

ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО и коммунальная инфраструктура

№ 3(6), 2018

Воронежский государственный технический университет



*Строительные конструкции,
здания и сооружения*

*Экология и безопасность
городской среды*

*Градостроительство.
Реконструкция, реставрация
и благоустройство*

*Экономика и организация
строительства*

*Инженерные системы
и коммуникации*

*Дорожно-транспортное
хозяйство
и строительная техника*

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО и коммунальная инфраструктура

№ 3(6), 2018

**ПО ВОПРОСАМ
РАЗМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ СТАТЕЙ
ОБРАЩАТЬСЯ В РЕДАКЦИЮ
НАУЧНОГО ЖУРНАЛА**

**ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО
и коммунальная инфраструктура**

Адрес редакции:

394006, Россия

г. Воронеж,

ул. 20-летия Октября, дом 84, корп. I, ауд. 1326;

тел. (473) 271-28-92;

E-mail: vstu.gkh@gmail.com





ISSN 2541-9110

**Научный журнал
Воронежского государственного технического
университета
Жилищное хозяйство
и коммунальная инфраструктура**

Издается с 2017 года

Учредитель и издатель:
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»**

Территория распространения – **Российская Федерация,
зарубежные страны**

Выходит 4 раза в год

Журнал публикует материалы по следующим разделам:

- Строительные конструкции, здания и сооружения
- Инженерные системы и коммуникации
- Градостроительство. Реконструкция, реставрация и благоустройство
- Экология и безопасность городской среды
- Дорожно-транспортное хозяйство и строительная техника
- Экономика и организация строительства

Журнал размещен на сайте Научной электронной библиотеки, текст статьи подвергается проверке на уникальность.

Перепечатка материалов журнала без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Воронеж



**Scientific journal
Voronezh State Technical University
Housing
and utilities infrastructure**

Published 2017

Founder and publisher:
**Federal state budgetary educational establishment
«Voronezh State Technical University»**

The territory of distribution – **Russian Federation,
foreign countries**

Comes out 4 times per annum

Journal publishes materials on the following topics:

- Construction designs, buildings and constructions
- Engineering systems and communications
- Reconstruction, restoration and landscaping
- Environment and safety of the urban environment
- Road transport agriculture and construction equipment
- Economics and organization of construction

The journal is placed on the website of the Scientific Electronic Library, the text of the article is checked for uniqueness.

Reprint of the journal without the permission of the publisher is prohibited, links to journal when quoting.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель – Колодяжный Сергей Александрович, ректор (Воронежский государственный технический университет)

Главный редактор – Яременко Сергей Анатольевич, заведующий кафедрой жилищно-коммунального хозяйства (Воронежский государственный технический университет)

Редакционная коллегия:

Сазонов Э. В., д-р техн. наук, профессор, зам. главного редактора (Воронежский государственный технический университет)

Бараников Н. И., д-р техн. наук, профессор, зам. главного редактора (Воронежский государственный технический университет)

Арушанов М. Л., д-р физ.-мат. наук, профессор, действительный член Нью-Йоркской Академии наук (Среднеазиатский научно-исследовательский Институт им. В.А. Бугаева, г. Ташкент)

Богомольный Е. И., канд. техн. наук, д-р экон. наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ и премии Правительства РФ, член наблюдательного совета ГК-Фонд содействия реформированию ЖКХ, заведующий кафедрой управления недвижимостью, проблем землепользования и ЖКХ Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, г. Москва

Касьянов В. Ф., д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент жилищной академии РФ, заслуженный работник высшей школы, почетный работник высшего образования, почетный строитель России, почетный строитель Москвы, почетный работник ЖКХ РФ, НИУ МГСУ, г. Москва

Король Е. А., д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент РААСН, Почетный строитель России, академик РИА, член РОИС (Московский государственный строительный университет)

Лутовац Митар, академик, д-р, профессор университета (Union Belgrade, г. Белград, Сербия)

Маилян Л. Р., д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент РААСН, г. Ростов-на-Дону

Бодров М. В., д-р техн. наук, профессор (Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет)

Бондарев Б. А., д-р техн. наук, профессор (Липецкий государственный технический университет)

Зиганшин А. М., канд. техн. наук, доцент, зам. директора по научной работе Института строительных технологий и инженерно-экологических систем (Казанский государственный архитектурно-строительный университет)

Зайцев О. Н., д-р техн. наук, профессор (ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь)

Ежов В. С., д-р техн. наук, профессор (Юго-Западный государственный университет, г. Курск)

Кармазин Ю. И., д-р архитектуры, профессор (Воронежский государственный технический университет)

Кобелев Н. С., д-р техн. наук, профессор (Юго-Западный государственный университет, г. Курск)

Козлов В. А., д-р физ.-мат. наук, профессор (Воронежский государственный технический университет)

Леденев В. И., д-р техн. наук, профессор (Тамбовский государственный технический университет)

Пушкарев А. Э., д-р техн. наук, профессор (Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова)

Сидоренко В. Ф., д-р техн. наук, профессор (Волгоградский государственный технический университет)

Синеева Н. В., канд. техн. наук, доцент, декан инженерно-экологического факультета (Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет)

Слободушкин А. Ю., д-р техн. наук, профессор (Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк)

Уваров В. А., д-р техн. наук, профессор (Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова)

Шибалева М. А., д-р экон. наук, профессор (Воронежский государственный технический университет)

Эвиев В. А., д-р техн. наук, профессор, декан инженерно-технологического факультета (Калмыцкий государственный университет, г. Элиста)

Jorg Rainer Noenning, профессор, факультет архитектуры (Технический университет Дрездена, Германия)

Lam Cao Van, Prof., Dr. of Sn., Da Nang University of Technology, Danang, Vietnam

Le Van Chung, Prof., Dr. of Sn., Military Technical Academy, Hanoi, Vietnam

Nguyen Phuong Ngoc, Prof., Dr. of Sn., Hanoi University of Architecture, Vietnam

Nguyen Van Long, Prof., Dr. of Sn., Ho Chi Minh City University of Transport, Ho Chi Minh, Vietnam

Ответственный секретарь – Жерлыкина Мария Николаевна, канд. техн. наук, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства (Воронежский государственный технический университет)

Редакторы: Кононова М. С., Жерлыкина М. Н.

Дизайн обложки Якубенко А. В. *Фото обложки* Каплиева А. Ю.

Дата выхода в свет 03.09.2018. Усл. печ. л. 13,3. Формат 60×84/8. Тираж 500 экз. Заказ № 165

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 – 69631

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

Цена свободная

Адрес редакции: 394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, дом 84, ком. 1326;

тел. (473) 271-28-92; e-mail: vstu.gkh@gmail.com.

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии ВГТУ
394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, дом 84

EDITORIAL COUNCIL

The Head – Kolodyazhnyi Sergey Aleksandrovich, rector (Voronezh State Technical University)

Editor-in-Chief – Yaremenko Sergey Anatolevich, head of the Department of housing and communal services (Voronezh State Technical University)

Editorial Board:

Sazonov E. V., Prof., Dr. of Sn., Deputy chief editor (Voronezh State Technical University)

Barannikov N. I., Prof., Dr. of Sn., Deputy chief editor (Voronezh State Technical University)

Arushanov M. L., Prof., Dr. of Sn., Full member of the New-York Academy of Sciences (Central scientific research Institute named after V. A. Bugaev, Tashkent)

Bogomolny E. I., PhD. tech. Sciences, Dr. of Sn., Prof., laureate of State prize of Russia and prize of the RF Government, member of the Supervisory Board of GK-Fund of assistance to reforming of housing and communal services, head of Department of property management, land use and housing of the Russian Academy of national economy and state service under the RF President, Moscow

Kas'yanov V. F., Dr. of Sn., Prof., corresponding member of the housing Academy of the Russian Federation, honored worker of higher school, honored worker of higher education, honorary Builder of Russia, honorary Builder of Moscow, honorary worker of housing and communal services of the Russian Federation, National research Moscow state University of civil engineering (NRU MSUCE), Moscow

Korol' E. A., Dr. of Sn., Prof., corresponding member of RAACN, honored Builder of Russia, the academician of RIA, member of ROIS (Moscow State University of Civil Engineering)

Lutovac Mitar, academician, Dr. of Sn. Prof. University (Union Belgrade, Belgrade, Serbia)

Mailyan L. R., Dr. of Sn., Prof., corresponding member of RAASN, Rostov-on-Don

Bodrov M. V., Dr. of Sn., Prof. (Nizhny Novgorod state University of Architecture and Construction)

Bondarev B. A., Dr. of Sn., Prof. (Lipetsk State Technical University)

Ziganshin A. M., PhD. tech. Sciences, associate Professor, Deputy Director on scientific work of Institute of building technology and environmental engineering systems (Kazan State University of Architecture and Civil Engineering)

Zaitsev O. N., Dr. of Sn., Prof. (Federal State Autonomous educational institution «KFU named after V. I. Vernadsky», Simferopol)

Ezhov V. S., Dr. of Sn., Prof. (South-West State University, Kursk, Russia)

Karmazin Y. I., Dr. of Sn., Prof. (Voronezh State Technical University)

Kobelev N. S. Dr. of Sn., Prof. (South-West State University, Kursk, Russia)

Kozlov V. A., Dr. Phys.-math. Sciences, Professor (Voronezh State Technical University)

Ledenev V. I., Dr. of Sn., Prof. (Tambov State Technical University)

Pushkarev A. E., Dr. of Sn., Prof. (Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov)

Sidorenko V. F., Dr. of Sn., Prof. (Volgograd State Technical University)

Sineeva N. V. PhD. tech. Sciences, associate Professor, Dean of faculty of environmental engineering (Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering)

Stolobushkin A. Yu., Dr. of Sn., Prof. (Siberian State Industrial University, Novokuznetsk)

Uvarov V. A., Dr. of Sn., Prof. (Belgorod Shukhov State Technological University)

Shibaeva M. A., Dr. of Sn., Prof. (Voronezh State Technical University)

Eviev V.A., Dr. of Sn., Prof., Dean of engineering-technological faculty (Calmic State University, Elista)

Jorg Rainer Noenning, Professor, faculty of architecture (Technical University of Dresden, Germany)

Lam Cao Van, Prof., Dr. of Sn., Da Nang University of Technology, Danang, Vietnam

Le Van Chung, Prof., Dr. of Sn., Military Technical Academy, Hanoi, Vietnam

Nguyen Phuong Ngoc, Prof., Dr. of Sn., Hanoi University of Architecture, Vietnam

Nguyen Van Long, Prof., Dr. of Sn., Ho Chi Minh City University of Transport, Ho Chi Minh, Vietnam

Executive Secretary – Zherlykina Mariya Nikolaevna, Cand. tech. Sciences, associate Professor of the Department of housing and communal services (Voronezh State Technical University)

Editors: Kononova M. S., Zherlykina M. N.

Cover design Yakubenko A. V. Photo cover Kaplieva A. Yu.

Date of publication 03.09.2018. Conventional printed sheets 13,3. Format 60×84/8. Circulation 500 copies. Order 165

Registration certificate ПИ № ФС 77 – 69631

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

Price free

The Address of editorial Office: 84 20-letiya Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russian Federation;
тел. (473) 271-28-92; e-mail: vstu.gkh@gmail.com.

Printed: department operative polygraphy VSTU
84 20-letiya Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russian Federation

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Шмелев Г. Д., Фоменко Н. А., Гаврилова В. Н.

Сравнительный анализ современных систем возведения зданий
гражданского назначения.....9

Лопатина Е. С., Авдеев П. Е.

Анализ эффективности управления многоквартирными домами
на примере г. Воронежа.....20

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ

Мерциев А. А., Землянухина Т. В.

Особенности проектирования и эксплуатации систем вентиляции на предприятиях
общественного питания.....27

Жерлыкина М. Н., Щукина Т. В., Лобов Е. И.

Обеспечение энергосбережения СКВ предприятий общественного питания.....34

Бабкин В. Ф., Дроздов Е. В., Завалина Е. А.

Неустойчивость потока в дождевой системе водоотведения.....43

Кольцов С. М., Жерлыкина М. Н.

Повышение эффективности вентиляции овощехранилищ открытого типа
в свеклосахарном производстве.....51

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО

Попова И. В.

Оценка комфортности ветрового режима участка жилой застройки
повышенной этажности.....57

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Прожорина Т. И., Нагих Т. В.

Оценка влияния стоков левобережных городских очистных сооружений
на качество вод Воронежского водохранилища.....65

Бакаева Н. В., Гармонов К. В., Жерлыкина М. Н.

Экспериментальное моделирование распространения вредных веществ,
выделяющихся от автозаправочных станций71

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Телюк Ю. В., Кононова М. С.

Технико-экономические показатели радиаторных распределителей теплоты
в системах отопления жилых зданий.....79

Шеина Е. А., Волхова Е. О., Телюк Ю. В.

Сравнение технико-экономических показателей вариантов реконструкции
внутриквартальной системы теплоснабжения.....87

Воротынцева А. В., Овсянников А. С., Болгов В. А., Казьмина Д. А.

Правила проверки сметной документации при проведении капитального
и текущего ремонта многоквартирного жилого дома.....95

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ.....105

CONTENTS

BUILDING CONSTRUCTION, BUILDINGS AND STRUCTURES

Shmelev G. D., Fomenko N. A., Gavrilova V. N.

Comparative analysis of contemporary systems of establishing civil design buildings.....9

Lopatina E. S., Avdeev P. E.

Analysis of the efficiency of management of multi-quarter houses by the example of Voronezh.....20

ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

Mershchiyev A. A., Zemlyanukhina T. V.

Features of design and operation of ventilation systems at catering establishments.....27

Zherlykina M. N., Shchukina T. V., Lobov E. I.

Ensuring energy saving of air conditioning system of public catering enterprises.....34

Babkin V. F., Drozdov E. V., Zavalina E. A.

Flow instability in the rainwater drainage system.....43

Koltsov S. M., Zherlykina M. N.

Improving the efficiency of the ventilation of vegetable stores open type in the sugar beet industry.....51

CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION AND LANDSCAPING

Popova I. V.

Evaluation of wind conditions comfort in high-rise residential development.....57

ECOLOGY AND SAFETY OF THE URBAN ENVIRONMENT

Prozhorina T. I., Nagih T. V.

Assessment of the impact of wastewater left-bank treatment facilities on the quality the waters of the Voronezh reservoir.....65

Bakaeva N. V., Garmonov K. V., Zherlykina M. N.

Experimental modeling of the spread of harmful substances emitted from petrol stations.....71

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

Telyuk Y. V., Kononova M. S.

Techno-economic performance radiator heat distributing devices in heating systems of residential buildings79

Sheina E. A., Volkhova E. O., Telyuk Y. V.

Comparison of the techno-economic indicators of the options for the reconstruction of the internal-quarter system of heat supply.....87

Vorotyntseva A. V., Ovsyannikov A. S., Bolgov V. A., Kazmina D. A.

The rules of inspection of change of documentation when carrying out the capital and current repair of a multi-quarter residential house.....95

WRITING RULES AND GUIDELINES.....105

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

BUILDING CONSTRUCTION, BUILDINGS AND STRUCTURES

УДК 692:69.01

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Г. Д. Шмелев, Н. А. Фоменко, В. Н. Гаврилова

Шмелев Геннадий Дмитриевич, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)254-92-96; e-mail: shmelev8@mail.ru

Фоменко Николай Андреевич, заместитель главного инженера, АО «Завод ЖБИ-2», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)263-60-45; e-mail: gbi2-proekt@yandex.ru

Гаврилова Валентина Николаевна, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7 (473)254-92-96; e-mail: gavrilovala.valya1994@yandex.ru

В статье рассмотрены существующие подходы к возведению современных зданий. Показано многообразие конструктивных систем, возводимых в Российской Федерации жилых и общественных зданий. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны таких конструктивных систем, как монолитное каркасное домостроение, монолитное домостроение с использованием туннельных опалубок, панельное домостроение, панельно-кирпичное домостроение, а также появившиеся в последние несколько лет технологии сборно-монолитного каркасного домостроения. На примере двух вариантов системы монолитно-каркасного домостроения (СМКД), разработанной инжиниринговой компанией «СМКпроект», показаны основные возможности этого способа возведения зданий. Приведены основные конструктивные узлы каркасов сборно-монолитной системы СМКД и разработанной на ее основе универсальной домостроительной системы (УДС) серии СМК-18. Приведено подробное описание конструктивных особенностей отдельных элементов каркаса, узлов их соединения, а также ключевых технологических операций по монтажу сборных элементов и работ по армированию и омоноличиванию всех конструктивных узлов сборно-монолитных систем СМКД и УДС. Проведено сравнение основных технико-экономических показателей монолитно-каркасного домостроения и универсальной домостроительной системы сборно-монолитной серии СМК-18. На основании проведенного анализа и представленных сравнительных показателей сделаны выводы об эффективности применения сборно-монолитных систем возведения зданий гражданского назначения.

Ключевые слова: конструктивные системы зданий; каркасное домостроение; монолитные каркасы; сборный железобетонный каркас; панельное домостроение; несущие конструкции; узлы сопряжения конструкций, сборно-монолитное домостроение.

Современное жилищное и гражданское строительство, бурно развивающееся в последние годы, все больше базируется на применении монолитного бетона и связанных с ним способов и конструктивных систем возведения зданий [1...20]. Ранее (в конце 20 века) использование монолитного домостроения ограничивалось теплым периодом года ввиду не развитости на практике систем обогрева и отсутствием инвентарных переставных опалубок многократного использования [11].

Существующие подходы к монолитному домостроению, широко развитые в настоящее время, предусматривают несколько различных схем возведения зданий: каркасная с полным каркасом [12]; туннельная с несущими внутренними стенами зданий [13] и другие.

Первая имеет преимущество в свободной планировке квартир, однако при этом следует отметить недостаток в виде выступающих из перегородок монолитных железобетонных пилонов (рис. 1). Вторая схема (рис. 2) обеспечивает большую пространственную жесткость здания, однако резко ограничивает возможности планировки помещений. В обоих случаях наружные стены зданий выполняются из мелкоформатных элементов с выделением теплоизоляционного слоя. В качестве теплоизоляционного слоя в таких конструкциях стен выступают различные современные плитные утеплители или материалы из ячеистых легких бетонов, а также различные варианты их сочетаний.



Рис. 1 – Монолитно-каркасное здание с безригельным и безкапитальным перекрытием



Рис. 2 – Монолитное бескаркасное здание с несущими поперечными и продольными стенами и плоским перекрытием

Другой подход к возведению зданий, сохранившийся с 60-х 70-х годов 20 века, представляет собой модернизированное панельное домостроение [16]. На сегодняшний день существуют полностью возводимые здания из несущих внутренних и наружных навесных панелей. Преимущественно такие здания возводят сохранившиеся в нашей стране домостроительные комбинаты. С переходом в 2000...2001 годах на новые теплотехнические нормы, домостроительные комбинаты перепроектировали наружные стеновые панели с учетом новых теплотехнических требований к ограждающим конструкциям зданий и переработали узлы сопряжения и герметизации наружных швов между панелями, что способствовало не только повышению качества зданий, но и улучшению внутреннего микроклимата в помещениях [17].

Еще одним представителем панельного домостроения, появившимся в последние несколько лет, является система панельно-кирпичного домостроения, представляющая собой внутреннюю несущую систему из железобетонных панелей заводского изготовления, и наружные многослойные стены с использованием каменных материалов и утеплителей.

При этом следует отметить, что оказались незаслуженно забыты каркасные здания с железобетонными каркасами. Их использование оказалось ограничено из-за большого количества сварных стыков, значительно увеличивающих продолжительность возведения зданий.

Проводимые в последние годы работы по модернизации серий сборных каркасов зданий позволили получить несколько различных вариантов, которые уже нашли свое применение в строительстве. Фактически эти наработки объединили в себе лучшие свойства сборных и монолитных систем возведения зданий [4, 8, 13...16].

Впервые сборно-монолитная система современной технологии возведения зданий была запатентована французской компанией «SARET». Дальнейшим развитием этой технологии занялись французская корпорация «KPI» и британский инвестиционно-строительный холдинг «Douhty&Hanson». В последние годы в России различными подразделениями строительных компаний данная технология была серьезно модернизирована и получила новое название сборно-монолитное каркасное домостроение (СМКД).

