранения товаров.

В состав пожарной нагрузки необходимо учитывать часто встречаемые ларьки островковой торговли со стеллажами, где происходит торговля различными товарами (кожгалантерея, аксессуары для мобильных устройств, часы и ювелирные изделия). Ларьки островковой торговли изготавливаются из древесной и пластмассовой продукции, материал которых быстро воспламеняем и может привести к распространению пожара из одной стороны в другую.

Кроме того при эвакуации людей из помещения, островковые ларьки на пути эвакуации могут оказаться серьезной преградой для свободного движения людского потока (рис. 3) [5–10].



Рис. 3. Ларьки островковой торговли в торгово-развлекательном центре

2. Виды вредностей и источники их выделения. Нельзя не отметить, что при сгорании материала различного характера выделяется не только теплота, но и токсичные вещества, которые могут нанести вред организму человека или попаданию в дыхательную систему человека привести к летальному исходу.

Согласно методике расчета [2] предлагается вести коэффициент токсичности продуктов горения. При горении материалов в торговом центре угарный газ, хлористый водород являются наиболее значимыми токсичными продуктами, влиянием других продуктов горения можно пренебречь. Коэффициент токсичности представляет собой сумму коэффициентов токсичности продуктов горения:

$$K = K_{CO_2} + K_{CO} + K_{HCl}, \quad (7)$$

где K_{CO_2} – коэффициент токсичности углекислый газ (CO_2), K_{CO} – коэффициент токсичности угарный газ (CO), K_{HCl} – коэффициент токсичности хлористый водород (HCl).

Коэффициент токсичности для продукта горения определяется как отношение концентрации выделяемого продукта горения к предельно допустимому значению для этого продукта

$$K_i = c_i \cdot c_{ПДЗi}, \quad (8)$$

где c_i – концентрация i -го продукта горения; $c_{ПДЗi}$ – предельно допустимое значение концентрации i -го продукта горения.

Вывод. Расчет пожарной нагрузки в торгово-развлекательных комплексов во многом зависит от функционального назначения помещений. Натурные наблюдения и изучение проектной документации проектируемых торговых центров показали, что при расчете пожарной нагрузки неучтены многие факторы, такие как: хранение товаров, расположение островкой продукции, наличия временных и постоянных товаров. На стадии проектирования необходимо учитывать все факторы опасности возникновения пожара, определять условный уровень пожаровзрывоопасности объекта, рассчитывать статистико-вероятностные методы возникновения пожара (взрыва) на объекте. Все это возволит обеспечить пожарную безопасность объекта.

Библиографический список

1. Методической рекомендации к СП 7.13130.2013 Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий. М.: ВНИИПО, 2013. – 38 с.
2. СИТИС СПН-1 Пожарная нагрузка. Справочник. Редакция 1 от 14.05.2014. – 53 с.
3. **Кузнецов, С. Н.** Моделирование распространения дымовых газов в помещении в начальной стадии пожара / С. Н. Кузнецов, В. Л. Худиковский, К. А. Склярлов // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2014. – № 4 (36). – С. 177-184.
4. **Склярлов, К. А.** Влияние перегородок на пожарную и промышленную безопасность объекта // К. А. Склярлов, Е. А. Сушко // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2013. – Т. 1. – № 1 (2). – С. 432-435.
5. **Тульская, С. Г.** Вентиляция и экологическая безопасность вентилируемых помещений ресторанных комплексов // С. Г. Тульская, О. А. Сотникова // Экология и промышленность России. – 2013. – № 2. – С. 21-25.
6. **Мелькумов, В. Н.** Моделирование задымленности помещений сложной конфигурации в начальной стадии пожара / В. Н. Мелькумов, С. Н. Кузнецов, В. В. Гулак // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2010. – № 3. – С. 131-138.
7. **Мелькумов, В. Н.** Математическое моделирование воздушных потоков в помещениях больших объемов / В. Н. Мелькумов, А. В. Лобода, С. В. Чуйкин // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2014. – № 2 (34). – С. 11-18.
8. **Сушко, Е. А.** Особенности пожарной безопасности строений из сип-панелей / Е. А. Сушко, К. А. Склярлов, В. Н. Дурукин // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2017. – № 1 (22). – С. 39-41.
9. **Колосова, Н. В.** Ликвидация последствий аварий на объектах инженерных систем теплогазоснабжения / Н. В. Колосова, К. М. Сенькин, Ю. А. Соя, В. О. Бочаров // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2012. – № 3 (8). – С. 44-50.
10. **Жерлыкина, М. Н.** Дифференциация способов очистки воздуха при выбросах вредных веществ химических производств / М. Н. Жерлыкина, С. В. Чуйкин, С. А. Соловьев, А. В. Потапов // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2010. – № 1. – С. 264-268.

DETERMINATION OF FIRE LOAD FOR ROOMS SHOPPING MALLS

S. G. Tulskaaya, K. A. Sklyarov, E. E. Sergeeva

Voronezh State Technical University

*S. G. Tulskaaya, PhD in Engineering, Assoc. Prof. of the Dept. of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Business
Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-53-21, e-mail: tcdtnkfyf2014@yandex.ru*

*K. A. Sklyarov, PhD in Engineering, Assoc. Prof. of the Dept. of Technosphere and Fire Safety
Russia, Voronezh, tel.: +7 (473) 271-59-26, e-mail: stf@vgasu.vrn.ru*

*E. E. Sergeeva, student of the Dept. of Technosphere and Fire Safety
Russia, Voronezh, tel.: +7 (920)461-57-47, e-mail: elenasergeeva79@yandex.ru*

Statement of the problem. Shopping and entertainment complexes-modern buildings, built mainly over the past ten years, so the statistics of fires in them only typed. Neglect-cutting attitude to the rules of fire safety of retail space, entails a significant area of fires. The main factor influencing the spread of fire is the amount of fire load, which depends on the functional purpose of the premises.

Results and conclusions. In this work the analysis of a problem of providing fire safety in shopping malls is carried out. The method of calculation of the main parameters of the fire load of the premises. The list of harmful substances released during the fire has been formed. It should be noted that the need to accurately determine the fire load at the initial stage of design calculations will reduce the number of fires in shopping malls.

Keywords: fire load, material, heat, fire safety, harmful substances, shopping and entertainment complex.

Для цитирования: Тульская, С. Г. Определение пожарной нагрузки для помещений торгово-развлекательных комплексов / С. Г. Тульская, К. А. Склярлов, Е. Е. Сергеева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. – № 1(10). – С.44-49.

For citation: Tulskaaya, S. G. Determination of fire load for rooms shopping malls / S. G. Tulskaaya, K. A. Sklyarov, E. E. Sergeeva // Gradostroitelstvo. Infrastruktura. Kommunikatsii. – 2018. – № 1(10). – Pp. 44-49.

УДК 614.841

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ГОРЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ПОМЕЩЕНИИ

А. П. Паршина, М. В. Паршин, В. Л. Мурзинов

Воронежский государственный технический университет

А. П. Паршина, старший преподаватель кафедры техносферной и пожарной безопасности

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: parshina@vgasu.vrn.ru

М. В. Паршин, магистрант кафедры техносферной и пожарной безопасности

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: parshina@vgasu.vrn.ru

В. Л. Мурзинов, д-р. техн. наук, проф. кафедры техносферной и пожарной безопасности

Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: parshina@vgasu.vrn.ru

Постановка задачи. Производства текстильной промышленности представляют собой процессы, обладающие повышенной опасностью возникновения пожаров и взрывов. Для получения достоверного прогноза обстановки на пожаре и повышения эффективности профилактических мероприятий необходимо иметь представление о динамике опасных факторов пожара и степени влияния их на людей и конструкции. Для достижения этой цели была разработана и сконструирована экспериментальная установка, позволяющая проводить натурные эксперименты. Методика проведения измерительных процедур обладает достаточной точностью и эффективностью.

Результаты и выводы. В результате исследования получены функциональные зависимости, описывающие динамику температурного режима пожара в помещении. Графики, описывающие динамику температуры горения текстильных изделий, показывают, что распределение температуры по высоте помещения неоднородно и с целью повышения эффективности прогнозирования динамики опасных факторов пожара, необходимо рассматривать динамику температуры на конкретной высоте.

Ключевые слова: текстильные изделия, пожар, температурный режим, экспериментальное исследование, лазерный пирометр, пожарная нагрузка.

Введение. Производства текстильной промышленности представляют повышенную пожарную опасность из-за большого количества легкогорючих веществ, возможности образования источника воспламенения, а также путей, удобных для распространения пожара [1].

Хлопковое волокно представляет собой белую нить толщиной 0,025 мм и имеет вид трубочки с тонкими целлюлозными стенками и каналами. В каналах содержатся остатки высушенной протоплазмы и воздух. Наличие воздуха в нити хлопкового волокна позволяет гореть хлопку без дополнительного притока воздуха. Таким образом, в кипе хлопка может продолжаться горение даже после погружения под воду.