В основу конструктивной системы и технологии СМКД была положена широко известная конструктивная схема с рамно-связевым каркасом, состоящая из железобетонных колонн, ригелей и плит перекрытий [14]. Основной особенностью системы СМКД является полное отсутствие сварочных работ. Все узлы сопряжения сборных железобетонных конструкций дополнительно армируются стержневой арматурой и обетонируются. По приведенным в работах [12, 17, 19] расчетам объем монолитного бетона составляет не более 10...12 %.

Принятые при разработке домостроительной системы СМКД технические решения направлены на снижение материалоемкости, и, кроме того, позволяют использовать для перекрытий типовые многпустотные плиты перекрытий. При этом, как показал опыт реального возведения зданий, общая суммарная нагрузка на фундаменты здания по сравнению с панельными зданиями снижается вдвое, а по сравнению с каркасно-монолитными зданиями – на 30 %. Соответственно, это позволяет использовать облегченные варианты фундаментов в виде отдельных фундаментов для малоэтажных зданий, перекрестных монолитных лент для зданий высотой до 30 м. Для более высоких зданий проектируются плитные фундаменты.

Соединение сборных колонн с фундаментами осуществляется в виде штепсельного соединения: в подколоннике при бетонировании устраиваются цилиндрические пустоты диаметром 32 мм на глубину до 500 мм по количеству и расположению совпадающие с количеством и расположением выпусков рабочей арматуры в нижней части колонны. Пустоты формируются путем установки в армокаркас подколонника обрезков стальных труб соответствующего диаметра и длины (рис. 3).

Соединение стыка подколонника и колонны в домостроительной системе СМКД, разработанной инжиниринговой компанией «СМКпроект» в г. Москва, осуществляется за счет клеевого соединения выпусков арматуры колонны в пустотах подколонника или непосредственно в фундаментной плите. Для клеевого соединения используется специальный клеевой состав на основе эпоксидных смол с живучестью не менее двух часов. Для облегчения выполнения центровки колонн в проектное положение в стык укладывается стальная металлическая пластина с размерами 100×100×8 мм (рис. 4). Фиксация колонны в проектное положение осуществляется при помощи стальных подкосов.



Рис. 3 – Монолитный ростверк с подколонником для штепсельного соединения с колонной



Рис. 4 – Заполнение отверстий клеем для последующего соединения с колонной

На рис. 5...8 приведены изображения основных узлов каркаса, используемых в домостроительной системе УДС (универсальная домостроительная система) конструктивная серия СМК-18, разработанной и применяемой на объектах в г. Екатеринбург.

Особенностями домостроительной системы УДС являются разделенные на две части ригели. Одна часть ригеля (сборная) изготавливается в заводских условиях и монтируется на строительной площадке. Вторая часть (монолитная) фактически представлена пространственным арматурным каркасом (рис. 5...7), который устанавливается поверх сборной части ригеля и бетонируется совместно с установленными на ригель пустотными плитами (рис. 8), образуя при этом жесткий диск перекрытия.

Стык колонн по высоте для каркаса домостроительной системы УДС выполняется по аналогии с таким же стыком в домостроительной системе СМКД, однако при этом имеются некоторые отличия. Нижняя колонна в верхней части имеет отверстия в бетоне под выпуски арматуры верхней колонны, но в эти отверстия не вставлены стальные трубки, как в системе СМКД. Кроме того, сращивание колонн осуществляется на цементном растворе марки по прочности на сжатие М500 или на ремонтной смеси МБР500 (рис. 9).

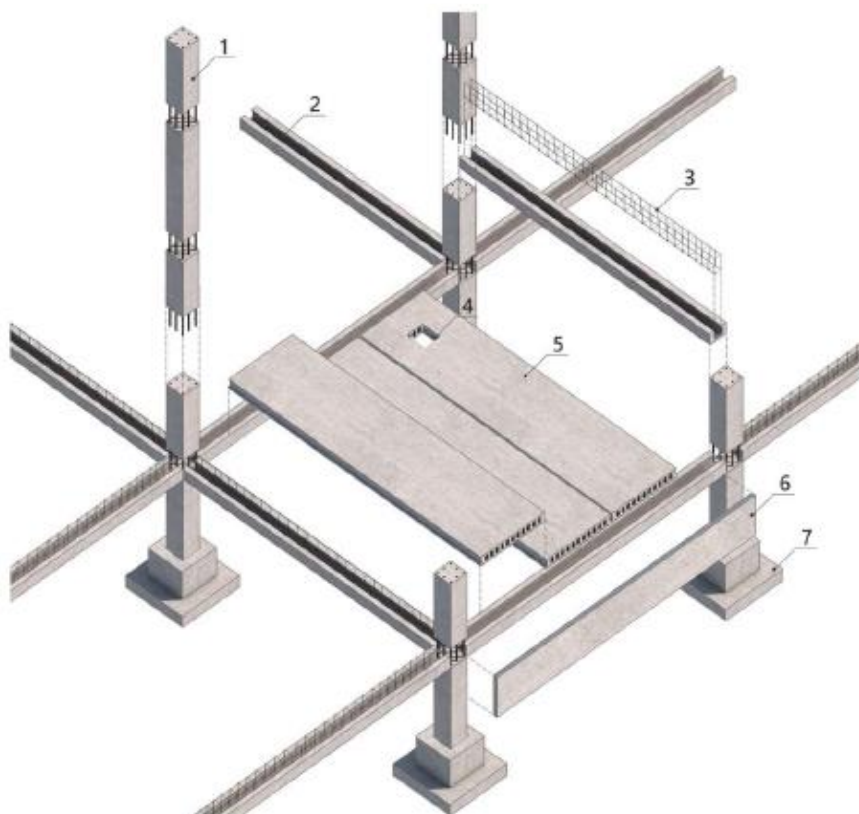


Рис. 5 – Трехмерное мерное изображение конструкций каркаса УДС конструктивной серии СМК-18: 1 – колонна каркаса; 2 – сборная часть ригеля; 3 – дополнительный каркас монолитной части ригеля; 4 – технологическое отверстие в плите; 5 – многопустотная плита перекрытия; 6 – цокольная панель; 7 – фундамент стаканного типа

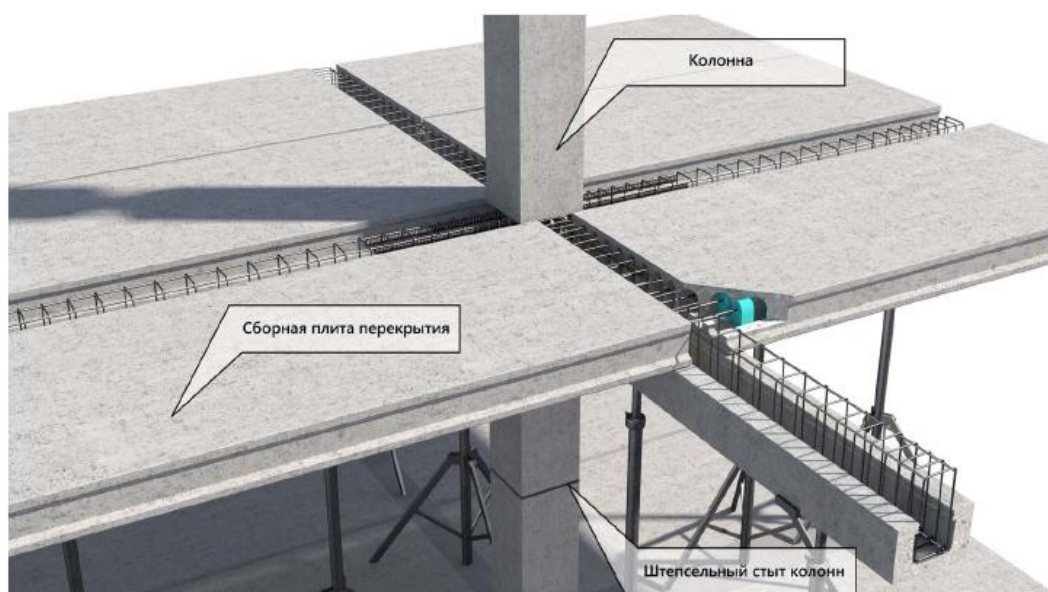


Рис. 6 – Общий вид на конструкции каркаса домостроительной системы УДС конструктивной серии СМК-18

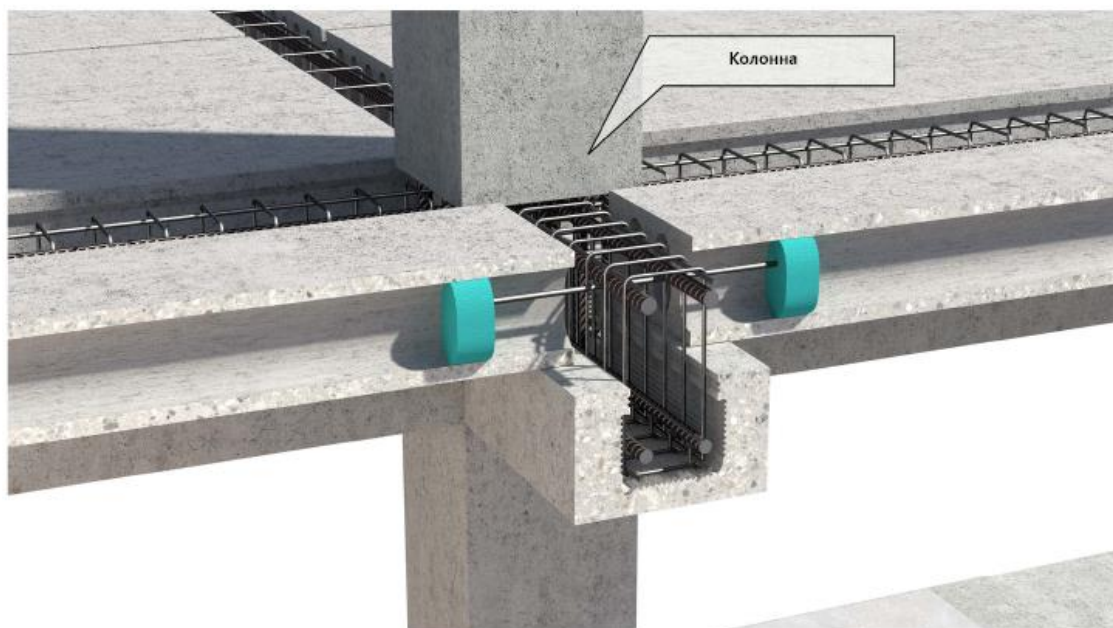


Рис. 7 – Узел армирования стыков колонн, ригелей и плит домостроительной системы УДС конструктивной серии СМК-18

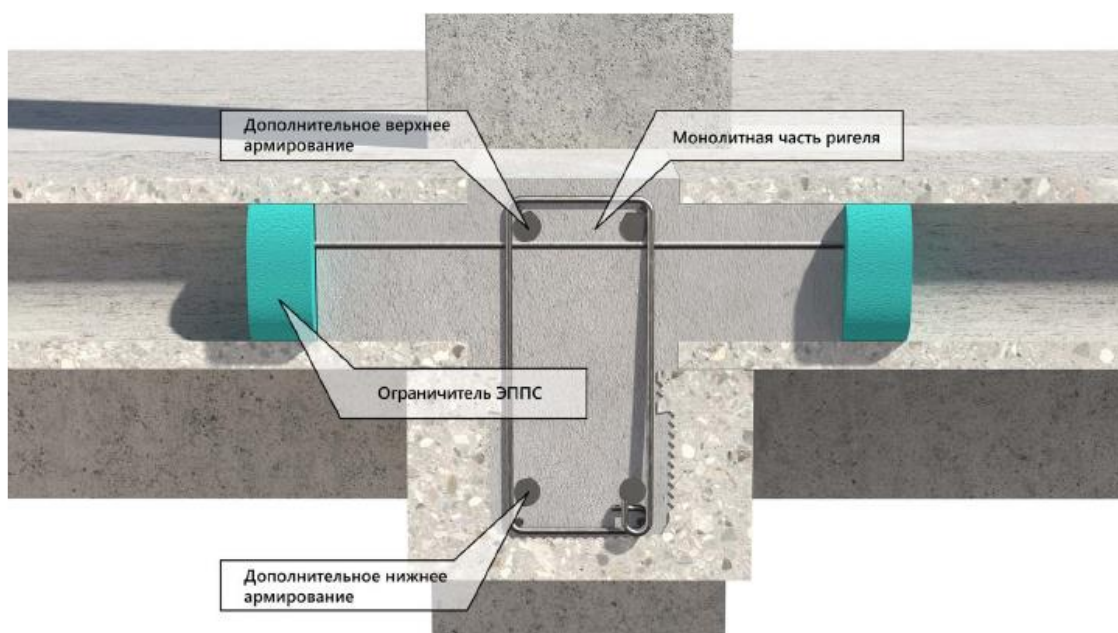


Рис. 8 – Обетонированный узел стыка ригелей и плит домостроительной системы УДС конструктивной серии СМК-18

Домостроительная система УДС может использоваться для возведения зданий в сейсмоопасных районах, с сейсмичностью до 10 баллов, однако при этом стык колонн по высоте осуществляется на болтовых соединениях стальных закладных пластин, установленных в торцах верхней и нижней колонн каркаса (рис. 9).

Для получения наглядного представления об эффективности использования домостроительной системы УДС в табл. приведено ее сравнение с обычным монолитным каркасным зданием.

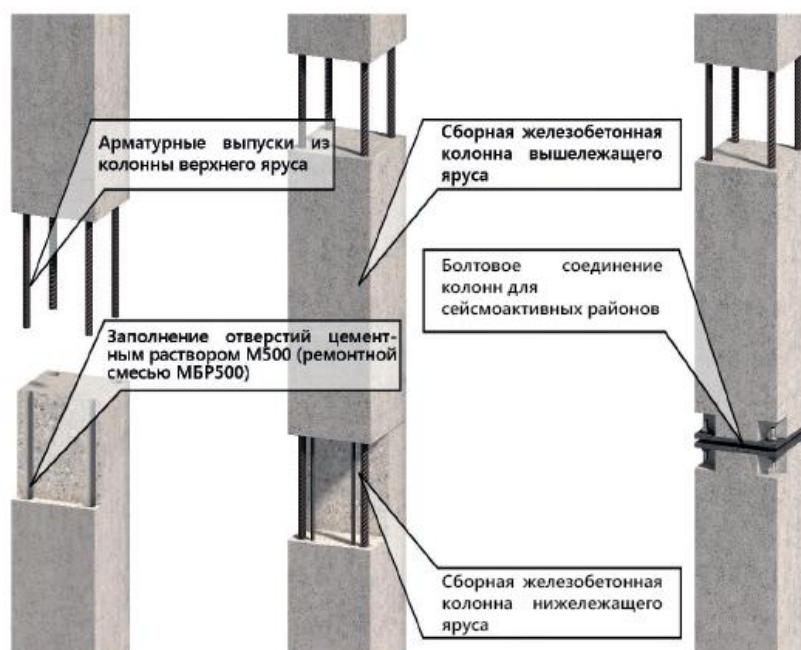


Рис. 9 – Стыки колонн по высоте для каркаса по домостроительной системе УДС конструктивной серии СМК-18

Сравнительные показатели монолитного и сборно-монолитного каркаса по типу УКД

Наименование показателя	Монолитное здание с железобетонным каркасом и монолитным перекрытием в виде сплошной плиты толщиной 200 мм	Сборно-монолитное здание с перекрытием из пустотных плит толщиной 220 мм
Расход стали на 1 м ³ конструкции перекрытия, кг	100	32
Весовые характеристики бетона перекрытия приведенные к 1 м ² , т	0,5	0,32
Полный вес здания при площади 100 м ² , т	84,35	57,84
Средние приведенные трудозатраты на возведение 1 м ³ здания (по ГЭСН), чел.-век/часов	9,0	6,0

Как показывают результаты сравнения технико-экономических показателей конструкций монолитного и сборно-монолитного вариантов возведения зданий, последний вариант позволяет:

- ✓ снизить расход металла за счет применения предварительно-напряженных конструкций ригелей и плит;
- ✓ снизить расход бетона, за счет уменьшения приведенной толщины перекрытий;
- ✓ уменьшить нагрузки от собственного веса строительных конструкций, по сравнению с монолитными зданиями, на 30...36 %;
- ✓ снизить трудоемкость возведения зданий за счет широкого использования конструкций заводской готовности по сравнению с монолитными на 30...33 %;
- ✓ повысить качество строительства, за счет использования конструкций, изготовленных в заводских условиях.

С использованием предлагаемых систем СМКД и УДС (СМК-18) в последние годы (начиная с 2012 года) в разных городах Российской Федерации построено большое количе-

ство зданий различного назначения. Широкое распространение указанная технология получила в городах: Липецке, Ступино (Московская область), Калуга, Раменское (Московская область), Курск, Елец, Орел, Тамбов, Уфа, Саратов, Тверь, Екатеринбург, Абакан, Рязань и ряде других. В настоящее время ведутся работы по подготовке специалистов и освоении технологии на предприятиях и строительных площадках г. Воронежа.

Следует отметить, что за счет введения монолитных железобетонных вставок и узлов в конструкции каркаса и междуэтажных перекрытий, пространственная жесткость возводимых зданий в целом находится на уровне монолитных каркасных зданий, что подтверждается соответствующими расчетами и допуском указанных разработок к их использованию в районах повышенной сейсмичности (до 10 баллов).

Заключение.

Приведенное описание развивающейся технологии сборно-монолитного каркасного способа возведения зданий характеризуется объединением в ней ключевых преимуществ и положительных сторон как сборного, так и монолитного способов возведения зданий различного назначения.

Установлено, что сборно-монолитная система возведения зданий по сравнению с монолитной позволяет уменьшить материалоемкость и средние трудозатраты примерно на 30 %. При этом имеющиеся недоработки сборно-монолитной технологии постоянно устраняются, а сама технология модернизируется и совершенствуется.

Широкое применение разработанных систем сборно-монолитного каркасного домостроения позволит снизить общую стоимость строительства, а также уменьшить продолжительность возведения каркасов зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Овсянников, С. Н.** Объемно-планировочные, конструктивные и инженерные решения каркасной универсальной полносборной архитектурно-строительной системы / С. Н. Овсянников, П. Н. Семенюк, А. Н. Овсянников, В. Н. Околичный // Жилищное строительство. – 2017. – № 6. – С. 11-19.
2. **Коянкин, А. А.** Облегченное сборно-монолитное перекрытие / А. А. Коянкин // Вестник МГСУ. – 2017. – Т. 12. – № 6(105). – С. 636-641.
3. **Самойленко, М. Е.** Конструктивная система сборных железобетонных зданий с пространственными пилонами и плитами ригелями / М. Е. Самойленко // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2017. – № 4(126). – С. 125-131.
4. **Абрамян, С. Г.** Сборные и сборно-монолитные каркасные системы высотных зданий с плоскими плитами перекрытия / С. Г. Абрамян, Д. В. Гнатюк // Интернет-журнал Наукоеведение. – 2017. – Т. 9. – № 1. – С. 83.
5. **Белаш, Т. А.** Об эффективности использования конструктивных систем зданий с подвесными конструкциями / Т. А. Белаш, П. Л. Рыбаков // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2016. – № 4. – С. 33-37.
6. **Грановский, А. В.** Современная конструктивная система повышенной эффективности для строительства сборных промышленных зданий различной этажности / А. В. Грановский, М. Ж. Чубаков // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2016. – Т. 9-10. – С. 29-30.
7. **Оганджян, В. В.** Зависимость стоимости строительства от типа конструктивной системы здания / В. В. Оганджян, А. Ю. Чернов // Интернаука. – 2018. – № 2(36). – С. 6-7.
8. **Коянкин, А. А.** Каркас сборно-монолитного здания и особенности его работы на различных жизненных циклах / А. А. Коянкин, В. М. Митасов // Вестник МГСУ. – 2015. –

№ 9. – С. 28-35.