Пожар в помещении развивается в 3 этапа: начальная стадия горения; объемное горение; затухание. На стадии начала горения и его развития происходит обнаружение пожара и эвакуация людей. Горение текстильных изделий сопровождается обильным дымовыделением, что препятствует обнаружению очага и безопасной эвакуации.

Хлопок склонен к тепловому самовозгоранию при температуре 407 °С. Скорость распространения горения по поверхности хлопковой пыли и пуха 0,23 м/с. Линейная скорость распространения пожара на текстильных предприятиях составляет 0,35-0,65 м/мин [2]. Исходя из этого, можно полагать, что предотвращение воздействия на людей опасных факторов

пожара, является первоочередной задачей любых профилактических мероприятий. Кроме этого, необходимо правильно оценивать огнестойкость конструкций и степень воздействия на них высоких температур. Достижение этих целей невозможно без правильной оценки динамики опасных факторов пожара в начальной стадии горения.

1. Описание экспериментальной установки и методики проведения измерительных процедур. Экспериментальная установка представляет собой конструкцию из стекломагниевого плит на металлической основе. Данные материалы выбраны по причине соответствия теплофизических характеристик наиболее распространенным строительным материалам. Конструкция имеет аэрационные фонари и позволяет получить данные о температурном режиме пожара в помещении, оснащённом данным видом вентиляционного оборудования. Аэрационные фонари являются экономически эффективным и наиболее распространенным вентиляционным оборудованием в отечественной промышленности. Внутри установки размещается очаг пожара (рис. 2).

Для повышения эффективности и применимости данных, полученных при исследовании, экспериментальная установка изготовлена по типовым размерам производственных помещений в масштабе 2:10. Таким образом, высота экспериментальной установки составила 0,72 м.

Для получения достоверных сведений о динамике температуры, воздействие которой возможно на людей, разработан метод определения значений температуры на определенной высоте. Достоверность предложенного метода и характеристики оборудования приведены в [3]. В целом метод заключается в использовании для проведения замеров лазерного пирометра, «пробника» и модельной установки (рис. 1).

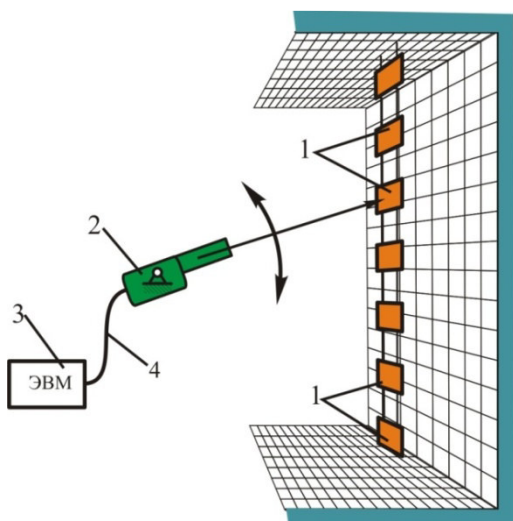


Рис. 1. Схематичное изображение проведения измерений:
1 – «пробник»; 2 – лазерный пирометр; 3 – ЭВМ;
4 – технические средства подключения пирометра к ЭВМ



Рис. 2. Проведение измерений

Данный метод обладает следующими преимуществами:

- позволяет определять температуру газовой среды на определенной высоте и точке пространства;

- обладает достаточной точностью;

- экономически эффективен, так как лазерный пирометр имеет не высокую цену;

- позволяет измерять температуру газовой среды, а не ограждающих конструкций.

Недостатки предложенного метода:

- ограничение количества сгораемого материала;

- необходимость смотрового окна.

Данный недостаток компенсируется необходимостью учета при решении теплофизических задач негерметичности помещения. Также необходимо принимать во внимание тот факт, что при возникновении горения, возможно и наиболее вероятно нарушение остекления в помещении. Таким образом, возможно утверждать, что наличие смотрового окна не окажет существенного влияния на результаты измерений.

В таблице 1 приведены основные технические характеристики «пробника».

Таблица 1

Технические характеристики «пробника»

Материал	Аллюминий	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	203,5
Плотность, кг/м ³	2700	Толщина датчика, м	2·10 ⁻⁵
Теплоемкость, Дж/(кг·К)	930	Размеры пластины, м	0,1x0,05
Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м ² ·К)	209	Начальная температура датчика, °С	22

Данные исследования были проведены в центре коллективного пользования имени профессора Ю. М. Борисова Воронежского государственного технического университета. Лаборатории центра отвечают требованиям основных документов, регламентирующих научную деятельность, и отвечают требованиям безопасности.

В результате измерений получаем значения температуры газовой среды на определенной высоте в режиме реального времени, не искаженные за счет теплопередачи от одной пластины к другой. При этом металлические пластины выполнены из тонкой алюминиевой фольги, что позволяет утверждать, что процесс теплопередачи от газовой среды к пластине происходит с необходимой скоростью и точностью. Замеры проводятся посредством лазерного пирометра через открытое смотровое окно. Использование лазерного пирометра позволяет проводить измерения непрерывно. Методика проведения измерительных процедур позволяет получить достоверные данные и максимально приблизить решение задачи к реальной картине пожара.

2. Результаты экспериментального исследования. При проведении измерений, помещение было условно разделено по высоте на 5 равных частей по высоте (Н1, Н2, Н3, Н4, Н5). При этом Н1 находится на высоте 0,144 м; Н2 – 0,288 м; Н3 – 0,432 м; Н4 – 0,576 м; Н5 – 0,72 м. Результаты измерений показаны на рис 3, 4, 5, 6 и 7.

При этом уравнение, описывающие динамику температуры во времени на высоте Н1 имеет вид:

$$y = -0,303x^2 + 7,544x + 21,91 . \quad (1)$$

При этом коэффициент детерминации равен $R^2 = 0,947$, то есть превышает 90 %, что следовательно уравнение максимально точно описывает функциональную зависимость динамики температуры во времени.

При этом уравнение, описывающие динамику температуры во времени на высоте Н2 имеет вид:

$$y = -0,036x^2 + 1,916x + 32,18 . \quad (2)$$

При этом коэффициент детерминации равен $R^2 = 0,930$, то есть превышает 90 %, что следовательно уравнение максимально точно описывает функциональную зависимость динамики температуры во времени.

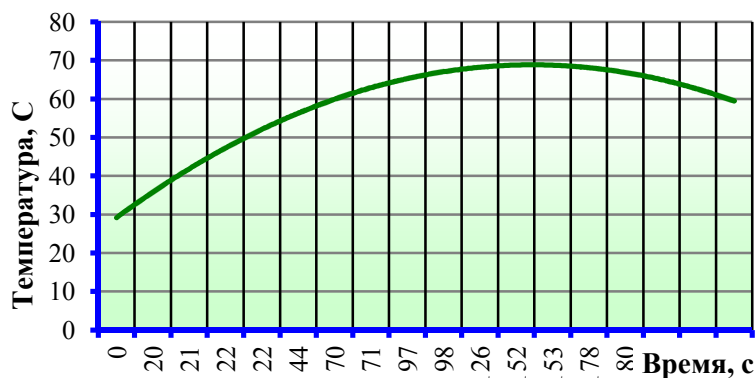


Рис. 3. График, описывающий динамику температуры в начальной стадии горения текстильных изделий из натурального волокна на высоте Н1

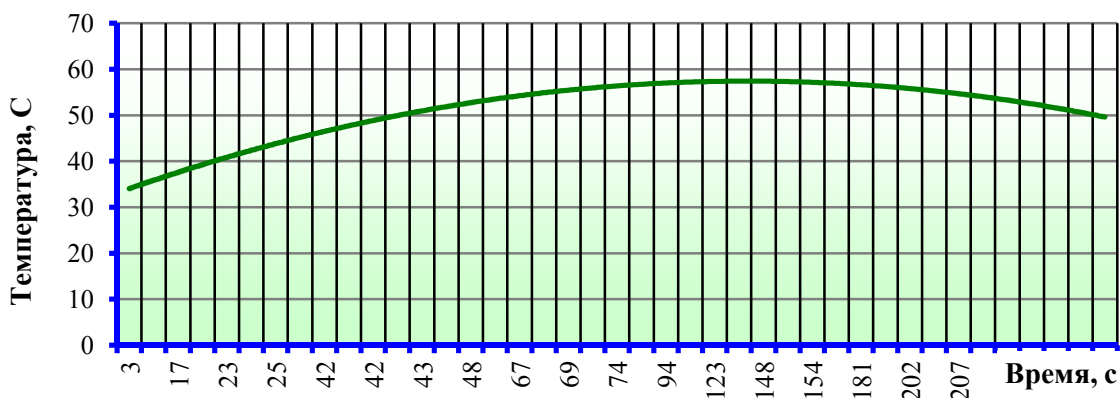


Рис. 4. График, описывающий динамику температуры в начальной стадии горения текстильных изделий из натурального волокна на высоте Н2