9. **Семенюк, С. Д.** Соединение колонн с перекрытиями в сборных конструктивных системах жилых зданий под социальное жилье / С. Д. Семенюк, Д. И. Жилинский // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2015. – № 1(46). – С. 120-130.

10. **Шаленный, В. Т.** Развитие технологии сборно-монолитного домостроения с предварительно напряженными перекрытиями из многопустотных плит / В. Т. Шаленный, И. В. Головченко // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2015. – Т. 1. – № 2. – С. 66-72.

11. **Иванов, А. И.** К выбору конструктивных систем жилых и общественных зданий / А. И. Иванов // Промышленное и гражданское строительство. – 2003. – № 11. – С. 52-53.

12. **Клюева, Н. В.** Ресурсоэнергосберегающая конструктивная система жилых зданий с заданным уровнем конструктивной безопасности / Н. В. Клюева, В. И. Колчунов, А. С. Бухтиярова // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 2. – С. 37-41.

13. **Новосёлов, В. А.** Анализ домостроительных систем и возможности их совершенствования / В. А. Новосёлов // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 7. – С. 69-71.

14. **Шембаков, В. А.** Технология сборно-монолитного домостроения СМК в массовом строительстве России и стран СНГ / В. А. Шембаков // Жилищное строительство. – 2013. – № 3. – С. 26-29.

15. **Пенязь, М. А.** Совершенствование конструктивной системы многоэтажного здания из монолитного железобетона при применении сборных конструкций / М. А. Пенязь, Д. А. Поздняков // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки. – 2014. – № 16. – С. 39-48.

16. **Сенин, Н. И.** Рациональное применение конструктивных систем многоэтажных зданий / Н. И. Сенин // Вестник МГСУ. – 2013. – № 11. – С. 76-83.

17. **Кобелева, С. А.** Энерго- и ресурсоэффективность инновационных конструктивных систем зданий / С. А. Кобелева // В сборнике: Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования – основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплексов России материалы 65-й научно-технической конференции: в 3-х книгах. – 2011. – С. 243-247.

18. **Грановский, А. В.** Новая конструктивная система зданий из сборных пространственных железобетонных элементов / А. В. Грановский // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – № 5. – С. 54-55.

19. **Ярмаковский, В. Н.** О ресурсоэнергосбережении при использовании инновационных технологий в конструктивных системах зданий в процессе их создания и возведения / В. Н. Ярмаковский, А. С. Семченков, М. М. Козелков, Д. А. Шевцов // Вестник МГСУ. – 2011. – № 3-1. – С. 209-214.

20. **Самохвалова, Е. О.** Стык колонны с безбалочным бескапитальным перекрытием в монолитном здании / Е. О. Самохвалова, А. Д. Иванов // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 3. – С. 33-37.

Поступила в редакцию 20 мая 2018

COMPARATIVE ANALYSIS OF CONTEMPORARY SYSTEMS OF ESTABLISHING CIVIL DESIGN BUILDINGS

G. D. Shmelev, N. A. Fomenko, V. N. Gavrilova

Shmelev Gennady Dmitrievich, sciences, associate Professor, Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)254-92-96; e-mail: shmelev8@mail.ru

Fomenko Nikolai Andreevich, Deputy Chief Engineer, JSC «Plant ZHBI-2», Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)263-60-45, e-mail: gbi2-proekt@yandex.ru

Gavrilova Valentina Nikolaevna, master of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: gavrilova.valya1994@yandex.ru

The article examines the existing approaches to the construction of modern buildings. The variety of constructive systems of residential and public buildings being erected in the Russian Federation is shown. Positive and negative aspects of such constructive systems are considered: monolithic frame housing construction, monolithic building construction with the use of tunnel formwork, panel housing construction, panel-brick house construction, and technologies of prefabricated monolithic frame housing construction that appeared in the last few years. Using the example of two variants of the monolithic frame house-building system (SMCS) developed by the engineering company "SMKproekt", the main features of the prefabricated monolithic frame house-building are shown. The main structural assemblies of skeletons of precast-monolithic systems of the SQSD and the universal-house house-building system (UDS) of the assembly-monolithic series SMK-18 developed on its basis are presented. A detailed description of the design features of individual elements of the carcass, the nodes of their connection, as well as key technological operations for the assembly of prefabricated elements and the work on the reinforcement and homogenization of all the structural assemblies of the monolithic systems of the QMS and UDS are given. The main technical and economic indicators of monolithic-frame house-building and the universal house-building system of the prefabricated-monolithic SMK-18 series are compared. Based on the analysis and comparative indicators presented, conclusions are drawn about the effectiveness of the use of prefabricated monolithic civil engineering systems for civilian buildings.

Keywords: structural systems of buildings; frame house building; monolithic skeletons; prefabricated reinforced concrete frame; panel housing construction; bearing structures; nodes of interface structures. prefabricated housing construction.

REFERENCES

1. **Ovsiyannikov S. N., Semenyuk P. N., Ovsiyannikov A. N., Okolichny V. N.** *Volumetric-planning, constructive and engineering solutions for a frame-based, full-assembled architectural and construction system.* Housing construction. 2017. No. 6. Pp. 11-19. (in Russian)
2. **Koyankin A. A.** *Lightweight prefabricated-monolithic overlap.* Messenger of MGSU. 2017. T. 12. No. 6 (105). Pp. 636-641. (in Russian)
3. **Samoylenko M. E.** *Constructive system of prefabricated reinforced concrete buildings with spacer pylons and slab bars.* Bulletin of the Donbas National Academy of Construction and Architecture. 2017. No. 4 (126). Pp. 125-131. (in Russian)
4. **Abramyan S. G., Gnatyuk D. V.** *Prefabricated and prefabricated-monolithic skeleton systems of high-rise buildings with flat slabs.* Internet-journal Nau-kovedenie. 2017. T. 9. No. 1. Pp. 83. (in Russian)
5. **Belash T. A., Rybakov P. L.** *On the effectiveness of the use of structural systems of buildings with sub-spring structures.* Seismic construction. Safety of buildings. 2016. No. 4. Pp. 33-37. (in Russian)
6. **Granovsky A. V., Chubakov M. Zh.** *A modern constructive system of increased efficiency for the construction of prefabricated industrial buildings of various storeys.* Building materials, equipment, technologies of the XXI century. 2016. T. 9-10. Pp. 29-30. (in Russian)
7. **Oganzhanyan V. V., Chernov A. Yu.** *Dependence of the cost of construction on the type of the structural system of the building.* International science. 2018. No. 2 (36). Pp. 6-7. (in Russian)
8. **Koyankin A. A., Mitsov V. M.** *The frame of a prefabricated monolithic building and features of its work on different life cycles.* Messenger of MGSU. 2015. No. 9. Pp. 28-35. (in Russian)

9. **Semenyuk S. D., Zhilinsky D. I.** *Connection of columns with ceilings in prefabricated structural systems of residential buildings for social housing.* Messenger of the Belarusian-Russian University. 2015. No. 1(46). P. 120-130. (in Russian)
10. **Shalenny V. T., Golovchenko I. V.** *Development of technology of prefabricated monolithic housing construction with prestressed floors from hollow-core slabs.* Messenger of Science and Education of the North-West of Russia. 2015. T. 1. No. 2. Pp. 66-72. (in Russian)
11. **Ivanov A. I.** *To the choice of constructive systems of residential and public buildings.* Industrial and civil construction. 2003. No. 11. Pp. 52-53. (in Russian)
12. **Klyueva N. V., Kolchunov V. I., Bukhtiyarova A.S.** *Energy-saving constructive system of residential buildings with a given level of constructive safety.* Industrial and civil construction. 2014. No. 2. Pp. 37-41. (in Russian)
13. **Novosyolov V. A.** *The analysis of house-building systems and the possibility of their perfection.* Industrial and civil construction. 2013. No. 7. Pp. 69-71. (in Russian)
14. **Shembakov V. A.** *Technology of prefabricated monolithic housing construction of QMS in mass construction of Russia and CIS countries.* Housing construction. 2013. No. 3. Pp. 26-29. (in Russian)
15. **Penyaz M. A., Pozdnyakov D. A.** *Perfection of the constructive system of a multi-storey building made of monolithic reinforced concrete using prefabricated structures.* Messenger of the Polotsk State University. Series F, Construction. Applied Science. 2014. No. 16. Pp. 39-48. (in Russian)
16. **Senin N. I.** *Rational use of structural systems of multi-storey buildings.* Messenger of MGSU. No. 2013. No. 11. Pp. 76-83. (in Russian)
17. **Kobeleva S. A.** *Energy and resource efficiency of innovative building systems.* In the collection: Oriented fundamental and applied research is the basis for modernization and innovative development of the architecture, construction and road transport complexes of Russia. The materials of the 65th scientific and technical conference: in 3 books. 2011. Pp. 243-247. (in Russian)
18. **Granovsky A.V.** *New constructive system of buildings from prefabricated spatial reinforced concrete elements.* Industrial and civil construction. 2011. No. 5. Pp. 54-55. (in Russian)
19. **Yarmakovskiy V. N., Semchenkov A. S., Kozelkov M. M., Shevtsov D. A.** *On resource-saving by using innovative technologies in structural systems of buildings in the process of their creation and erection.* Messenger of MGSU. 2011. No. 3-1. Pp. 209-214. (in Russian)
20. **Samokhvalova E. O., Ivanov A. D.** *Joint of the column with a beamless unprepared ceiling in a monolithic building.* Engineering and construction journal. 2009. No. 3. Pp. 33-37. (in Russian)

Received 20 May 2018

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Шмелев, Г. Д. Сравнительный анализ современных систем возведения зданий гражданского назначения / Г. Д. Шмелев, Н. А. Фоменко, В. Н. Гаврилова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 9-19.

FOR CITATION:

Shmelev G. D., Fomenko N. A., Gavrilova V. N. *Comparative analysis of contemporary systems of establishing civil design buildings.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 9-19. (in Russian)

УДК 332.81

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫМИ ДОМАМИ НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА

Е. С. Лопатина, П. Е. Авдеев

Лопатина Елизавета Сергеевна, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: wow.akk@mail.ru

Авдеев Павел Евгеньевич, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: avdeev.ea@mail.ru

В работе проведено исследование нарушений правил технической эксплуатации и обслуживания жилищного фонда по количеству обращений граждан, проживающих в различных районах г. Воронежа. Представлен сравнительный анализ результатов деятельности по управлению техническим состоянием жилых многоквартирных домов управляющими организациями и товариществами собственников жилья. Приведены данные статистики жалоб населения на нарушения правил эксплуатации общего имущества, некачественный ремонт инженерных систем и другие факторы, оказывающие влияние на эффективность управления зданием. Систематизированы ключевые факторы, влияющие на принятие решений собственниками многоквартирных домов при выборе способа управления общим имуществом, а также на выбор конкретной управляющей организации: техническое состояние жилищного фонда, результативность выполнения плановых ремонтных работ, процент устраненных нарушений, активность собственников. Констатируется факт, что стимулирование активности населения и использование обратной связи от жителей многоквартирных домов позволяет эффективно выявлять проблемные зоны для ускорения реагирования на запросы общества. Предложен один из способов повышения эффективности управления многоквартирными домами - создание единой городской геоинформационной системы мониторинга технического состояния жилищного фонда, позволяющей отображать актуальную информацию о состоянии зданий, результатах деятельности организаций по их содержанию и ремонту и способствующей выявлению нарушений правил и норм технической эксплуатации.

Ключевые слова: многоквартирный дом; управляющая компания; товарищество собственников жилья; капитальный ремонт зданий; техническое состояние; жилищный фонд.

Задача обслуживающих и эксплуатирующих жилищный фонд организаций определяется комплексом мероприятий, направленных на комфортное и безотказное функционирование здания и его систем. В функции эксплуатирующей организации входит: содержание общего имущества в многоквартирном доме (МКД), поддержание работоспособности внутренних инженерных коммуникаций, заключение договоров с поставщиками коммунальных услуг. Вопросы, касающиеся организации управления жилищным фондом, и их особенности определены в жилищном кодексе РФ.

В настоящее время различают следующие основные формы управления:

✓ управляющая компания – организация, профессионально занимающаяся управлением жилищным фондом, плюсы работы которой заключаются в профессиональном подходе к управлению, возможности аккумулировать денежные средства нескольких домов для проведения капитального ремонта, наличие производственной базы;

✓ товарищество собственников жилья (ТСЖ) – объединение домовладельцев для совместного управления и распоряжения недвижимым имуществом в установленных законом рамках, - способ управления, когда собственники самостоятельно управляют своей

и общей собственностью;

✓ непосредственное управление жильцами своим имуществом, без организации, занимающейся профессиональным управлением.

Каждая форма управления жилищным фондом имеет ряд особенностей, оказывающих влияние на эффективность этого управления в тех или иных условиях [1].

Переход к разным способам управления жилыми домами не решил многие проблемы, касающиеся изменения технического состояния и обслуживания жилого фонда. Это обусловлено рядом обстоятельств: неэффективной системой управления, высокими затратами, связанными с оказанием жилищных и коммунальных услуг, неразвитостью конкурентной среды, хроническими неплатежами собственников, поздними сроками капитального ремонта, согласно утвержденной региональной программы [2, 3]. Важность вопросов технического состояния и обеспечения контроля обслуживания зданий обуславливает повышенный интерес к структуре управления многоквартирными домами.

Для формирования рекомендаций по выбору наиболее эффективного способа управления многоквартирными домами г. Воронеж авторами был проведен анализ технического состояния жилых домов. Обследуемый жилищный фонд составил 4740 жилых объектов, из них 833 дома находятся на техническом обслуживании в муниципальных организациях, 441 дом на техническом обслуживании ТСЖ или жилищно-строительных кооперативов (ЖСК), 3466 домов находятся в управлении управляющих компаний и обществ с ограниченной ответственностью.

При проведении исследования в работе использовались результаты статистической обработки обращений граждан в ресурсоснабжающие организации, ГЖИ, данные об исполнении бюджетов администрации г. Воронежа, результаты натурных исследований состояния жилых домов, опросы жителей многоквартирных домов, проведенные авторами. Статистика обращений граждан с различными жалобами представлена на рис. 1.

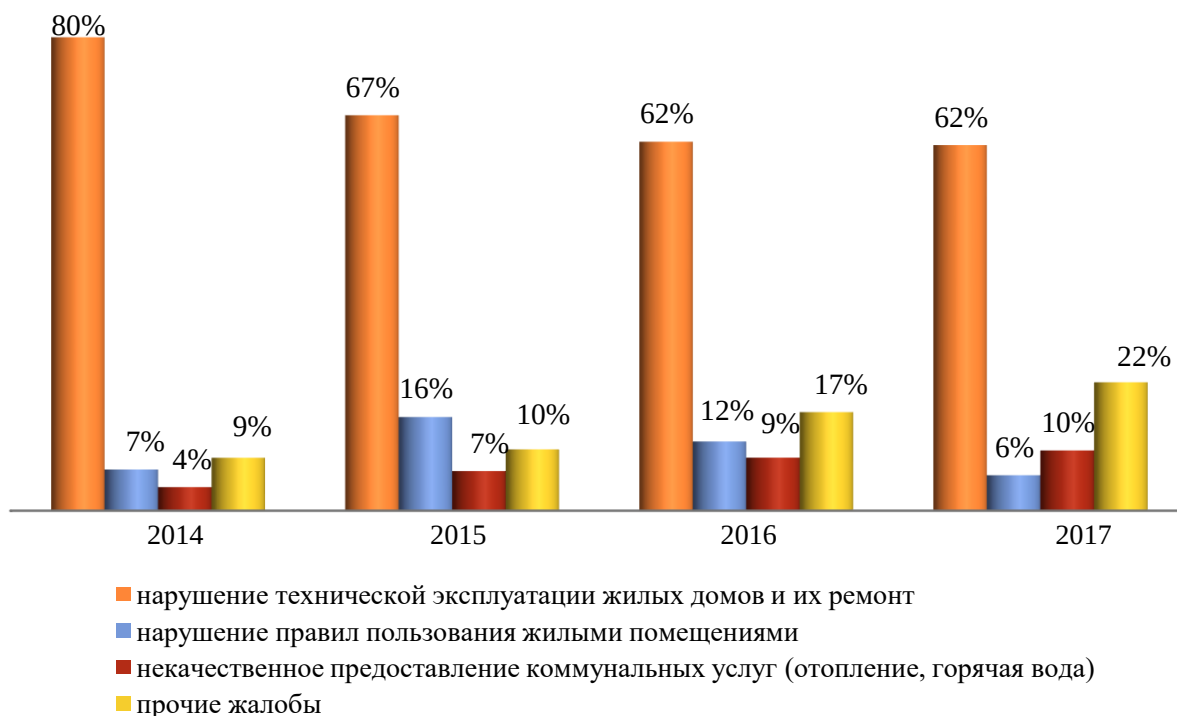


Рис. 1 – Статистика обращения граждан г. Воронеж с различными жалобами по годам

Сравнительный анализ показывает (рис. 1), что за период наблюдений 2014...2017 гг. в 2,5 раза возросло количество жалоб на некачественное предоставление коммунальных услуг, более 60 % ежегодных обращений граждан составили жалобы по вопросам некачественного ремонта или его несвоевременного проведения, нарушения технической

эксплуатации конструктивных элементов и инженерного оборудования жилых домов. Количество жалоб, связанных с нарушением правил пользования жилыми помещениями (перепланировка, переоборудование, использование не по назначению квартир) и некачественным предоставлением коммунальных услуг практически не изменяется.

По сравнению с прошлым периодом (до 2014 г.) значительно вырос процент устраненных нарушений по предписаниям ГЖИ. По учреждениям ЖКХ городского округа г. Воронежа показатели выполнения плановых ремонтных работ выглядят следующим образом:

- ✓ управляющие компании – выполнение плановых ремонтных работ составляет 45,3 % от общего количества домов;
- ✓ муниципальные организации – выполнение плановых ремонтных работ составляет 8,3 %, от общего количества домов;
- ✓ ТСЖ – выполнение плановых ремонтных работ составляет 29 % от общего количества домов.

Соотношение выявленных и устраненных нарушений по формам управления жилищным фондом г. Воронежа за 2016 год показано на рис. 2.

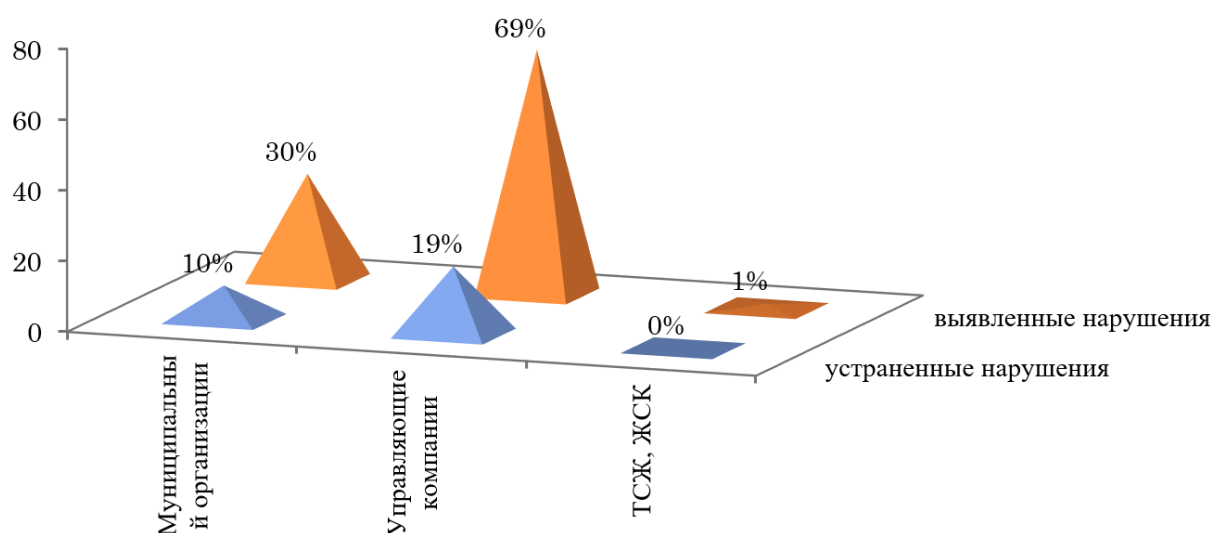


Рис. 2 – Соотношение устраненных и выявленных нарушений по жилым многоквартирным домам г. Воронеж

Количество жалоб жителей, проживающих в домах, находящихся на обслуживании в управляющих компаниях (рис. 2), показывает, что данные компании не обеспечивают надлежащие благоприятные условия проживания граждан, содержание общего имущества в многоквартирном доме, решение вопросов пользования указанным имуществом, а также представление коммунальных услуг гражданам, проживающим в доме. Анализ полученных результатов исследований показывает, что из всех нарушений, приходящихся на жилой фонд г. Воронежа большая часть приходится на управляющие компании – 69 %.