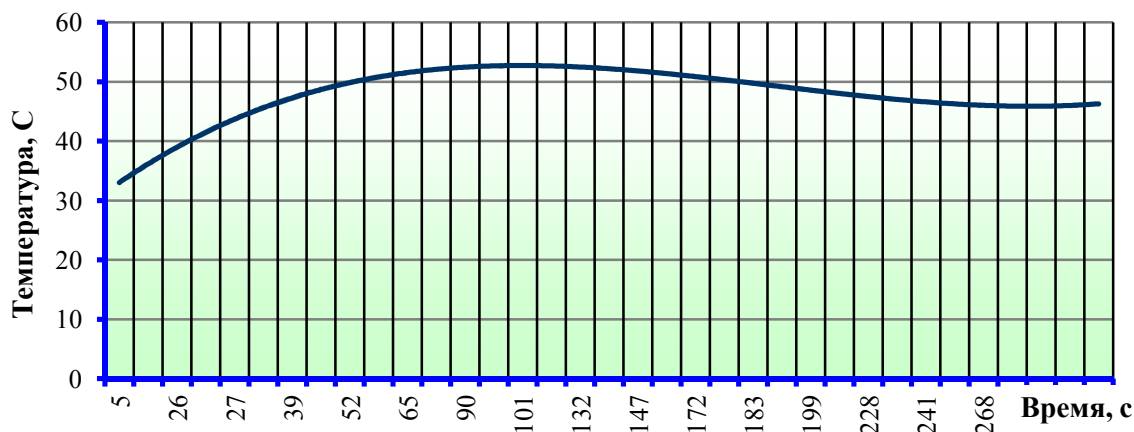


Рис. 5. График, описывающий динамику температуры в начальной стадии горения текстильных изделий из натурального волокна на высоте Н3

При этом уравнение, описывающее динамику температуры во времени на высоте Н3 имеет вид:

$$y = -0,002x^3 - 0,178x^2 + 3,660x + 29,54. \quad (3)$$

При этом коэффициент детерминации равен $R^2 = 0,830$, то есть превышает 80%, что следовательно уравнение с достаточной точностью описывает функциональную зависимость динамики температуры во времени.

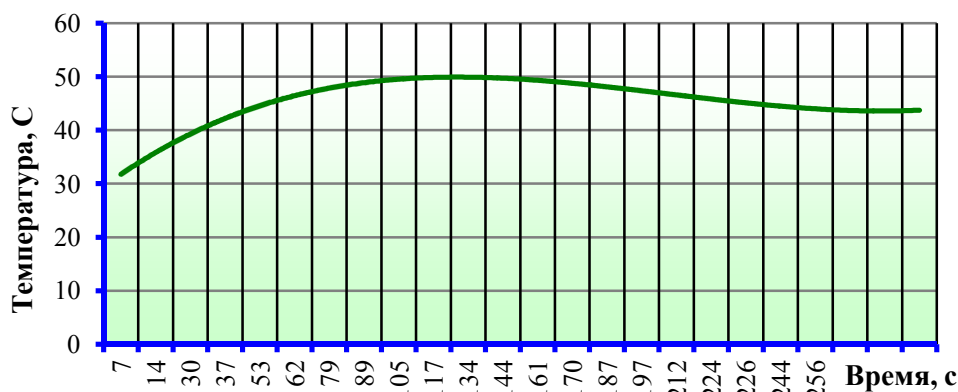


Рис. 6. График, описывающий динамику температуры в начальной стадии горения текстильных изделий из натурального волокна на высоте Н4

При этом уравнение, описывающее динамику температуры во времени на высоте Н4 имеет вид:

$$y = 0,006x^3 - 0,348x^2 + 5,083x + 27,00. \quad (4)$$

При этом коэффициент детерминации равен $R^2 = 0,936$, то есть превышает 90 %, что следовательно уравнение максимально точно описывает функциональную зависимость динамики температуры во времени.