Тем не менее, как показывают результаты опроса, участие собственников в изменении ситуации и переходе от формы управления с помощью управляющей организации к ТСЖ по-прежнему остается на крайне низком уровне. В частности, только 5% опрошенных жильцов участвовали в создании ТСЖ, 40 % – в выборе управляющей организации по обслуживанию своего дома, и 10 % контролируют деятельность управляющей компании.

Основываясь на анализе практических результатов управления многоквартирными домами и методическими материалами по управлению жилищным фондом [4], можно сделать вывод, что при выборе форм управления целесообразно руководствоваться следующими критериями: общей площадью дома, долей общего имущества, техническим

состоянием здания и его инженерных систем, активностью собственников.

Авторами проведено исследование нарушений технической эксплуатации и обслуживания жилищного фонда по количеству обращений граждан, проживающих в различных районах г. Воронежа. Наибольшее количество обращений по городскому округу г. Воронеж поступает от граждан, проживающих в Коминтерновском районе на бездействия управляющих компаний данного района (рис. 3), в Центральном районе зарегистрировано наибольшее количество из всех жалоб на работу ТСЖ.

Наибольшее количество нарушений выявлено по следующим жалобам:

- ✓ некачественный ремонт инженерного оборудования – 20,6 % от общего количества нарушений;
- ✓ не устранение течи трубопроводов – 13,4 %;
- ✓ не проведение ремонта фасада – 16,5 %;
- ✓ не проведение ремонта подъездов – 8,5 %;
- ✓ не проведение ремонта кровель – 7,7 %.

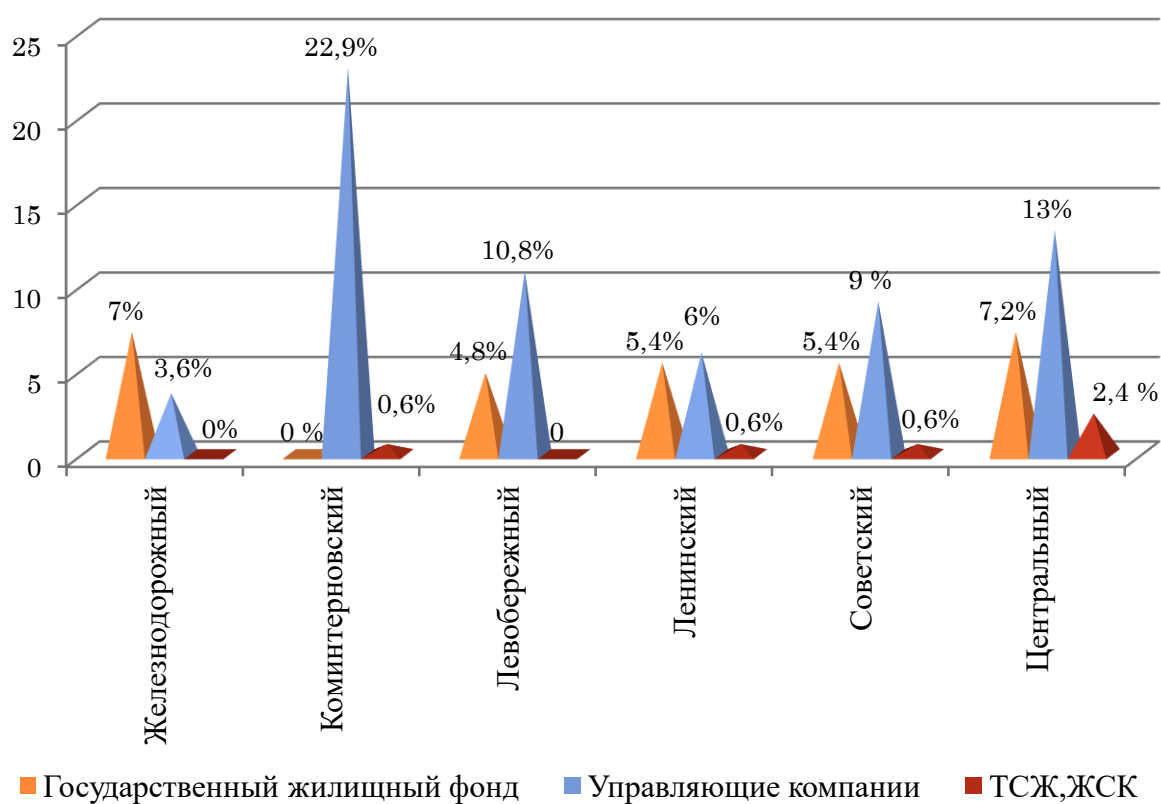


Рис. 3 – Количество обращений граждан, поступивших от жителей различных районов городского округа г. Воронеж, с разделением по видам управления

Исходя из приведенных результатов опросов жителей многоквартирных домов, можно сделать вывод: состояние жилого фонда городского округа г. Воронежа оценивается как удовлетворительное. Основные резервы улучшения состояния жилых домов и повышения эффективности их управления скрыты в сфере регулирования тарифов естественных монополий, повышении прозрачности процедур формирования тарифов организаций, обслуживающих жилищный фонд, модернизации основных фондов, развитии конкуренции в сфере управления МКД, в том числе за счет привлечения в него частных организаций, поддержки малого предпринимательства.

Одним из способов повышения эффективности управления многоквартирными домами может являться создание единой городской геоинформационной системы мониторинга технического состояния жилищного фонда, позволяющей отображать

актуальную информацию о состоянии зданий, результатах деятельности организаций по их содержанию и ремонту и способствующей выявлению нарушений правил и норм технической эксплуатации. Согласно утвержденному стандарту раскрытия информации управляющая компания и ТСЖ обязаны разместить в информационной среде данные о предоставляемых услугах, а также отчет о проделанной работе и потраченных средствах, собранных с жителей за оказание жилищно-коммунальных услуг.

Принятие оперативных решений невозможно без актуальной информации о работе эксплуатирующих организаций различных организационных форм и постоянно пополняемой базы данных состояния жилищного фонда [5...11]. Своевременная и активная работа исполнительной власти в вопросах стимулирования активности населения позволит использовать обратную связь от жителей для выявления проблемных зон для ускорения реагирования на запросы общества, а также вовлечь собственников многоквартирных домов в процессы управления общим имуществом, стимулировать создания товариществ собственников жилья.

Заключение.

Сравнение эффективности различных способов управления МКД г. Воронежа показало, что наибольшее количество нарушений правил и норм технической эксплуатации, а также жалоб со стороны жителей имеют управляющие организации. Большая часть обращений собственников МКД связана с некачественным ремонтом инженерного оборудования.

По количеству обращений в ГЖИ на управляющие компании отмечена активность жителей Коминтерновского, на ТСЖ – Центрального района г. Воронеж. В целом, исходя из проведенных результатов опросов собственников общего имущества многоквартирных домов, состояние жилищного фонда городского округа г. Воронежа оценивается как удовлетворительное

Рекомендуется активизировать работу исполнительной власти в вопросах стимулирования активности населения и использовать обратную связь от жителей для выявления проблемных зон при управлении МКД, вовлечь собственников многоквартирных домов в процессы управления общим имуществом, стимулировать создание товариществ собственников жилья.

Для повышения качества работы эксплуатирующих организаций и улучшению технического состояния жилищного фонда г. Воронеж предлагается создать информационную систему по мониторингу технического состояния МКД и эффективности работы эксплуатирующих организаций, повысить эффективность контроля, в том числе общественного, над их деятельностью. Мониторинг изменения технического состояния жилых домов позволит решить социальные и экономические проблемы в структуре управления жилищно-коммунального хозяйства, будет способствовать реализации на практике основных принципов программно-целевого подхода к управлению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Жадько, П. А.** Информационное обеспечение оценки состояния и организации контроля в структуре ЖКХ региона: автореф. дисс. канд. экон. наук / П. А. Жадько. – Москва, 2009. – 24 с.
2. **Zherlykina, M. N.** Investigation of changing air temperatures in cross-tilt inclined cracks / M. N. Zherlykina, Y. A. Vorob'eva, E. E. Burak // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (ICCATS 2017). – 2017. – Pp. 012042.
3. **Воробьева, Ю. А.** Информационно-диагностическое обеспечение программы капитального ремонта / Ю. А. Воробьева, Д. В. Зайцев // Научный журнал. Инженерные

системы и сооружения. – 2016. – № 1(22). – С. 159-163.

4. **Воробьева, Ю. А.** Применение информационных систем при планировании капитального ремонта зданий / Ю. А. Воробьева, К. Н. Гашкова, А. Л. Мишуров // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 2(5). – С. 62-68.

5. **Прокофьев, К. Ю.** Методика анализа конкурентной среды на рынке услуг по управлению многоквартирными домами / К. Ю. Прокофьев // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 2. – С. 302-307.

6. **Воробьева, Ю. А.** Обеспечение сохранности и обновления типовой массовой застройки воронежской области с применением системы мониторинга / Ю. А. Воробьева, Е. Э. Бурак, С. А. Новиков, К. Н. Гашкова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 1(4). – С. 18-26.

7. **Сазонов, Э. В.** Информационно-диагностический анализ развития износа гражданских зданий / Э. В. Сазонов, Ю. А. Воробьева // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2005. – № 5. – С. 118-121.

8. **Воробьева, Ю. А.** Информационно-диагностическое обеспечение технического состояния зданий ВГТУ / Ю. А. Воробьева, В. Н. Семенов. – Воронеж: Изд. ВГТУ. – 2005. – Т. 1. – № 10 (№ 60040). – С. 150-153.

9. **Шеина, С. Г.** Стратегическое управление техническим состоянием жилищного фонда муниципального образования: монография (издание 2-е) / С. Г. Шеина. – Ростов-на-Дону, 2012. – 204 с.

10. **Шеина, С. Г.** Методология стратегического управления техническим состоянием жилищного фонда путем моделирования и оптимизации организационно-технологических решений: автореф. дисс. д-ра техн. наук / С. Г. Шеина. – Ростов-на-Дону, 2008. – 49 с.

11. **Savae Latu** Sustainable development: the role of gis and visualisation / Savae Latu // The Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries. – 2009. – № 38, 5. – 1-17. Режим доступа: <http://www.ejisd.org>

Поступила в редакцию 2 июля 2018

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF MANAGEMENT OF MULTI-QUARTER HOUSES BY THE EXAMPLE OF VORONEZH

E. S. Lopatina, P. E. Avdeev

Lopatina Elizaveta Sergeevna, master of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7 (473) 271-28-92; e-mail: wow.akk@mail.ru
Avdeev Pavel Evgenievich, student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7 (473) 271-28-92; e-mail: avdeev.ea@mail.ru

The work investigates violations of the rules of technical operation and maintenance of housing stock by the number of applications of citizens living in different districts of Voronezh. A comparative analysis of the results of activities on managing the technical condition of residential apartment buildings by management organizations and homeowners' associations is presented. The data of statistics of complaints of the population on violations of the rules of operation of common property, poor repair of engineering systems and other factors affecting the efficiency of building management are given. The key factors influencing the decision-making of the owners of apartment buildings when choosing the method of managing common property are systematized, as well as the choice of a specific managing organization: the technical condition of the housing stock, the effectiveness of the planned repair work, the percentage of eliminated violations, the activity of the owners. It is stated that the stimulation of the active population and the use of feedback from residents of apartment buildings can effectively identify problem areas in order to accelerate the response to public demands. One of the ways to increase the efficiency of managing multi-apartment buildings

is to create a unified urban geoinformation system for monitoring the technical condition of the housing stock, which allows displaying current information on the condition of buildings, the results of organizations' activities related to their maintenance and repair, and facilitating the detection of violations of rules and norms of technical operation.

Keywords: apartment building; management company; homeowners' association; major repairs of buildings; technical condition; housing stock.

REFERENCES

1. **Zhad'ko P. A.** *Information support of the assessment of the state and organization of control in the structure of the housing and communal services in the region.* Moscow. 2009. 24 p. (in Russian)
2. **Zherlykina M. N., Vorob'eva Y. A., Burak E. E.** *Investigation of changing air temperatures in cross-tilt inclined cracks.* IOP Conference Series: Materials Science and Engineering International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (ICCATS 2017). 2017. Pp. 012042.
3. **Vorob'eva Y. A., Zaitsev D. V.** *Informational and diagnostic support of the program of capital repairs.* Scientific journal. Engineering systems and structures. 2016. No. 1(22). Pp. 159-163. (in Russian)
4. **Vorob'eva Y. A., Gashkova K. N., Mishurov A. L.** *Application of information systems at planning of capital repairs of buildings.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 2(5). Pp. 62-68. (in Russian)
5. **Prokofiev K. Y.** *Methods of analyzing the competitive environment in the market of services for managing multi-apartment buildings.* Bulletin of Civil Engineers. 2012. No. 2. Pp. 302-307. (in Russian)
6. **Vorob'eva Y. A., Burak E. E., Novikov S. A., Gashkova K. N.** *Ensuring the preservation and updating of the standard mass installation of the Voronezh region with the use of a monitoring system.* Housing and communal infrastructure. 2018. No. 1(4). Pp. 18-26. (in Russian)
7. **Sazonov E. V., Vorob'eva Y. A.** *Informational and diagnostic analysis of the development of wear and tear of civil buildings.* Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Building. 2005. No. 5. Pp. 118-121 (in Russian)
8. **Vorob'eva Y. A., Semenov V. N.** *Information and diagnostic support of the technical condition of buildings.* Voronezh, Vestnik VSTU. T. 1. 2005. No. 10 (No. 60040). Pp. 150-153. (in Russian)
9. **Sheina S. G.** *Strategic management of the technical condition of the housing stock of the municipal entity.* Rostov-on-Don. 2012. 204 p. (in Russian)
10. **Sheina S. G.** *Methodology of strategic management of the technical condition of housing stock by modeling and optimization of organizational and technological solutions.* Rostov-on-Don. 2008. 49 p. (in Russian)
11. **Savae Latu.** *Sustainable development: the role of gis and visualization.* The Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries. 2009. No. 38. 5. Pp. 1-17. URL: <http://www.ejisdc.org>

Received 2 July 2018

Для цитирования:

Лопатина, Е. С. Анализ эффективности управления многоквартирными домами на примере г. Воронежа / Е. С. Лопатина, П. Е. Авдеев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 20-26.

FOR CITATION:

Lopatina E. S., Avdeev P. E. *Analysis of the efficiency of management of multi-quarter houses by the example of Voronezh.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 20-26. (in Russian)

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ

ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

УДК 697.911

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

А. А. Мерщиев, Т. В. Землянухина

Мерщиев Александр Александрович, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-9; e-mail: sasha_1990@mail.ru

Землянухина Татьяна Владимировна, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-9; e-mail: z-tv@rambler.ru

Рассматривается проблематика обеспечения нормируемых параметров микроклимата в помещениях различного назначения на предприятиях общественного питания. Показана важная роль правильного проектирования и эксплуатации систем вентиляции горячих цехов в создании благоприятных рабочих условий для сотрудников, соблюдения технологических норм для процесса готовки, а также формирования оптимальных микроклиматических показателей в обеденных залах. Авторами установлено, что ряд вопросов, связанных с безопасным функционированием и надежностью работы инженерных систем, с обеспечением заданного микроклимата и энергосбережения в горячих цехах, требуют дополнительного изучения и проработки. На основе анализа специфики вентиляции горячих цехов предприятий были выделены основные ошибки, которые допускаются как при проектировании, так и при эксплуатации вентиляционных систем. В материалах статьи обоснована необходимость организации систем вентиляции воздуха для предприятий общественного питания на основании изучения объемно-планировочных решений здания, действующих нормативных документов на проектирование и строительство групп помещений, входящих в состав комплекса. Выявлены неоднородность распределения значений температур, вредностей и тепловыделений по высоте помещения и необходимость повышения эффективности мероприятий, направленных на обеспечение комфортных условий в рабочей зоне. Предложен алгоритм расчета воздухообмена, учитывающий различные факторы и позволяющий организовать комфортные параметры микроклимата для обслуживающего персонала и посетителей.

Ключевые слова: предприятия общественного питания; теплопоступления; влагопоступления; горячий цех; обеденный зал; вентиляция.

Зачастую посетители столовых, ресторанов и других предприятий общественного питания сталкиваются с проблемой ощущения запахов с кухни и повышенной температурой в обеденных залах. Оба фактора связаны с неправильным проектированием систем приточной и вытяжной вентиляции в горячем цеху, где сконцентрирована значительная часть технологического оборудования и ведутся основные технологические процессы, а также с безграмотным отношением к мероприятиям по эксплуатации имеющихся систем [1...4]. Поскольку прирост столовых, ресторанов и кафе постоянно увеличивается, то проблема грамотной организации вентиляции на предприятиях общественного питания является актуальной.

Горячий цех предприятия общественного питания – производственное помещение, предназначенное для изготовления кулинарной продукции, технологические процессы в

котором сопровождаются значительным выделением тепла и других производственных вредностей. Горячие цеха требуют решения вопросов, связанных с безопасным функционированием и надежностью работы инженерных систем, с обеспечением заданного микроклимата и энергосбережения.

Организация систем вентиляции воздуха для предприятий общественного питания осуществляется на основании изучения объемно-планировочных решений здания, действующих нормативных документов на проектирование и строительство групп помещений, входящих в состав комплекса. Правильный выбор систем вентиляции и кондиционирования с учетом объема помещений и режима работы, интенсивности тепло- и влагопоступлений обеспечивает повышение уровня комфорта для посетителей [5, 6].

Анализ специфики вентиляции горячих цехов предприятий, позволил выделить основные ошибки, которые допускаются при ее организации.

Во-первых, самой распространенной ошибкой многих владельцев, пренебрегающих нормами вентиляции горячих цехов, является желание установить как можно больше оборудования на небольших площадях. Логичным результатом такой «экономии» становится экстремальное превышение уровня теплонапряженности (1500...2000 Вт на 1 м³, при рекомендуемых 210 Вт на 1 м³ производственной площади). В результате этого снизить температуру до нормативного значения не представляется возможным. Соответственно, приходится устанавливать дорогостоящее оборудование с большой мощностью для дополнительного притока воздуха [7].

Во-вторых, информация о характеристиках технологического оборудования, необходимая для проектирования систем вентиляции, поступает к проектировщикам часто в искаженном виде, либо отсутствует совсем. Приходится самостоятельно искать значения необходимых параметров, сравнивая оборудование с аналогами, что в итоге приводит к несоответствию реальной ситуации на объекте.

В-третьих, необходимо учитывать теплоизоляцию вентиляционных каналов, которые, разогреваясь до значительных температур (от +100 °С и выше) излучают тепло и дестабилизируют температурный режим помещения [8].

В-четвертых, нужно учитывать тот факт, что воздух в производственном помещении горячего цеха наполнен взвешенными частицами жира, которые оседают на воздуховодах и забивают их [9]. Для защиты на них устанавливаются масложировые фильтры, требующие систематического и своевременного очищения или реактивации, но зачастую сотрудники просто снимают их. Как следствие, жир забивает оборудование и создает опасную для здоровья и работы обстановку.

В-пятых, процесс проектирования и монтажа вентиляции нужно планировать с учетом норм, которые требуют, чтобы половина воздушных масс, поступающих в помещение горячего цеха, подавалась из обеденного зала (но не более 60 %). Это необходимо для поддержки требуемого показателя разряжения воздуха, создаваемого вентиляционной системой в помещении горячего цеха.

Согласно нормативным документам, температура воздуха в помещениях горячих цехов с постоянным пребыванием людей должна находиться в пределах от 16 °С до 27 °С. Исключение составляют помещения, в которых для приготовления и хранения продуктов питания требуется специальный температурный режим (согласно Р НП «АВОК» 7.3–2007). Также при проектировании систем вентиляции необходимо соблюдать следующие гигиенические требования:

- ✓ система вентиляции горячего цеха не должна допускать загрязнения продуктов питания;
- ✓ система вентиляции должна препятствовать распространению нежелательных запахов, связанных с разделкой и приготовлением продуктов питания, за пределы горячего цеха;

- ✓ конструкция местных отсосов и фильтров, установленных в отсосах, должна способствовать их беспрепятственной очистке от кухонных выделений;
- ✓ не допускается рециркуляция воздуха, загрязненного кухонными выделениями.

Воздухообмен в горячем цехе и обеденном зале устраивается вытяжными и приточными системами.

Вытяжные системы предназначены для локализации и удаления выделений, поступающих в воздух помещения в результате разделывания и приготовления продуктов питания, а также мытья посуды. Для удаления загрязнений непосредственно из мест их возникновения применяют местные отсосы.

При удалении воздуха местными отсосами происходит загрязнение вытяжных воздуховодов. Для предупреждения попадания частиц жира в вытяжные воздуховоды применяются механические фильтры, а отверстия вентиляционных систем закрываются мелкоячеистой полимерной сеткой. Фильтры должны быть установлены под углом к горизонту от 45° до 90°, для того чтобы кухонные выделения, накапливаемые в фильтрах, свободно поступали в желоб для сбора жира. Съемные жировые механические фильтры должны ежедневно очищаться. В помещениях отделки кондитерских изделий приточная система вентиляции выполняется с противопыльным и бактерицидным фильтром, обеспечивающим подпор чистого воздуха в этом помещении. Помимо очистки фильтров необходима регулярная очистка всей системы вентиляции. Загрязнения на стенках каналов вентиляции снижают их пропускную способность и приводят к снижению эффективности работы всей системы. Стандартный перечень мероприятий по чистке системы вентиляции должен проводиться каждые 6 месяцев.

Бытовые помещения (туалеты, душевые и т. д.) оборудуются автономными системами вытяжной вентиляции, преимущественно с естественным побуждением.

Приточные вентиляционные системы предназначены для восполнения расхода воздуха, удаляемого местными отсосами, общеобменной вытяжкой, и поддержания заданной температуры воздуха в горячем цеху. В системах, где расход воздуха, удаляемого местными отсосами, регулируется или не все отсосы работают одновременно, расход приточного воздуха должен регулироваться автоматически в соответствии с переменным расходом удаляемого воздуха для поддержания баланса воздуха в горячем цеху. Забор воздуха для приточной вентиляции осуществляется в зоне наименьшего загрязнения на высоте не менее 2 м от поверхности земли. Достаточно часто системы вентиляции неэффективны из-за наличия в воздухе загрязнений от внешних источников. В таком случае, для обеспечения высокого качества воздуха в помещениях необходима более глубокая – двухступенчатая – очистка первичного воздуха:

- ✓ первая ступень – фильтры грубой очистки класса EU5 (эффективность пылеулавливания 60 %);
- ✓ вторая ступень – фильтры класса EU7 (эффективность 90 %).

Такая очистка обеспечивает защиту оборудования приточного воздуха и снижает содержание пыли до 30 % от первоначальной концентрации [10].

Расход приточного воздуха определяется как максимальный расход для компенсации вытяжного воздуха, необходимого для удаления всех тепловлаговывделений помещения.

В обеденном зале для определения расхода приточного воздуха необходимо найти количество избыточных тепловыделений $Q_{изб}$, которое складывается из тепловыделений от людей $Q_{л}$, от остывающей пищи $Q_{гп}$, от освещения $Q_{осв}$:

$$Q_{изб} = Q_{л} + Q_{гп} + Q_{осв}. \quad (1)$$

Тепловыделения от людей $Q_{л}$, Вт, рассчитываются по следующей формуле:

$$Q_{л} = n_1 \cdot q_1 \quad (2)$$

где n_1 – количество посетителей; q_1 – количество тепловыделения, Вт, от одного посетителя, принимается по [4].

Тепловыделения от остывающей пищи $Q_{гп}$, ккал/ч, рассчитываются по следующей

формуле:

$$Q_{гп} = g \cdot c_{ср} \cdot t_n - t_k \cdot n \cdot \tau, \quad (3)$$

где g — средний вес блюд, приходящихся на одного обедающего, кг; $c_{ср}$ — средняя теплоемкость блюд, входящих в состав обеда, ккал/кг·°C; t_n — средняя температура блюд, поступающих в обеденный зал, °C; t_k — средняя температура блюд в момент потребления, посетителем, мин.

Теплопоступления от освещения $Q_{осв}$, Вт, рассчитываются по следующей формуле:

$$Q_{осв} = q_{осв} \cdot A_{пл} \cdot \eta_{осв}, \quad (4)$$

где $q_{осв}$ — максимально допустимая удельная установочная мощность светильника, Вт/м², определяется по [4]; $A_{пл}$ — площадь пола, м²; $\eta_{осв}$ — доля тепла, поступающая от светильника в различные зоны помещения, определяется по [4].

Расход приточного воздуха, необходимый для компенсации тепловлаговывделений $L_{ти}$, м³/ч, определяется по формуле:

$$L_{ти} = \frac{Q_{изб}}{(I_{yx} - I_{пр}) \cdot \rho_{пр}}, \quad (5)$$

где $Q_{изб}$ — избытки теплоты, Вт; $\rho_{пр}$ — плотность приточного воздуха, кг/м³; $I_{пр}$ — энтальпия приточного воздуха, кДж/кг; I_{yx} — энтальпия вытяжного воздуха, кДж/кг.

Воздушный баланс горячего цеха определяют из расчета компенсации воздуха, удаляемого местными отсосами и общеобменной вытяжной вентиляцией.

Расход вытяжного воздуха через местные отсосы $\Sigma L_{луу}$, м³/ч, рассчитывают по следующей формуле:

$$\Sigma L_{луу} = \Sigma L_y \cdot n_y, \quad (6)$$

где ΣL_y — расход вытяжного воздуха устройства, м³/ч; n_y — количество устройств данного типа.

Расход приточного воздуха, подаваемого через локализирующие устройства установленного теплового оборудования $\Sigma L_{луп}$, м³/ч, рассчитывают по следующей формуле:

$$\Sigma L_{луп} = \Sigma L_{п} \cdot n_{п}, \quad (7)$$

где $\Sigma L_{п}$ — расход приточного воздуха устройства, м³/ч; $n_{п}$ — количество устройств данного типа.

Так же необходимо рассчитать расход рециркуляционного воздуха L_p , м³/ч, перетекающего через открытые проемы из обеденного зала воздуха:

$$L_p = L_{луу} - L_{мп(мин)}, \quad (8)$$

где $L_{луу}$ — расход вытяжного воздуха через местные отсосы, м³/ч; $L_{мп(мин)}$ — расход приточного воздуха, подаваемого приточными системами, м³/ч.

Для предотвращения распространения запахов, связанных с приготовлением пищи, давление в горячем цеху поддерживается ниже, чем в смежных помещениях. Это достигается поддержанием воздухообмена, при котором переток из смежных помещений в горячий цех составляет как минимум 10 %, но не более 60 % от общего расхода воздуха, удаляемого из горячего цеха.

Таким образом, с учетом рециркуляции приток воздуха в обеденный зал составит:

$$L = L_{ти} + L_p. \quad (9)$$

В связи с тем, что в горячих цехах происходит выделение паров и частиц жира, а также существует возможность их возгорания, то систему вентиляции горячих цехов относят к повышенной категории пожароопасности. Вытяжные системы горячих цехов должны проектироваться и эксплуатироваться с учетом ограничения скопления жира в воздуховодах. Для балансирования местных отсосов, присоединенных к общему вытяжному воздуховоду, следует использовать специальные регуляторы расхода воздуха, конструкция которых ограничивает скопление жира на его поверхностях.

Если кухонные выделения содержат продукты сгорания твердого топлива или пары и частицы жира, то в местных отсосах (в месте присоединения к вытяжному воздуховоду) и над кухонным оборудованием следует устанавливать системы пожаротушения.

Заключение.

В результате проведенных исследований был выявлен ряд основных типичных ошибок, которые допускаются при проектировании, монтаже и эксплуатации систем вентиляции горячих цехов на предприятиях общественного питания.

В результате проведенных исследований определены мероприятия по устранению причин, приводящих к поломкам и снижению эффективности вентиляционных систем на предприятиях общественного питания.

Обоснована необходимость организации систем вентиляции воздуха для предприятий общественного питания на основании изучения объемно-планировочных решений здания, действующих нормативных документов на проектирование и строительство групп помещений, входящих в состав комплекса.

Авторами предлагается использование двухступенчатой очистки приточного воздуха, которая позволит обеспечить защиту вентиляционного оборудования от примесей вредных веществ, постоянно присутствующих в наружном воздухе, и продлить его срок службы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ливчак, А. В.** Энергетически эффективная вентиляция горячих цехов предприятий общественного питания / А. В. Ливчак // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2016. – № 2. – С. 60-71.

2. **Тульская, С. Г.** Тепловой комфорт и обоснование эффективных схем воздухообмена в горячих цехах ресторанных комплексов / С. Г. Тульская, О. А. Сотникова, С. В. Чуйкин // Экология и промышленность России. – 2017. – № 5. – С. 28-32.

3. **Шарова, Ю. А.** Особенности расчета систем вентиляции и кондиционирования воздуха горячих цехов предприятий общественного питания / Ю. А. Шарова // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс): сборник материалов международной научно-технической конференции. – 2013. – № 2(1). – С. 321-322.

4. **Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.** Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи. Справочное пособие / Стомахина Г. И. [и др.]. – Москва: Пантори, 2003. – 308с.

5. **Мерщев, А. А.** Особенности проектирования систем обеспечения микроклимата торгово-выставочных комплексов / А. А. Мерщев, Н. А. Старцева // Инженерные системы и сооружения. – 2012. – № 2. – С. 50-55.

6. **Мерщев, А. А.** Рекуперация тепла в здании / А. А. Мерщев, И. П. Мерщева // Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 4. – С. 16-21.

7. **Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений:** учебное пособие. / М. Н. Жерлыкина, С.А Яременко. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2013. – 160 с.

8. **Шарова, Ю. А.** Локализация избытков теплоты и опасных факторов в горячих цехах предприятий общественного питания / Ю. А. Шарова, Н. И. Ласлова, В. Ю. Лаптев, Н. С. Харьков // Аллея науки. – 2017. – Т. 1. – № 12. – С. 199-207.

9. **Мальцева, Д. В.** Местная вытяжная вентиляция в горячих цехах предприятий общественного питания / Д. В. Мальцева // Студенческая наука. Исследования в области архитектуры, строительства и охраны окружающей среды. Тезисы докладов. 36-й Всероссийской студенческой научно-технической конференции. Самарский государственный технический университет. – 2017. – С. 370.

10. **Андряшкин, О. О.** Сравнение технико-экономических показателей локальных устройств для очистки приточного воздуха / О. О. Андряшкин, О. А. Жданова, М. С. Кононова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 1(4). – С. 104-110.

Поступила в редакцию 20 апреля 2018

FEATURES OF DESIGN AND OPERATION OF VENTILATION SYSTEMS AT CATERING ESTABLISHMENTS

A. A. Mershchiyev, T. V. Zemlyanukhina

Mershchiyev Alexander Aleksandrovic, senior lecturer of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-9; e-mail: sasha1990@mail.ru
Zemlyanukhina Tatyana Vladimirovna, student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-9; e-mail: z-tv@rambler.ru

The perspective of ensuring the normalized microclimate parameters in rooms of different function at catering establishments is considered. The important role of the correct design and operation of ventilation systems of hot shops in creation of favorable operating conditions for employees, respect for technological norms for cooking process and also formation of optimum microclimatic indicators in lunch halls is shown. By authors it is established that a number of questions, connected with safe functioning and reliability of work of engineering systems, with providing the set microclimate and energy saving in hot shops, demand additional studying and study. On the basis of the analysis of specifics of ventilation of hot shops of the enterprises, the main mistakes which are made both at design, and at operation of ventilating systems have been allocated. In materials of article need of the organization of ventilation systems of air for catering establishments on the basis of studying of space-planning solutions of the building, the existing normative documents on design and construction of groups of the rooms which are a part of a complex is proved. Heterogeneity of distribution of values of temperatures, vrednost and thermal emissions on height of the room and need of increase in efficiency of the actions aimed at providing comfortable conditions in a working zone is revealed. The air exchange calculation algorithm considering various factors, and allowing to organize comfortable parameters of a microclimate for service personnel and visitors is offered.

Keywords: catering establishments; heatreceipts; moisture receipts; hot shop; lunch hall; ventilation.

REFERENCES

1. **Livchak A. V.** *Energy-efficient ventilation of hot shops at public catering establishments* AVOK, Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and construction thermophysics. 2016. No. 2. Pp. 60-71. (in Russian)
2. **Tulskaya S. G., Sotnikova O. A., Chuykin S. V.** *Thermal comfort and justification of effective schemes of air exchange in hot shops of restaurant complexes.* Ecology and industry of Russia. 2017. No. 5. Pp. 28-32. (in Russian)
3. **Sharova Yu. A.** *Features of calculation of ventilation and air conditioning systems of air of hot shops of catering establishments* Modern high technologies and perspective materials of textile and light industry (Progress): collection of materials of the international scientific and technical conference. 2013. No. 2(1). Pp. 321-322. (in Russian)
4. **Stomakhina G. I.** *Heating, ventilation and air conditioning. Residential buildings with the built-in attached rooms of public appointment and parking of cars. Cottages. Handbook.* Moscow, Pantory. 2003. 308 p. (in Russian)

5. **Mershchiyev A. A., Startseva N. A.** *Features of design of systems of providing microclimate of trade exhibition complexes* Engineering systems and construction. 2012. No. 2. Pp. 50-55. (in Russian)
6. **Mershchiyev A. A., Mershchiyeva I. P.** *Recovery is warm in Building* Engineering systems and constructions. 2013. No. 4. Pp. 16-21. (in Russian)
7. **Zherlykina M. N., Yaremenko S. A.** *System for microclimate of buildings and structures: textbook.* Voronezh, Voronezh state University of architecture and construction. 2013. 160 p. (in Russian)
8. **Sharova Yu. A., Laslova N.I ., Laptev V. Yu., KHar'kov N. S.** *Localization of excess of warmth and dangerous factors in the hot Catering establishments.* Avenue of science. 2017. Vol.1. No. 12. Pp. 199-207. (in Russian)
9. **Maltseva D. V.** *The local exhaust ventilation in hot shops of catering establishments* Student's science. researches in the field of architecture, constructions and environmental protections theses of reports. 36th All-Russian student's scientific and technical conference. Samara state technical university. 2017. Pp. 370. (in Russian)
10. **Andriyashkin O. O., Zhdanova O. A., Kononova M. S.** *The comparison of technical and economic parameters of local devices for clearing of inlet air.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 1(4). Pp. 104-110. (in Russian)

Received 20 April 2018

Для цитирования:

Мерщев, А. А. Особенности проектирования и эксплуатации систем вентиляции на предприятиях общественного питания / А. А. Мерщев, Т. В. Землянухина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 27-33.

FOR CITATION:

Mershchiyev A. A., Zemlyanukhina T. V. *Features of design and operation of ventilation systems at catering establishments.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 27-33. (in Russian)

УДК 628.83

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ СКВ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

М. Н. Жерлыкина, Т. В. Щукина, Е. И. Лобов

Жерлыкина Мария Николаевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: zherlykina@yandex.ru

Щукина Татьяна Васильевна, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(903)859-15-73; e-mail: schukina.niki@yandex.ru

Лобов Евгений Иванович, магистрант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(961)183-33-54; e-mail: joka-1337@mail.ru

Рассмотрены некоторые особенности систем автоматического регулирования параметров воздушной среды в системах кондиционирования для предприятий общественного питания. Для анализа достигаемой энергоэффективности в различных условиях эксплуатации были выбраны районы строительства и выполнено их климатологическое описание. Приведена таблица статистики по загрузке обеденного зала столовой общепита. Представленные процессы на $J-d$ диаграмме влажного воздуха характеризуют изменение параметров внутреннего воздуха в соответствии с количеством посетителей. Выполненный расчет воздухообмена на ассимиляцию явной и полной теплоты, а также влаговыделений показывает, что в зависимости от времени суток расход может изменяться от 11 до 27 тыс. м³/ч, достигая своего максимума лишь только в период с 13 до 14 часов. Учитывая, что в остальное время загруженность зала невелика, автоматическим регулированием можно достичь значительной экономии энергоресурсов на обработку приточного воздуха. В соответствии с обоснованным регулированием подачи свежего воздуха в обеденный зал построены графики с почасовым расходом холода для разных городов. Приводятся экономические показатели снижения оплаты за ресурсы при автоматической регулировке параметров приточного воздуха, в том числе и его расхода в зависимости от количества посетителей обеденного зала.

Ключевые слова: система автоматического регулирования воздуха; система кондиционирования воздуха; общедоступная столовая; обеденный зал; график загрузки обеденного зала; энергосбережение; $J-d$ диаграмма; экономическое обоснование.

Повышение благосостояния населения неизбежно сопровождается развитием сети общественного питания. Предприятия, входящие в данную структуру, как правило, характеризуются единством форм организации производства и обслуживания потребителей и различающиеся по типам и специализации [1].

Столовая – общедоступное или обслуживающее определенный контингент потребителей предприятие ресторанного предпринимательства, осуществляющего реализацию обеденной продукции массового спроса в соответствии с различным по дням меню. Услуга «питание» в столовой – это изготовление разнообразной кулинарной продукции или специальных рационов питания для различных групп обслуживаемого контингента (работников, школьников, туристов и др.), а также создание условий для реализации и непосредственного потребления [1, 2]. В перечне этих условий лидирующие позиции занимают санитарно-гигиенические требования к помещениям, в том числе и к их микроклимату.

Для обеспечения оптимальных параметров при расчетных показателях воздухообмена требуются значительные энергозатраты. Чтобы добиться экономии, следует использовать системы автоматического регулирования (САР) для приточно-вытяжной вентиляции.

Наиболее широко используются методы математического описания САР на основе

передаточных функций $W(p)$, которые отражают взаимосвязь входных и выходных параметров отдельных элементов и всей системы [3, 4]. В общем виде САР можно представить схемой, показанной на рис. 1. Зная $W_{об}(p)$ и задаваясь свойствами САР – передаточной функцией $W_c(p)$, можно выбрать или настроить уже выбранный регулятор – $W_p(p)$.

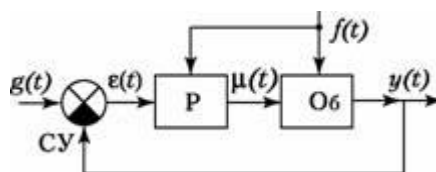


Рис. 1 – Обобщенная структурная схема САР:

Об – объект регулирования с передаточной функцией $W_{об}(p)$; СУ – устройство сравнения; Р – регулятор с передаточной функцией $W_p(p)$; $f(t)$ – возмущающее воздействие; $y(t)$ – регулируемая величина; $\varepsilon(t)$ – ошибка регулирования; $g(t)$ – задающее воздействие; $\mu(t)$ – управляющее воздействие

Система кондиционирования воздуха (СКВ), как объект управления, является достаточно сложной (рис. 2) [3...6]. Поэтому передаточные функции объекта регулирования $W_{об}(p)$ определяют для отдельных функциональных элементов системы с использованием передаточных функций типовых динамических звеньев. Нахождение передаточной функции для всей СКВ, как объекта регулирования, производится по правилам определения суммарной передаточной функции при различном соединении звеньев.