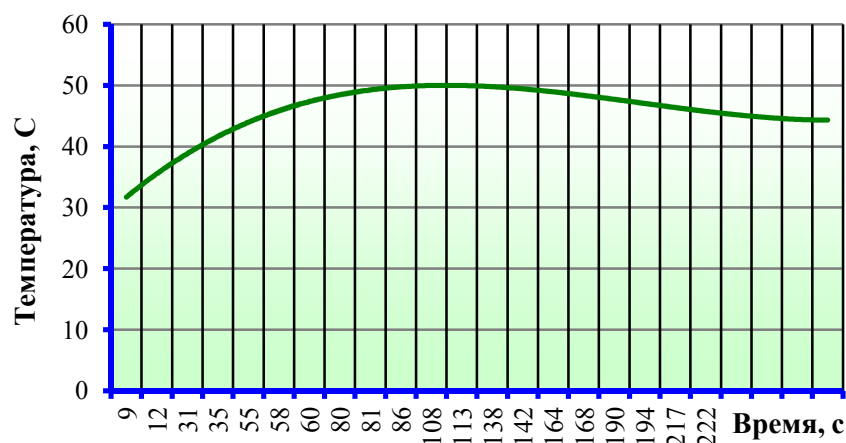


Рис. 7. График, описывающий динамику температуры в начальной стадии горения текстильных изделий из натурального волокна на высоте Н5

При этом уравнение, описывающее динамику температуры во времени на высоте Н5 имеет вид:

$$y = 0,005x^3 - 0,301x^2 + 4,692x + 27,32. \quad (5)$$

При этом коэффициент детерминации равен $R^2 = 0,940$, то есть превышает 90 %, что следовательно уравнение максимально точно описывает функциональную зависимость динамики температуры во времени.

Для подтверждения необходимости исследования распределения значений температуры по высоте помещения рассмотрим графическое изображение (Рис. 8.) всех 5 графиков в одной системе координат. При этом функциональная зависимость, изображенная зеленым цветом соответствует пробнику Н1, красным – Н2, синим – Н3, оранжевым – Н4 и черным - Н5.

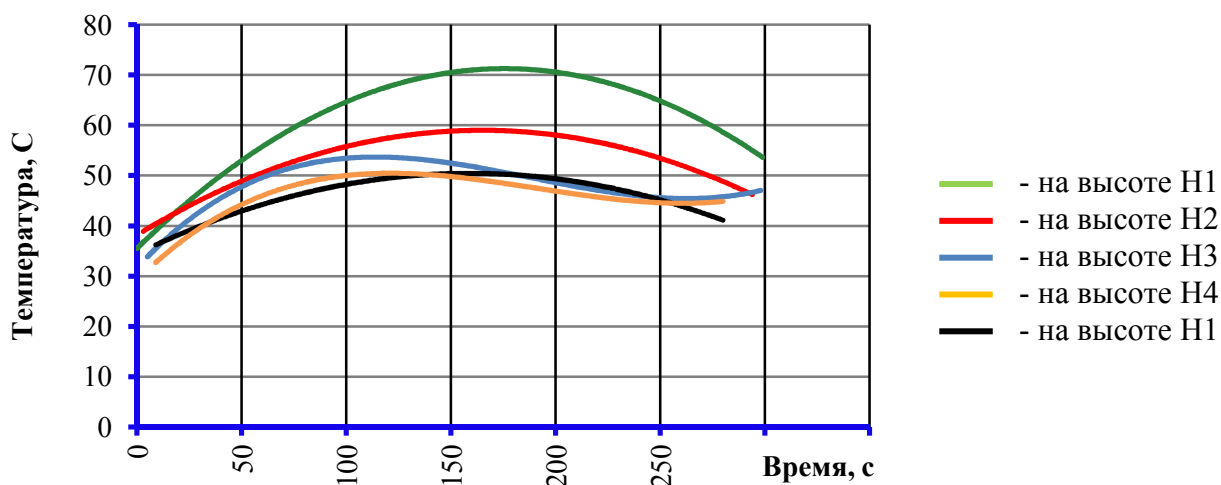


Рис. 8. Динамика температурного режима пожара на разной высоте помещения

Вывод. Разработана экспериментальная установка, обладающая необходимой эффективностью, соответствующая типовым размерам производственных помещений и теплофизическим характеристикам наиболее распространенных строительных материалов. Данная установка позволяет получить достоверный прогноз обстановки на пожаре и оценить степень воздействия на людей и строительные конструкции высоких температур. При этом методика проведения измерительных процедур обладает необходимой достоверностью.