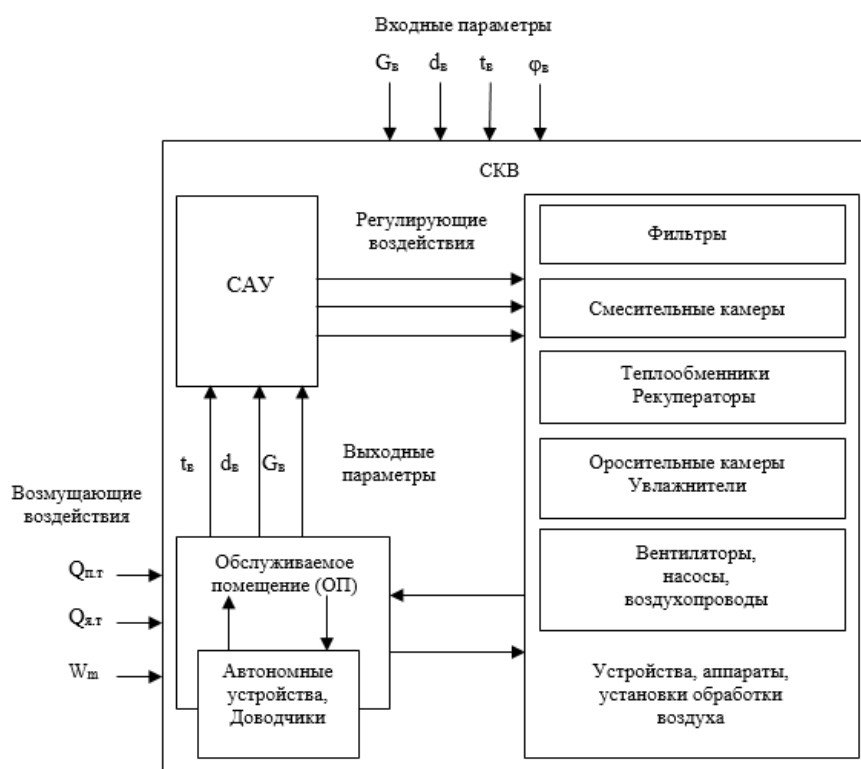


Рис. 2 – Обобщенная структурная схема СКВ как объекта автоматизации: t_n, d_n, G_n, φ_n – температура, влажность, влагосодержание, расход наружного воздуха; t_b, d_b, G_b – температура, влажность, расход воздуха в помещении; $Q_{п.т}, Q_{я.т}, W_m$ – тепловая (полная и явная) и влажностная нагрузки

Не смотря на некоторые сложности в организации автоматического регулирования СКВ, достигаемая экономия позволяет быстро окупить расходы на применяемое для этой цели оборудование. Поэтому рассмотрим возможные перспективы для обустройства обеденного зала площадью 114,1 м², рассчитанной на 180 посадочных мест в различных климатических зонах, представленными такими городами, как Санкт-Петербург, Сочи и Волгоград.

Климат Санкт-Петербурга умеренный, переходный от умеренно континентального к умеренно морскому. Такой тип климата объясняется географическим положением (рис. 3) и атмосферной циркуляцией, характерной для Ленинградской области. Это обуславливается, в том числе, и сравнительно небольшим количеством поступающего на земную поверхность солнечного излучения при значительной облачности. По классификации климатов Кёппена он относится к влажному континентальному.

Сочи расположен в зоне влажных субтропиков. На климат Сочи оказывают значительное влияние море (летом от него прохладнее, зимой оно согревает) и рельеф местности (горы ограждают от холодных северных ветров). Характерна высокая влажность, особенно вдоль побережья.

Климат Волгограда – умеренно-континентальный. Расположенность на юго-востоке европейской части РФ вызывает сильные перепады температур. Лето, как правило, очень теплое и даже жаркое, когда температура воздуха более 30 °С, а бывает и выше 40 °С. Отсутствие обильных осадков и постоянный ветер приводят к выгоранию растительности. Зима так же нестабильна, и на протяжении двух-трех холодных месяцев наблюдаются постоянные оттепели и похолодания, что приводит к оледенению поверхностей. Самым суровым месяцем принято считать февраль, а самым жарким – июль.



Рис. 3 – Расположение городов и средние температуры и влажности воздуха за период самого тёплого месяца в году (июль) для Санкт-Петербурга, Сочи и Волгограда на карте экономических районов:

t_n – температура наружного воздуха; ϕ_n – относительная влажность наружного воздуха;

1 – Центральный район, 2 – Центрально-Чернозёмный район, 3 – Северный район, 4 – Северо-Западный район, 5 – Северо-Кавказский район, 6 – Поволжский район, 7 – Волго-Вятский район, 8 – Уральский район

Для исследования возможности регулирования воздухообмена типового обеденного зала столовой, принятой к проектированию в обозначенных климатических зонах, были получены среднестатистические данные загрузки в будние дни (табл.).

Режим загрузки обеденного зала общедоступной столовой

Часы работы	Оборачиваемость места, ед/ч	Средняя загрузка зала, %
8-9	3	30
9-10	3	20
10-11	3	20
11-12	2	40
12-13	2	60

Окончание табл.

Часы работы	Оборачиваемость места, ед/ч	Средняя загрузка зала, %
13-14	2	90
14-15	2	70
15-16	2	40
16-17	Перерыв	
17-18	2	30
18-19	2	30
19-20	2	20

Рассчитав избытки полной теплоты и поступления влаги, был определён по *I-d* диаграмме угловой коэффициент луча процесса для каждого часа работы, кДж/кг, по формуле [5, 6, 7, 8]

$$\varepsilon = 3,6 \cdot \frac{Q_{п.т.}}{W_m}, \quad (1)$$

где $Q_{п.т.}$ – полные теплоизбытки, Вт/ч; W_m – количество влаги, поступающей в помещение, кг/ч.

Полученные значения углового коэффициента луча процесса при принятых параметрах внутреннего воздуха и температурах приточного и удаляемого воздуха позволяют оценить изменения микроклимата на *J-d* диаграмме и требуемое охлаждение воздуха для каждого часа работы обеденного зала, соответственно (рис. 4.).

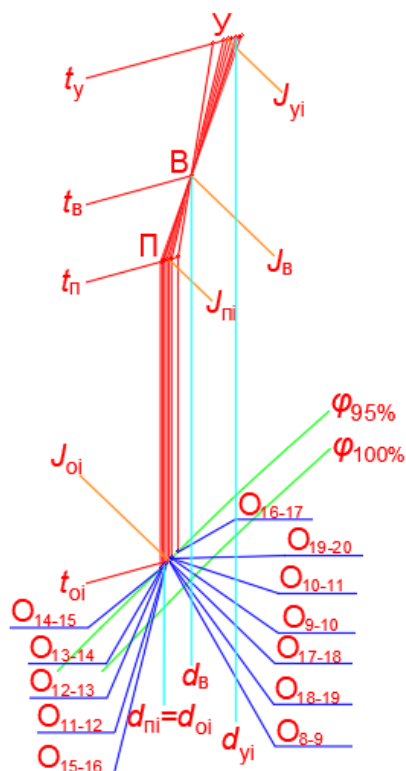


Рис. 4 – Параметры воздуха в помещении на *I-d* диаграмме влажного воздуха

Точка В – характеризует параметры внутреннего воздуха: t_B – температура внутреннего воздуха, J_B – энтальпия внутреннего воздуха, d_B – влагосодержание внутреннего воздуха.

Точка У – характеризует параметры удаляемого воздуха из верхней зоны помещения:

t_{yi} – температура удаляемого воздуха, J_{yi} – энтальпия удаляемого воздуха, d_{yi} – влагосодержание удаляемого воздуха.

Точка П – характеризует параметры приточного воздуха: t_{pi} – температура приточного воздуха, J_{pi} – энтальпия приточного воздуха, d_{pi} – влагосодержание приточного воздуха.

Точка О – характеризует параметры воздуха на выходе из поверхностного воздухоохладителя:

t_{oi} – температура воздуха на выходе из поверхностного воздухоохладителя, J_{oi} – энтальпия воздуха на выходе из поверхностного воздухоохладителя, d_{oi} – влагосодержание воздуха на выходе из поверхностного воздухоохладителя.

i – часы работы обеденного зала.

Зная параметры приточного и удаляемого воздуха возможно определить расходы воздуха по избыткам полной теплоты, избыткам явной теплоты, избыткам влаги по следующим формулам [5-10]:

$$G_{п.т.} = \frac{3,6 \cdot Q_{п.т.}}{I_{yi} - I_{ni}}, \quad (2)$$

$$G_{я.т.} = \frac{3,6 \cdot Q_{я.т.}}{c \cdot (t_{yi} - t_{ni})}, \quad (3)$$

$$G_{w.m} = \frac{W_m}{d_{yi} - d_{pi}}, \quad (4)$$

где $G_{п.т}$ – необходимый расход на ассимиляцию избытков полной теплоты кг/ч; $Q_{п.т}$ – избытки полной теплоты, Вт; I_{yi} , I_{pi} – энтальпия удаляемого и подаваемого в помещение воздуха кДж/кг; $G_{п.т}$ – необходимый расход по избыткам явной теплоты, кг/ч; $Q_{я.т}$ – явные теплоизбытки, Вт; c – теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К); t_y , $t_{п}$ – температуры удаляемого и приточного воздуха, °C; $G_{w.m}$ – необходимый расход по избыткам влаги, кг/ч; d_{yi} , d_{pi} – влагосодержание удаляемого и приточного воздуха, г/кг.

Полученные результаты, приведенные на графике рис. 5, показывают достаточно обширный диапазон требуемого воздухообмена в зависимости от загрузки зала.

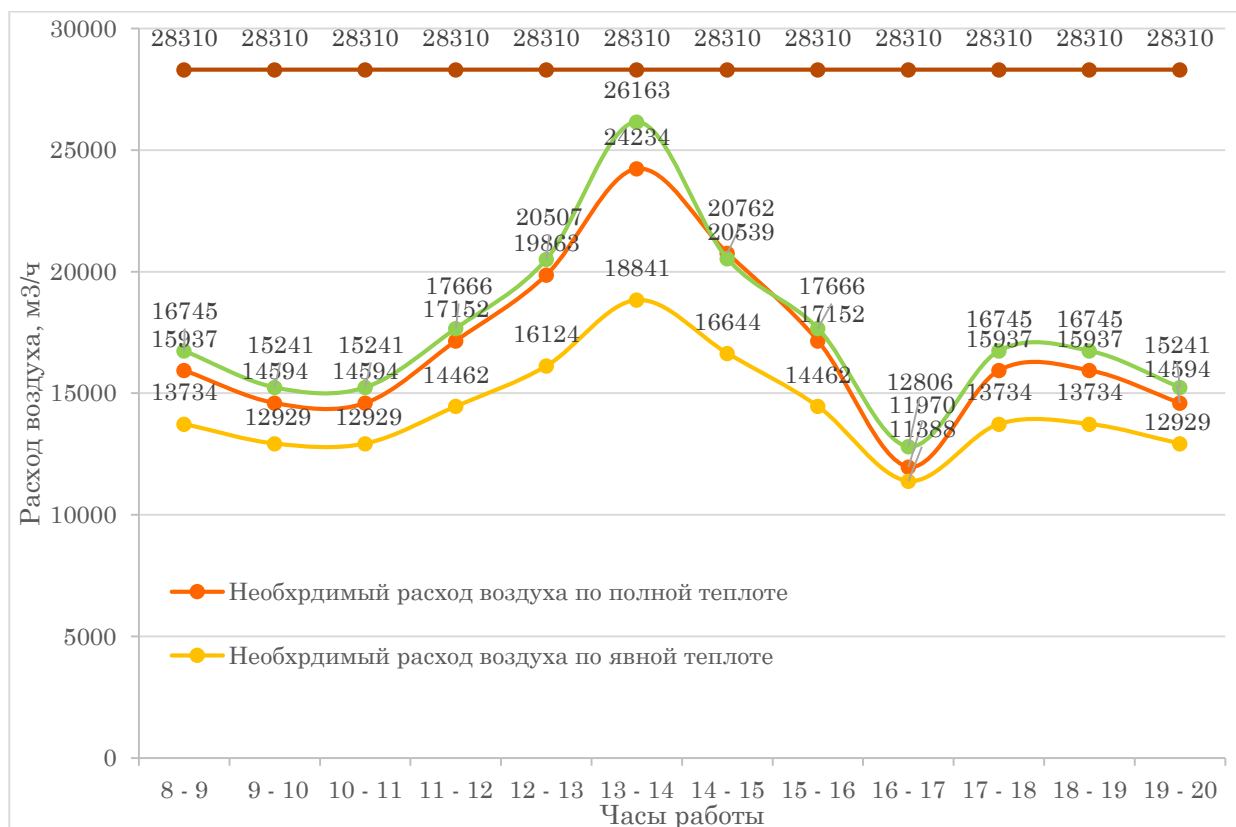


Рис. 5 – График требуемого расхода воздуха по часам для обеденного зала

Для определения минимального необходимого расхода холода на осуществление процесса обработки воздуха, Q_x^{min} , Вт, и на охлаждение и осушку воздуха, Q_x , Вт, использовались следующие формулы:

$$Q_x^{min} = \frac{G_{н.мин} \cdot (I_{bi} - I_{ni})}{3,600} - Q_{п.т}, \quad (5)$$

$$Q_x = \frac{G \cdot (I_{ni} - I_{oi})}{3,600}, \quad (6)$$

где I_{bi} , I_{ni} , I_{oi} – энтальпии воздуха внутреннего, наружного и на выходе из поверхностного воздухоохладителя, кДж/кг; $G_{н.мин}$ – минимально неизбежный расход воздуха при работе системы вентиляции, кг/ч; G – расход воздуха, рассчитанный по формулам (2)...(4).

Проведенные расчёты для каждого часа работы обеденного зала в климатических условиях Санкт-Петербурга, Сочи и Волгограда представлены в виде графиков на рис. 6, 7, 8. Результаты расчетов позволили оценить расходы на электроэнергию при обеспечении автоматического регулирования подачи воздуха.

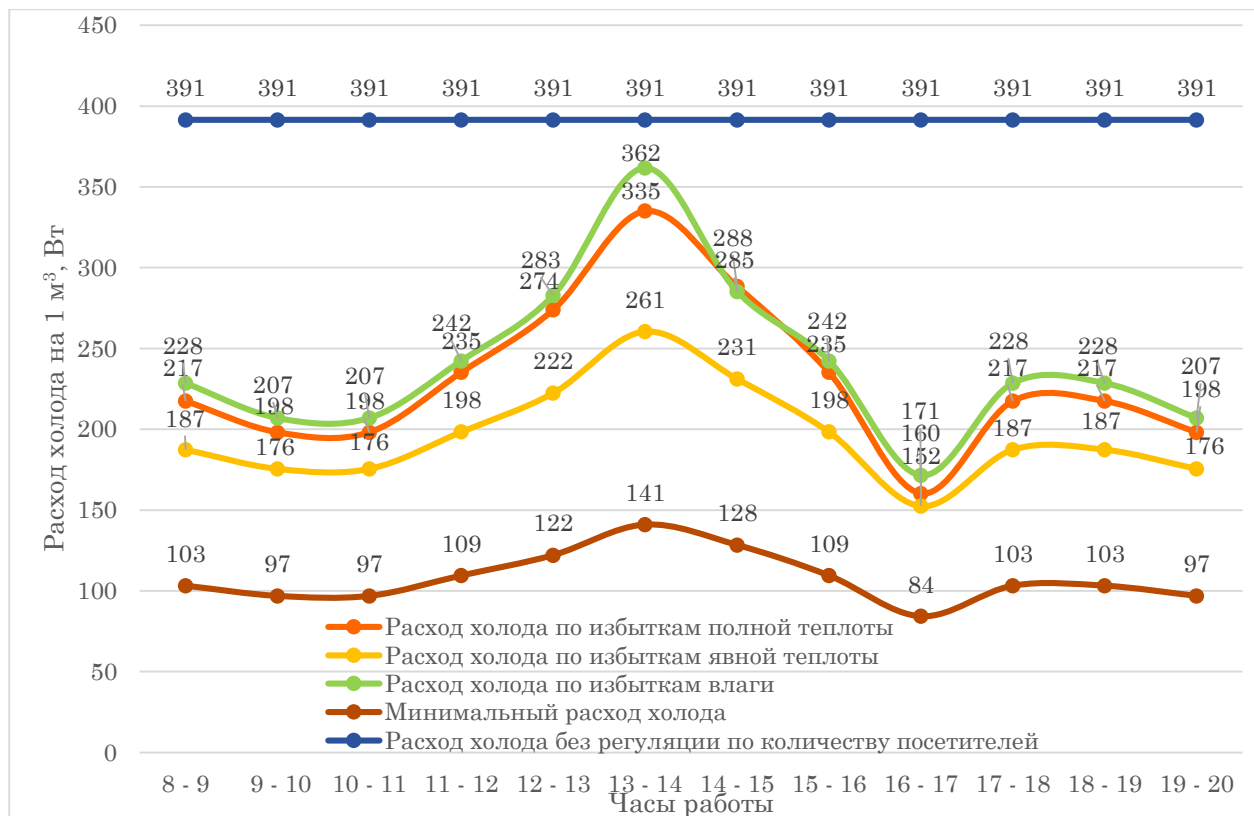


Рис. 6 – График расхода холода по часам для обеденного зала в городе Санкт-Петербург

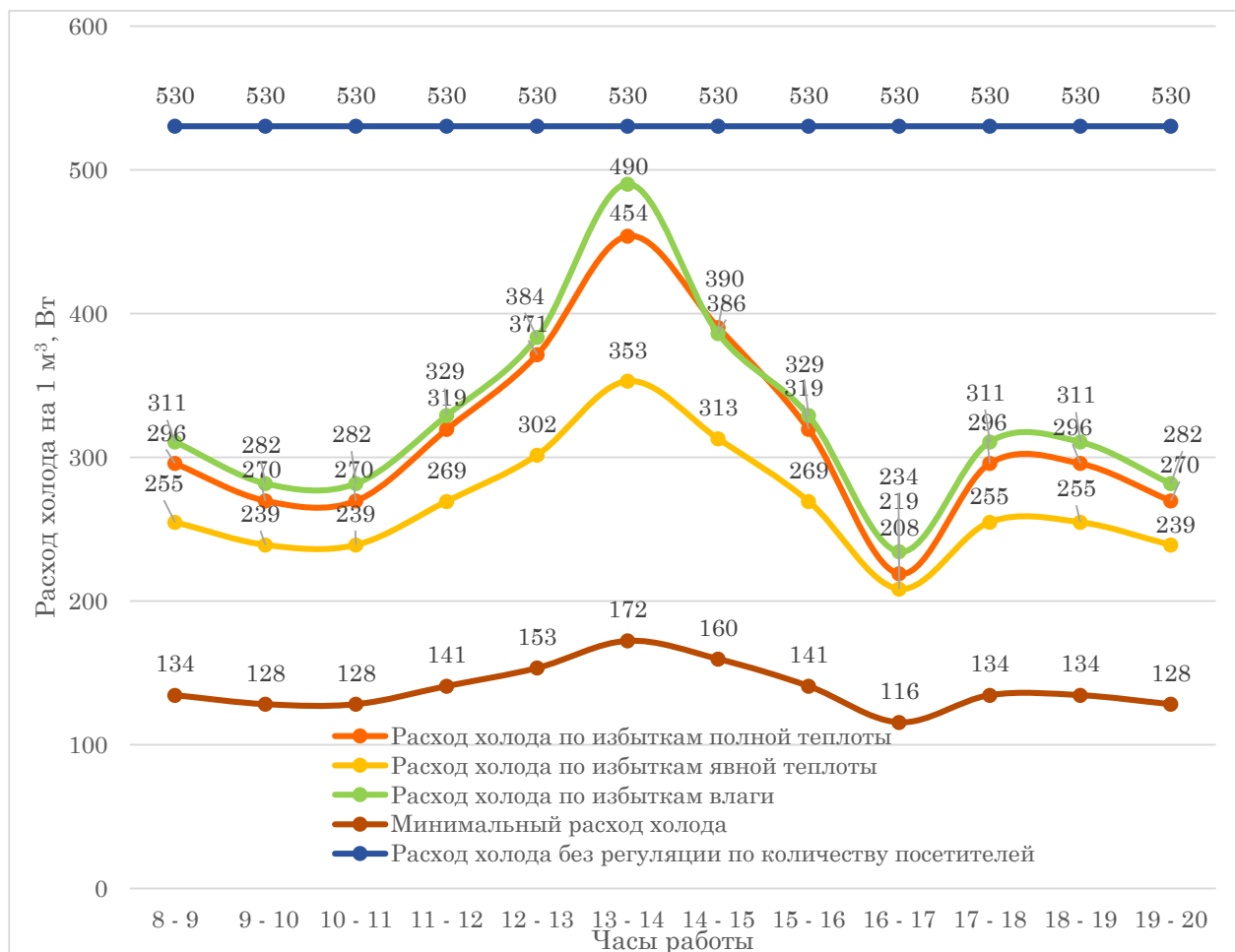


Рис. 7 – График расхода холода по часам для обеденного зала в городе Волгоград

В Санкт-Петербурге удельные затраты на электроэнергию для снабжения СКВ без учета заполнения помещения и, соответственно, регулирования составляют приблизительно $0,521 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$. При автоматизации СКВ с учетом величины возмущающих воздействий по времени, в пиковые часы загрузки зала затраты составят $0,482 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$, а в часы с минимальной загрузкой зала – $0,228 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$. Таким образом, при автоматизации работы СКВ по часам экономия электроэнергии составляет при пиковой нагрузке $0,04 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$, при минимальной нагрузке $0,293 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$.

В Волгограде удельные затраты на электроэнергию для снабжения СКВ без учета заполнения помещения составляет приблизительно $0,71 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$. При автоматизации СКВ с учетом величины возмущающих воздействий по времени они составят: в пиковые часы загрузки зала $0,653 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$; в часы с минимальной загрузкой зала $0,312 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$. Следовательно, при автоматизации работы СКВ будет достигнута экономия электроэнергии при пиковой нагрузке $0,06 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$, при минимальной нагрузке $0,398 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$.

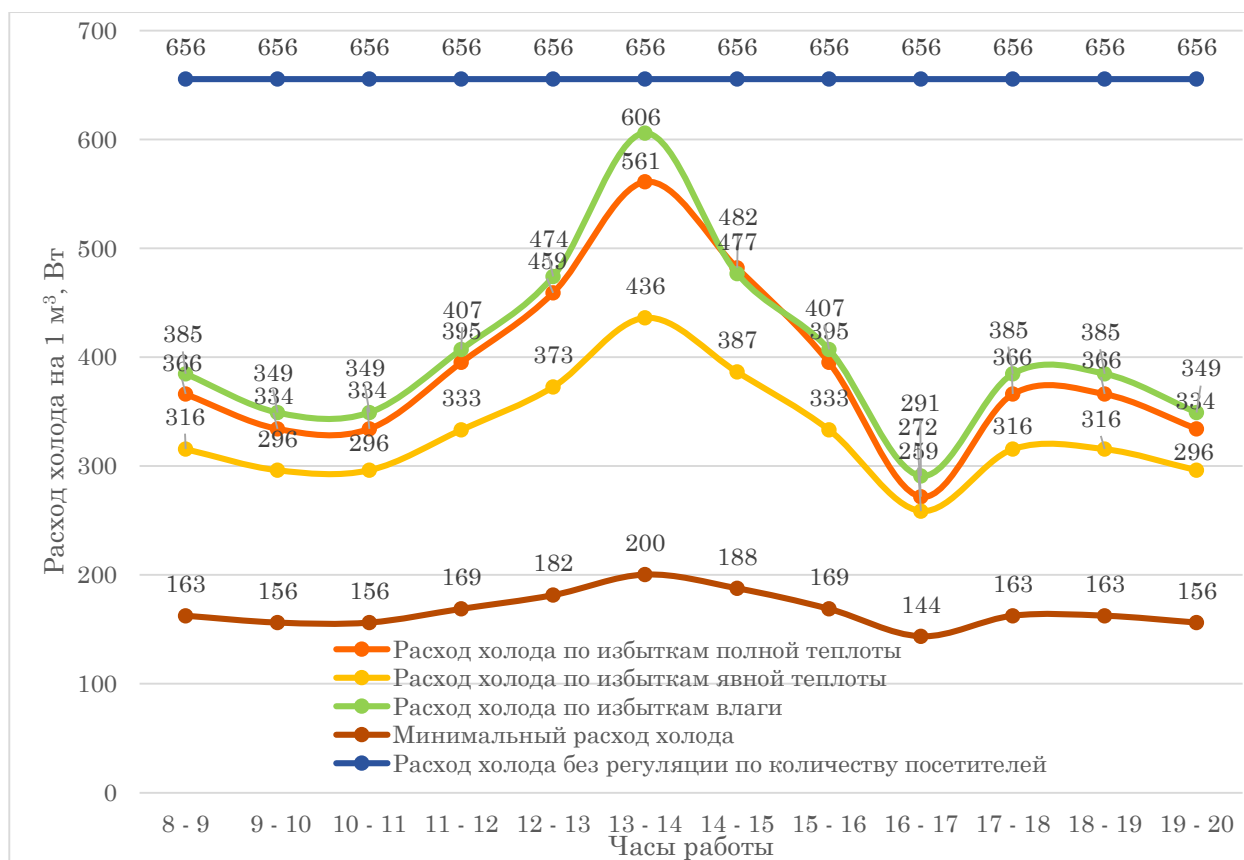


Рис. 8 – График расхода холода по часам для обеденного зала в городе Сочи

В Сочи удельные затраты на электроэнергию для снабжения СКВ без учета заполнения помещения составляет приблизительно $0,875 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$. При автоматизации СКВ с учетом величины возмущающих воздействий по времени они составят: в пиковые часы загрузки зала $0,808 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$; в часы с минимальной загрузкой зала $0,388 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$. Будет достигнута экономия электроэнергии при пиковой нагрузке на $0,07 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$, при минимальной нагрузке на $0,487 \text{ руб./Вт}\cdot\text{м}^3$.

Заключение.

Проведенные исследования загруженности обеденного зала столовой позволили составить среднестатистический режим его заполнения посетителями. В соответствии с полученным почасовым изменением количества людей определены технико-экономические

показатели работы оборудования при регулировании расходов воздуха в зависимости от загруженности зала и потребления холода в центральных кондиционерах.

Расчеты показали, что разница между максимальной и минимальной нагрузкой может достигать 55 %. Поэтому можно считать обоснованной необходимость применения системы автоматического регулирования с расширенным списком возмущающих воздействий для энергосбережения и экономии денежных средств.

Используя системы автоматического регулирования в СКВ, в том числе и по согласованию с функцией учета количества посетителей, по их инфракрасному излучению в зале, можно добиться существенной экономии ресурсов, затрачиваемых на ассимиляцию вредных веществ, и, как следствие, максимальной энергоэффективности при обеспечении оптимальных параметров микроклимата помещений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Шаповалов, Н. Н.** Организация работы предприятий общественного питания / Под ред. Н. Н. Шаповалова / Н. Н. Шаповалов, В. И. Пивоваров, Б. А. Крымская, В. М. Платонов. – М.: Экономика, 2010. – 303 с.
2. **Васюкова, А. Т.** Проектирование предприятий общественного питания: Практикум / А. Т. Васюкова. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. – 144 с.
3. **Сотников, А. Г.** Автоматизация систем кондиционирования воздуха и вентиляции. – Л.: «Машиностроение», 1984. – 235 с.
4. **Нефелов, С. В.** Техника автоматического регулирования в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. – 2-е изд., перераб. и доп. / С. В. Нефелов, Ю. С. Давыдов. – М.: Стройиздат, 1984. – 328 с.
5. **Белова, Е. М.** Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях / Е. М. Белова. – М.: Евроклимат, 2006. – 640 с.
6. **Стомахина, Г. И.** Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха / Г. И. Стомахина. – М.: ПАНТОРИ, 2003. – 275 с.
7. **Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений:** учеб. пособие / М. Н. Жерлыкина, С. А. Яременко. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2013. – 160 с.
8. **Жерлыкина, М. Н.** Кондиционирование воздуха и холодоснабжение общественных зданий: учеб. пособие / М. Н. Жерлыкина. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2011. – 124 с.
9. **Замятина, А. А.** Сравнительный анализ энергоэффективности традиционного и альтернативного способов кондиционирования воздуха офисных зданий / А. А. Замятина, М. Н. Жерлыкина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 2(5). – с. 38-46.
10. **Fanger, O. P.** Качество внутреннего воздуха в XXI веке: в поисках совершенства / Fanger O. P. // АВОК. – 2000. – № 2. – С. 14-21.

Поступила в редакцию 26 июня 2018

ENSURING ENERGY SAVING OF AIR CONDITIONING SYSTEM OF PUBLIC CATERING ENTERPRISES

M. N. Zherlykina, T. V. Shchukina, E. I. Lobov

Zherlykina Mariya Nikolaevna, Cand. Tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473) 271-28-92; e-mail: zherlykina@yandex.ru

Shchukina Tatiana Vasilievna, Cand. tech. Sciences, associate Professor, Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7 (903) 859-15-73; e-mail: schukina.niki@yandex.ru

Lobov Evgeniy Ivanovich, master of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7 (961)183-33-54; e-mail: jaka-1337@mail.ru

Some peculiarities of systems of automatic regulation of air environment parameters in air conditioning systems for public catering establishments are considered. To analyze the energy efficiency achieved in different operating conditions, the construction areas were selected and their climatological description was performed. The table of statistics on loading of a dining hall of a dining room of a public catering is resulted. The presented processes on the J-d diagram of moist air characterize the change in the parameters of the internal air in accordance with the number of visitors. The calculation of air exchange for the assimilation of apparent and total heat, as well as moisture emissions, shows that, depending on the time of day, the flow rate can vary from 11 to 27 thousand m³ / h, reaching its maximum only from 13 to 14 hours. Given that the rest of the time, a small congestion of the hall, automatic regulation can achieve significant energy savings for processing of fresh air. In accordance with the justified regulation of the supply of fresh air to the dining hall, graphs are constructed with the hourly expenditure of cold for different cities. Economic indicators of reducing payment for resources are provided with automatic adjustment of the supply air parameters, including its consumption depending on the number of visitors to the dining hall.

Keywords: automatic air regulation system; air conditioning system; common dining room; dining room; schedule for loading the dining hall; energy saving; J-d diagram; economic justification.

REFERENCES

1. **Shapovalov N. N., Pivovarov V. I., Krymskaya B. A., Platonov V. M.** *Organization of work of public catering enterprises*. Economics. 2010. 303 p. (in Russian)
2. **Vasyukova A. T.** *Design catering: Workshop*. Moscow, Publishing and trading Corporation «DashkovAnd K». 2012. 144 p. (in Russian)
3. **Sotnikov A. G.** *Automation of air conditioning and ventilation systems*. Leningrad., Mechanical Engineering. 1984. 235 p. (in Russian)
4. **Nefedov S. V., Davydov Y. S.** *Control technology in ventilation and air-conditioning*. Moscow, Stroizdat. 1984. 328 p. (in Russian)
5. **Belova E. M.** *Central air conditioning systems in buildings*. Moscow, Evroklimat. 2006. 640 p. (in Russian)
6. **Stomakhina G. I.** *Heating, ventilation and air conditioning*. Moscow, PANTARI. 2003. 275 p. (in Russian)
7. **Zherlykina M. N., Yaremenko S. A.** *System for microclimate of buildings and structures*. Voronezh. 2013. 160 p. (in Russian)
8. **Zherlikina M. N.** *Air conditioning and cooling of public buildings*. Voronezh, Voronezh State Architectural and Construction University. 2011. 124 p. (in Russian)
9. **Zamyatina A. A., Zherlykina M. N.** *Comparative analysis of energy efficiency of traditional and alternative methods of air conditioning*. Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 2(5). Pp. 38-46. (in Russian)
10. **Fanger O. P.** *Indoor air Quality in the XXI century: in search of excellence* AVHC. 2000. No 2. Pp. 14-21. (in Russian)

Received 26 June 2018

Для цитирования:

Жерлыкина, М. Н. Обеспечение энергосбережения СКВ предприятий общественного питания / М. Н. Жерлыкина, Т. В. Щукина, Е. И. Лобов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 34-42.

FOR CITATION:

Zherlykina M. N., Shchukina T. V., Lobov E. I. *Ensuring energy saving of air conditioning system of public catering enterprises*. Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 34-42. (in Russian)

УДК 628.218:532.542

НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПОТОКА В ДОЖДЕВОЙ СИСТЕМЕ ВОДООТВЕДЕНИЯ

В. Ф. Бабкин, Е. В. Дроздов, Е. А. Завалина

Бабкин Виктор Филиппович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-50-48; e-mail: zavalina@vgasu.vrn.ru

Дроздов Егор Васильевич, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-50-48; e-mail: zavalina@vgasu.vrn.ru

Завалина Елена Александровна, старший преподаватель кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-50-48; e-mail: zavalina@vgasu.vrn.ru

Рассмотрен колебательный процесс, возникающий в дождевой системе водоотведения при смене безнапорного и напорного режимов потока. Приведено описание предполагаемого механизма возникновения самовозбуждающихся колебаний потока в системе «водовод - дождеприемный колодец» при заполнении водоотводящей трубы, близком к единице. Показано, что смена режимов течения в водоотводящих трубах происходит при изменении расхода и уровня воды в дождеприемном колодце. Описаны характерные особенности развития автоколебательного процесса в водоотводящих трубах и дан анализ устойчивости потока. Наличие резко нестационарного, колебательного процесса в водоотводящих трубах, снабженных на входе дождеприемными колодцами, объясняется существованием в водоводах замкнутого сечения двухзначных глубин в области их наполнения, близкого к полному. В качестве примера рассмотрен колебательный процесс в железобетонной трубе диаметром 250 мм и длиной 20м. Рассчитана пропускная способность трубы в зависимости от глубины воды в дождеприемном колодце и проведен анализ устойчивости стационарного режима совместной работы системы «дождеприемный колодец – водоотводящий трубопровод». Определены границы области неустойчивости потока в дождевой системе водоотведения и диапазон расхода, при котором возможно возникновение резко нестационарного колебательного процесса в водоотводящих трубах.

Ключевые слова: дождевая система водоотведения; дождеприемный колодец; устойчивость потока; неустойчивое движение сточных вод.

Водоотводящие трубы дождевой системы канализации проектируют исходя из расчетной интенсивности атмосферных осадков, причем для сетей полных раздельных систем и сетей общесплавных систем водоотведения рекомендуется принимать полное их наполнение, но при условии безнапорного течения, когда свободная поверхность воды совпадает с верхним сводом (шелыгой) трубы [1, 2]. При изменении расхода дождевых вод происходит изменение уровня воды в колодце, и водоотводящая труба работает в переменном режиме, чередуя напорный и безнапорный режимы. Это обусловлено тем, что дождеприемные колодцы представляют собой круглые или прямоугольные емкости ограниченных размеров, соизмеримых с соответствующими размерами водоотводящих труб. В верхней части колодцы перекрыты водопропускными решетками (рис. 1).

Исследования работы трубчатых водопропускных сооружений с верхним бьефом ограниченных размеров позволили выявить существование резко неустойчивого потока в предельном диапазоне расходов наполнений трубы [2...4]. Резко нестационарный характер движения воды характеризуется пульсациями расхода и скоростей, колебаниями уровня воды в дождеприемнике. Это может являться причиной нарушения стыков и разрушения труб [3-5], поэтому установление зоны существования резко нестационарного

движения в зависимости от степени наполнения трубы является актуальной задачей.

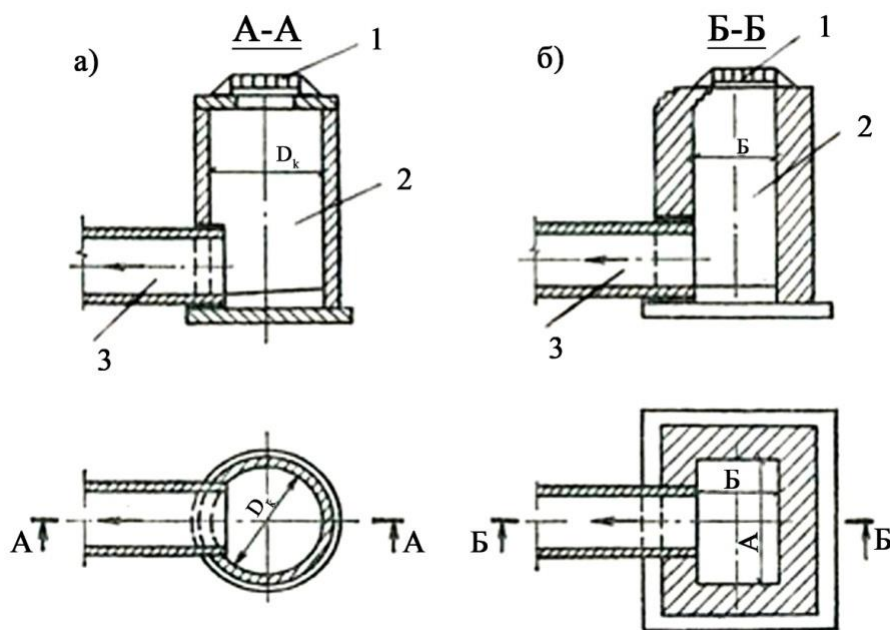


Рис. 1 – Дождеприемные колодцы: а – круглый; б – прямоугольный; 1 – решетка; 2 – колодец, 3 – водоотводящая труба

Представляет также определенный интерес установление причины самовозбуждающихся колебаний потока и оценка возможности возникновения неустойчивых режимов работы водовода с дождеприемником ограниченных размеров. Исследования показывают, что режим движения воды в водоотводящих трубах дождевой системы водоотведения аналогичен режиму потока в дорожных водопропускных трубах или нерегулируемых туннельных выбросах ГЭС [3...7].

Дорожные водопропускные трубы проектируют как на работу полным сечением, так и на частичное заполнение сечения, поэтому по режиму протекания воды их подразделяют на безнапорные, полупапорные и напорные [3]. Безнапорный режим характеризуется наличием свободной поверхности потока на всем протяжении трубы (рис. 2, а). Полупапорный режим протекания воды в трубе имеет два характерных участка: участок на входе и основной (рис. 2, б). Входной участок характеризуется затопленным входом в трубу, где поток соприкасается по всему периметру со стенкой трубы, и заканчивается сжатым сечением с глубиной h_c , которая меньше критической глубины h_k ($h_c < h_k$), затем протекание потока происходит со свободной поверхностью. Напорный режим характеризуется тем, что все поперечное сечение трубы по всей ее длине полностью затоплено водой (рис. 2, в).

На режим работы трубы оказывают влияние форма поперечного сечения и условия входа потока в трубу. При практических расчетах круглых труб считают [2], что безнапорный режим существует при $H \leq 1,2d$, полупапорный - при $1,2d < H < 1,4d$, а напорный при $H \geq 1,4d$. Здесь H – уровень воды в верхнем бьефе перед трубой; d – диаметр трубы.

Выбор диаметра водопропускной трубы и расчет параметров потока производят с учетом вышеперечисленных режимов протекания воды. Наиболее частым случаем является свободное протекание, когда уровень воды в нижнем бьефе за трубой не влияет на условия протекания потока в трубе. Существенно отметить при этом, что пропускная способность полупапорных труб больше, чем безнапорных, а при напорном режиме трубы обладают наибольшей пропускной способностью [2].