В результате анализа экспериментальных данных сделан вывод, что температура горения не однородна по высоте помещения. Получены функциональные зависимости, описывающие динамику температуры горения текстильных изделий во времени, обладающие достаточной точностью. Полученные результаты могут быть использованы для оценки обстановки на пожаре и повышения эффективности мероприятий, направленных на обеспечение безопасной эвакуации людей, а также для предотвращения обрушения конструкций в случае пожара.

Библиографический список

1. Буткевичюс В. Ю. Пожарная безопасность и противопожарная техника: учеб. пособие для средн. проф.-техн. училищ. – М.: Высш. школа, 1981. – 143 с.

2. **Рябов, И. В.** Пожарная опасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности. Справочник / И. В. Рябов. – М.: Химия, 1970 г. – 336 с.

3. **Паршина, А. П.** Методика проведения экспериментального исследования динамики температуры газовой среды при пожаре / А. П. Паршина, М. В. Паршин, В. Л. Мурзинов // Новые технологии и проблемы технических наук. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Инновационный центр развития образования и науки. – г. Красноярск, 2014. – С. 131-136.

4. **Головина, Е. И.** Определение экологической безопасности рабочей зоны литейных цехов / Е. И. Головина, И. А. Иванова // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2017. – № 4 (9). – С. 40-45.

5. **Скляр, К. А.** Моделирование распространения дымовых газов по помещениям при угрозе возникновения пожара / К. А. Скляр, К. Н. Сотникова, Е. В. Порядина, М. А. Колодяжная // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2011. – № 2. – С. 35-41.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE DYNAMICS OF THE TEMPERATURE REGIME OF COMBUSTION OF TEXTILE PRODUCTS IN THE ROOM

A. P. Parshina, M. V. Parshin, V. L. Murzinov

Voronezh State Technical University

*A. P. Parshina, graduate student of Dept. of Technosphere and Fire Safety
Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-53-21; e-mail: parshina@ygasu.vrn.ru*

M. V. Parshin, master of Dept. of Technosphere and Fire Safety

Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-53-21; e-mail: parshina@ygasu.vrn.ru

V. L. Murzinov, D. Sc. in Engineering, Prof. of the Dept. of Technosphere and Fire Safety

Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-53-21; e-mail: parshina@ygasu.vrn.ru

Statement of the problem. Production of the textile industry is a process that has an increased risk of fires and explosions. In order to obtain a reliable forecast of the fire situation and increase the effectiveness of preventive measures, it is necessary to have an idea of the dynamics of the fire hazards and the degree of their impact on people and construction. To achieve this goal, an experimental setup has been designed and constructed that makes it possible to carry out field experiments. The procedure for carrying out the measuring procedures is of sufficient accuracy and efficiency.

Results and conclusions. As a result of the research, functional dependencies describing the dynamics of the temperature regime of the fire in the room were obtained. The graphs describing the dynamics of the burning temperature of textile products show that the temperature distribution over the height of the room is not uniform and in order to improve the efficiency of forecasting the dynamics of dangerous fire factors, it is necessary to consider the temperature dynamics at a specific altitude.

Keywords: textiles, fire, temperature, experimental study, laser pyrometer, fire load.

Для цитирования Паршина, А. П. Экспериментальное исследование динамики температурного режима горения текстильных изделий в помещении / А. П. Паршина, М. В. Паршин, В. Л. Мурзинов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. – № 1(10). – С.50-56.

For citation: Parshina, A. P. Experimental study of the dynamics of the temperature regime of combustion of textile products in the room / A. P. Parshina, M. V. Parshin, V. L. Murzinov // Gradostroitelstvo. Infrastruktura. Kommunikatsii. – 2018. – № 1(10). – Pp.50-56.

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

RULES OF PREPARATION OF ARTICLES

Уважаемые авторы, пожалуйста, строго следуйте правилам написания и оформления статей для опубликования в журнале «Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации».

1. Изложение материала должно быть ясным, логически выстроенным. Обязательными структурными элементами статьи являются *Введение* (~0,5 страницы) и *Выводы* (~0,5 страницы), другие логические элементы (пункты и, возможно, подпункты), которые следует выделять в качестве заголовков.

1.1. *Введение* предполагает:

- обоснование актуальности исследования;
- анализ последних публикаций, в которых начато решение исследуемой в статье задачи (проблемы) и на которые опирается автор в своей работе;
- выделение ранее не решенных частей общей задачи (проблемы);
- формулирование цели исследования (постановка задачи).

1.2. Основной текст статьи необходимо структурировать, выделив логические элементы заголовками (например, «Анализ характера разрушения опытных образцов...», «Расчет прочности тела фундамента»). В основном тексте рекомендуется выделение не менее двух пунктов (разделов).

1.3. Завершить изложение необходимо *Выводами*, в которых следует указать, в чем заключается научная новизна изложенных в статье результатов исследования («Впервые определено/рассчитано...», «Нами установлено...», «Полученные нами результаты подтвердили/опровергли...»).

2. Особое внимание следует уделить аннотации: она должна в сжатой форме отражать содержание статьи. Логически аннотация, как и сам текст статьи, делится на три части - *Постановка задачи* (или *Состояние проблемы*), *Результаты* и *Выводы*, которые также выделяются заголовками. Каждая из этих частей в краткой форме передает содержание соответствующих частей текста - введения, основного текста и выводов.

Требуемый объем аннотации – 7÷10 строк, набранных шрифтом высотой 10 пт.

3. Статьи представляются в электронном и отпечатанном виде, печатный экземпляр должен быть подписан всеми авторами.

4. Обязательно указание мест работы всех авторов, их должностей, контактной информации (сведения об авторах приводятся в начале статьи и набираются шрифтом высотой 10 пт.).

5. Объем статьи должен составлять не менее 5 и не более 10 страниц формата А4. Поля слева и справа - по 2 см, снизу и сверху - по 2,5 см.

6. Обязательным элементом статьи является индекс УДК.

7. Сведения об авторах, аннотация, ключевые слова и библиографический список приводятся на русском и на английском языках.

8. Для основного текста используйте шрифт Times New Roman высотой 12 пунктов с одинарным интервалом. Не используйте какой-либо другой шрифт. Для обеспечения однородности стиля не используйте курсив, а также не подчеркивайте текст. Отступ первой строки абзаца - 1 см.

9. Графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них. Название иллюстраций (10 пт., обычный) дается под ними после слова Рис. с порядковым номером (10 пт., полужирный). Если рисунок в тексте один, номер не ставится. Все рисунки и фотографии желательно представлять в цветном варианте; они должны иметь хоро-

ший контраст и разрешение не менее 300 dpi. Избегайте тонких линий в графиках (толщина линий должна быть не менее 0,2 мм). Рисунки в виде ксерокопий из книг и журналов, а также плохо отсканированные не принимаются.

10. Слово «Таблица» с порядковым номером размещается по правому краю. На следующей строке приводится название таблицы (выравнивание по центру без отступа) без точки в конце. Единственная в статье таблица не нумеруется.

11. Используемые в работе термины, единицы измерения и условные обозначения должны быть общепринятыми. Все употребляемые автором обозначения и аббревиатуры должны быть определены при их первом появлении в тексте.

12. Все латинские обозначения набираются курсивом, названия функций (sin, cos, exp) и греческие буквы - обычным (прямым) шрифтом. Все формулы должны быть набраны в редакторе формул MathType. Пояснения к формулам (экспликация) должны быть набраны в подбор (без использования красной строки).

13. Ссылки на литературные источники в тексте заключаются в квадратные скобки [1]. Библиографический список приводится после текста статьи на русском и английском языках в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003. Список источников приводится в алфавитном порядке или по порядку их упоминания в тексте.

14. Редакция обеспечивает рецензирование статей. Статья рецензируется не более двух раз, после повторной отрицательной рецензии статья отклоняется.

15. Для публикации статьи необходимо заполнить и выслать на адрес редакции сопроводительное письмо (шаблон письма размещен на сайте журнала).

16. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи.

17. Редакция поддерживает связь с авторами преимущественно через электронную почту - будьте внимательны, указывая адрес для переписки.

18. Представляя рукопись в редакцию, автор гарантирует, что:

- он не публиковал и не будет публиковать статью в объеме более 50 % в других печатных и (или) электронных изданиях, кроме публикации статьи в виде препринта;

- статья содержит все предусмотренные действующим законодательством об авторском праве ссылки на цитируемых авторов и издания, а также используемые в статье результаты и факты, полученные другими авторами или организациями;

- статья не включает материалы, не подлежащие опубликованию в открытой печати, в соответствии с действующими нормативными актами.

Автор согласен с тем, что редакция журнала имеет право:

- предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования;

- производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи;

- допечатывать тираж журнала со статьей автора, размещать в СМИ предварительную и рекламную информацию о предстоящей публикации статьи и вышедших в свет журналах.

19. Рукописи статей авторам не возвращаются (даже в случае отказа в публикации) и вознаграждение (гонорар) за опубликованные статьи не выплачивается.