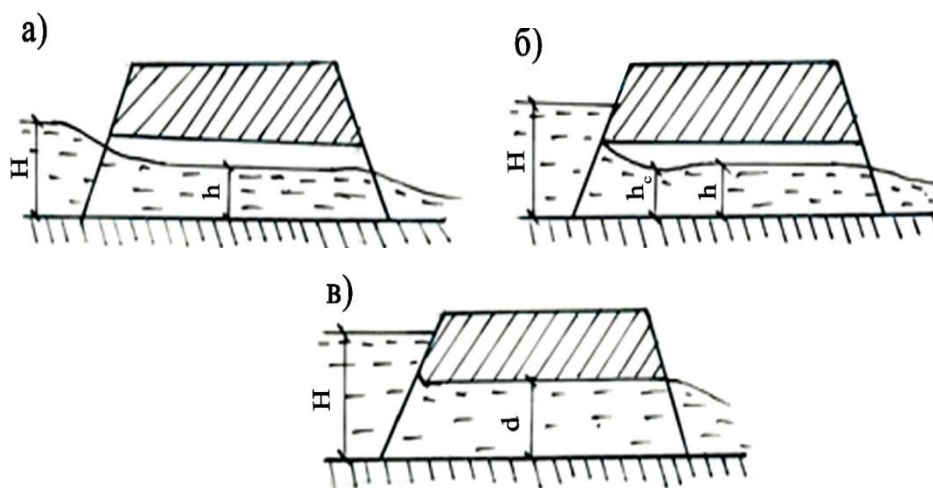


Рис. 2 – Режимы потока в дорожных водопропускных трубах: а – безнапорный; б – полунанпорный; в – напорный

В реальных условиях расходы, пропускаемые трубчатыми водоводами, изменяются в довольно больших пределах, в диапазоне от некоторого минимального до значительно превышающего расчетный. При этом в трубопроводах, запроектированных как на безнапорный, так и напорный режим работы, возможна смена этих режимов, т.е. переход потока из безнапорного в напорный и обратно.

Аналогичные явления наблюдаются и при движении воды в водоотводящих трубах дождевой канализации. Исследование совместной работы водоотводящих труб с дождеприемными колодцами позволили выявить существование резко неустановившегося потока в определенном диапазоне расходов и наполнений трубы. Установлено, что в диапазоне расходов от $Q = 0$ до Q_1 и соответствующих им наполнений $0 < h/d < h_1/d$ поток заполняет сечение трубы лишь частично. При расходах, превышающих некоторый расход Q_2 ($h/d > h_2/d$) поток заполняет сечение водовода полностью. И в одном и в другом случаях движение жидкости является установившимся и равномерным. В диапазоне расходов $Q_1 \leq Q \leq Q_2$ и наполнений $h_1/d \leq h/d \leq h_2/d$ водовод работает в резко нестационарном режиме. При этом вниз по потоку движутся, периодически возникая у входа в трубу, крупные, замкнутые воздушные полости и массы воды («пробки»), заполняющие все поперечное сечение трубы (рис. 3).

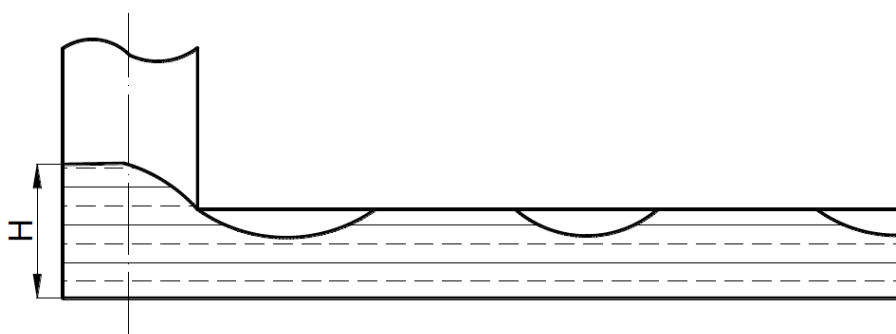


Рис. 3 – Схема резко нестационарного, пробкового режима в водоотводящей трубе с дождеприемным колодцем

Резко нестационарный, «пробковый» характер движения воды, сопровождающийся непрерывным образованием и перемещением вдоль водовода полостей воздуха, характеризуется пульсациями расхода и скоростей, колебаниями уровня воды в дождеприемном колодце.

Обычно нестационарный колебательный процесс в водопропускных дорожных трубах и строительных тоннелях ГЭС связывают с неустойчивостью свободной поверхности

потока при глубине, близкой к критической [3, 7]. В области околоскритического течения на свободной поверхности потока возникают гравитационные волны, поэтому, если гребень волны будет касаться верха трубы, то сразу возникает подпор жидкости. В результате подпора пропускная способность трубы уменьшается, что ведет к поднятию уровня воды в дождеприемном колодце. Под напором воды волна сносится вниз по потоку и в трубе восстанавливается безнапорный режим. Затем вновь образуется волна и подпор, т.е. водопропускная труба работает при резко нестационарном режиме.

Однако, такое объяснение возникновения нестационарного колебательного режима движения в водоотводящих трубах дождевой канализации не соответствует имеющимся опытным данным [2], согласно которым в водоотводящих трубах с дождеприемным колодцем такой режим наблюдается и при значениях наполнения трубы, превышающих критическую глубину.

По мнению авторов, наличие резко нестационарного, «пробкового» режима движения в водоотводящих трубах, снабженных на входе дождеприемными колодцами, можно объяснить существованием переменных значений пропускной способности в водоводах замкнутого сечения при наполнениях, близких к полному. Известно, что, например, в круглых трубах максимальная пропускная способность достигается при наполнении $h/d = 0,95$, а максимальная скорость – при $h/d = 0,81$ [4, 8, 9]. Это связано с тем, что при заполнении сечения в верхней части трубы смоченный периметр растет быстрее, чем площадь живого сечения, а поэтому уменьшаются гидравлический радиус и, соответственно, скорость и расход [4]. Графически это означает, что градиент характеристики трубопровода dQ/dh меняет знак с положительного значения при наполнении $h/d > 0,95$ на отрицательное – при $h/d < 0,95$, что дает принципиальную возможность возникновения неустойчивой работы системы трубопровод-резервуар.

Рассмотрим в качестве примера характеристику $H = f(Q)$ круглой железобетонной водоотводящей трубы диаметром $d = 250$ мм, длиной $L = 20$ м с дождеприемным колодцем, изображенную на рис. 4, и покажем возможность возникновения нестационарного колебательного процесса.

При построении характеристики, представленной на рис. 4, пропускная способность Q для безнапорного режима движения (при $h < 1,4H$) определена из формулы Шези [10].

$$Q = K \sqrt{i_0}, \quad (1)$$

где K – расходная характеристика трубы, $\text{м}^3/\text{с}$; i_0 – уклон заложения трубы (в расчетах принят $i_0 = 0,02$).

Для напорного режима движения ($h > 1,4H$) использована формула [10].

$$Q = \mu \omega \sqrt{2g(H + i_0 L - 0,85d)}, \quad (2)$$

где ω – площадь поперечного сечения трубы, м^2 ; g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$, μ – коэффициент расхода, рассчитываемый по формуле:

$$\mu = \sqrt{1/(1 + \zeta + \lambda \frac{L}{d})}, \quad (3)$$

где ζ – коэффициент местного сопротивления при входе в трубу, λ – коэффициент гидравлического трения. В расчетах принято $\zeta = 0,5$; $\lambda = 0,02$.

Особенностью работы трубы с колодцем ограниченных размеров является то, что расход через трубопровод может отличаться от расхода, поступающего в колодец, вследствие его наполнения или опорожнения, а глубина воды в колодце H непосредственно связана с глубиной воды в трубе h при безнапорном режиме работы, или с пьезометрической высотой – при напорном.

Рассмотрим влияние малых отклонений параметров системы на устойчивость режима работы на восходящей ветви характеристики (рис.4) в области от точки A до точки B , где $dQ/dH < 0$, и в области от точки B до точки C , где $dQ/dH > 0$. Пусть в какой-то момент времени линия напора в колодце H пересекает характеристику трубопровода в точке M , лежащую между точками A и B . При этом расход через трубопровод будет равен Q_M .

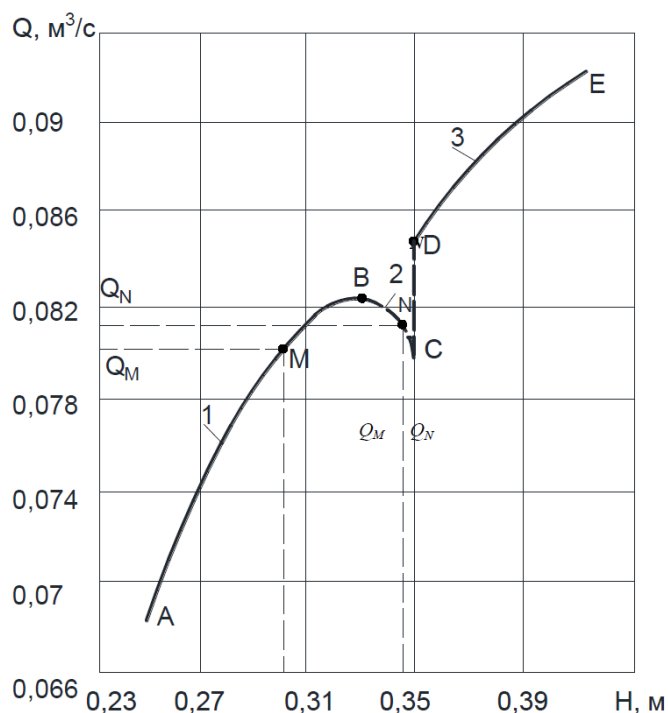


Рис. 4 – Пропускная способность железобетонной трубы диаметром $d = 250$ мм в зависимости от глубины воды в дождеприемном колодце:

1 – безнапорный режим; 2 – резко нестационарный режим; 3 – напорный режим

В области точки M любое случайное небольшое увеличение или уменьшение расхода в трубопроводе на величину ΔQ_M приведет к тому, что располагаемый уровень воды в колодце будет уменьшаться или увеличиваться по сравнению с требуемым напором для пропуска расхода Q_M . Если расход через трубопровод будет меньше расхода Q_M , поступающего в колодец, то в колодец будет поступать воды больше, чем уйдет из него, а уровень воды в колодце будет повышаться. Расход, проходящий через трубопровод, будет увеличиваться до тех пор, пока не достигнет величины Q_M . Если же расход через трубопровод будет больше Q_M , то уровень воды в колодце будет понижаться, а расход, проходящий через трубопровод, будет уменьшаться до тех пор пока не достигнет величины Q_M . Таким образом, при работе системы трубопровод-колодец на восходящей ветви характеристики от нуля до точки B (рис. 4) режим работы будет устойчив.

В области точки N имеет место неустойчивое равновесие – малое возмущение вызывает резкое отклонение от режима работы. Как видно из рис. 4, для рассматриваемой водоотводящей трубы при наличии дождеприемного колодца на ее входе, резко нестационарный колебательный процесс будет наблюдаться при расходе воды, поступающей в колодец, в диапазоне от $Q = 0,083$ м³/с, соответствующего точке B , до $Q = 0,085$ м³/с, соответствующего точке D .

Если линия напора H в колодце пересекает характеристику трубопровода в точке N , лежащую между точками B и C , то небольшое кратковременное уменьшение расхода через трубопровод на величину ΔQ_N , возникшее по тем или иным причинам, вызовет превышение располагаемого напора трубопровода и, как следствие этого, увеличение степени наполнения трубопровода и дальнейшее снижение расхода через трубопровод. Уровень воды в колодце будет резко повышаться, а расход через трубопровод, в соответствии с характеристикой, будет уменьшаться. При достижении уровня воды в колодце, характеризуемого точкой C (рис. 4), трубопровод переходит на напорный режим работы (участок DE), т.е. начинает работать полным сечением. Пропускная способность трубопровода резко возрастает, а поскольку расход, поступающий в колодец, остается неизменным, происходит понижение

уровня воды в колодце. Как только воздух из колодца проникает во входной участок трубопровода, водовод переходит на безнапорный режим работы. Расход, отводимый по трубопроводу из колодца, в этот момент становится меньше расхода, поступающего в него. Уровень воды в колодце повышается, и трубопровод вновь начинает работать полным сечением, при этом колебательный процесс будет повторяться.

Заключение.

Авторами установлено, что особенностью работы дождевой системы водоотведения с дождеприемными колодцами является существование в определенном диапазоне расходов резко нестационарного колебательного режима потока в водоотводящей трубе.

Рассмотренный механизм возникновения самовозбуждающихся колебаний потока в водоотводящих трубах позволяет аналитически определить границы существования неустановившегося движения в каждом конкретном случае в зависимости от конструктивных и режимных параметров трубопровода и дождеприемного колодца, а также наметить пути повышения надежности работы ливневой системы водоотведения.

Проведенные исследования позволяют существенно уточнить и усовершенствовать методику гидравлического расчета водоотводящих сетей, а полученные результаты могут быть полезны специалистам, занимающимся проектированием и эксплуатацией систем водоснабжения и водоотведения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Алексеев, М. И.** Организация отведения поверхностного стока с урбанизированных территорий / М. И. Алексеев, А. М. Курганов. – М.: АВС, 2000. – 352 с.
2. **Курганов, А. М.** Закономерности движения воды в дождевой и общесплавной канализации / А. М. Курганов. – М.: Стройиздат, 1982. – 72 с.
3. **Справочник по гидравлическим расчетам** / П. Г. Киселев [и др.], под ред. П. Г. Киселева – М.: Эколит, 2011. – 312 с.
4. **Петров, Н. А.** Особенности работы трубчатых водопропускных сооружений с верхним бьефом ограниченных размеров / Н. А. Петров, Б. В. Самохвалов // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1973. – № 11. – С. 83-87.
5. **Калицун, В. И.** Гидравлический расчет водоотводящих сетей / В. И. Калицун. – М.: Стройиздат, 1988. – 72 с.
6. **Бабкин, В. Ф.** Задачи водообеспечения, водоотведения, обработки сточных вод и осадков и перспективы их решения / В. Ф. Бабкин // Научно-технические проблемы систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения. Межвузовский сборник трудов. – Воронеж: ВГАСУ, 2002. – С. 59-61.
7. **Алтунин, В. И.** Повышение эффективности гидравлической работы дорожных водопропускных труб / В. И. Алтунин, О. Н. Черных, А. О. Бурлаченко // Природообустройство. – 2016. – № 2. – С. 42-46.
8. **Судольский, Г. А.** Гидравлические условия работы закрытых водосбросов, связанные со сменой режима течения: автореф. дисс. канд. техн. наук 05.23.16 / Г.А. Судольский. – Санкт-Петербург: ВНИИ гидротехники им. Б.Е. Веденева, 1993. – . 23с.
9. **Алексеев, М. И.** Определение объемов стока и сброса дождевых вод / М. И. Алексеев, А. М. Курганов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1995. – № 7. – С. 21-24.
10. **Добромыслов, А. Я.** Гидравлический расчет безнапорных трубопроводов / А. Я. Добромыслов // Трубопроводы и экология. – 2000. – № 2. – С. 8-10.

Поступила в редакцию 15 мая 2018

FLOW INSTABILITY IN THE RAINWATER DRAINAGE SYSTEM

V. F. Babkin, E. V. Drozdov, E. A. Zavalina

Babkin Viktor Filippovich, Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Hydraulics, Water Supply and Water disposal, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7 (473) 271-50-48; e-mail: gidro_kaf@vgasu.ru

Drozdov Yegor Vasilyevich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, Professor of the Department of Hydraulics, Water Supply and Water disposal, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7 (473) 271-50-48; e-mail: gidro_kaf@vgasu.ru

Zavalina Elena Alexandrovna, Senior Lecturer, Postgraduate Student of the Department of Hydraulics, Water Supply and Water disposal, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7 (473) 271-50-48, e-mail: zavalina@vgasu.vrn.ru

The paper deals with the oscillatory process, which starts in the rainwater drainage system while changing the free-flow and pressure regimes. The mechanism of the occurrence of self-excited flow oscillations in the system of water duct – surface runoff inlet when filling the pipe close to unity has been proposed. It is shown that the change of flow regimes in drainage pipes occurs when the flow rate and the water level in the surface runoff inlet change. The presence of a sharply unsteady, oscillatory process in the drainage pipes, provided at the entrance with surface runoff inlets, is explained by the existence of a closed section of two-digit depths in the waterways in the region of their filling, close to the full one. The characteristic features of the development of the self-oscillating process in drainage pipes are described and stability analysis of the flow is given. As an example, an oscillatory process in a reinforced concrete pipe with a diameter of 250 mm and a length of 20 m is considered. The capacity of the pipe is calculated depending on the depth of the water in the surface runoff inlet, and the stability analysis of the stationary mode of the joint operation of the "surface runoff inlet - drainage pipeline" system is carried out. The boundary of the flow instability region in the rainwater diversion system and the flow rate range are established, at which the occurrence of a highly unsteady oscillatory process in the drainage pipes is possible.

Keywords: rainwater drainage system; surface runoff inlet; flow stability; unsteady flow of wastewater.

REFERENCES

1. **Alekseev M. I., Kurganov A. M.** *Organization of surface runoff diversion from urban areas*. Moscow, ABC publishing House. 2000. 352 p. (in Russian)
2. **Kurganov A. M.** *Regularities of water movement in rain and general sewerage*. Moscow, Stroiizdat. 1982. 72 p. (in Russian)
3. **Kiselev P. G.** *Handbook of hydraulic calculations*. Moscow, Ecolit. 2011. 312 p. (in Russian)
4. **Petrov N. A., Samokhvalov B. V.** *Peculiarities of tubular culvert installations with overflow of limited dimensions*. Proceedings of universities. Construction and architecture. 1973. No. 11. Pp. 83-87. (in Russian)
5. **Kalitsun V. I.** *Hydraulic calculation of drainage networks*. Moscow, Stroiizdat. 1988. 72 p. (in Russian)
6. **Babkin V. F.** *The tasks of water supply, water disposal, sewage treatment and precipitation and the prospects for their solution*. Scientific and technical problems of systems of heat and gas supply, ventilation, water supply and water disposal. Interuniversity collection of works. Voronezh, VGASU. 2002. Pp. 59-61. (in Russian)
7. **Altunin V. I., Chernykh O. N., Burlachenko A. O.** *Increase of efficiency of hydraulic operation of road culverts*. Prirodobustroystvo. 2016. No. 2. Pp. 42-46. (in Russian)

8. **Sudolsky G. A.** *Hydraulic working conditions of closed spillways, associated with the change of flow regime: the author's abstract.* St. Petersburg, Institute of Hydraulic Engineering. B. E. Vedeneva. 1993. 23 p. (in Russian)

9. **Alexeev M. I., Kurganov A. M.** *Determination of runoff and discharge of rainwater.* Water supply and sanitary engineering .1995. No. 7. Pp. 21-24. (in Russian)

10. **Dobromyslov A. Ya.** *Hydraulic calculation of non-pressure pipelines.* Pipelines and ecology. 2000. No. 2. Pp.8-10. (in Russian)

Received 15 May 2018

Для цитирования:

Бабкин, В. Ф. Неустойчивость потока в дождевой системе водоотведения / В. Ф. Бабкин, Е. В. Дроздов, Е. А. Завалина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 43-50.

FOR CITATION:

Babkin V. F., Drozdov E. V., Zavalina E. A. *Flow instability in the rainwater drainage system.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 43-50. (in Russian)

УДК 697.921:633.63; 631.243.4

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ ОВОЩЕХРАНИЛИЩ ОТКРЫТОГО ТИПА В СВЕКЛОСАХАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

С. М. Кольцов, М. Н. Жерлыкина

Кольцов Семен Михайлович, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-5249; e-mail: smkoltsov@yandex.ru

Жерлыкина Мария Николаевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: zherlykina@yandex.ru

Период хранения сахарной свеклы завит от эффективности работы системы вентиляции, предназначенной для поддержания параметров хранения корнеплодов. Авторами выделены основные параметры хранения сахарной свеклы. Предложен термин «овощехранилище открытого типа». Рассмотрена схема подачи воздуха в овощехранилище. Проведен обзор технических решений для организации подачи воздуха в объем насыпи сахарной свеклы. Рассмотрены результаты эксплуатации системы равномерной вентиляции насыпи корнеплодов, определены преимущества и недостатки системы. Выявлена необходимость проведения испытаний для определения коэффициента местного сопротивления выпускных отверстий на воздуховоде. Предложена методика экспериментального исследования для нахождения коэффициента местного сопротивления группы выпускных отверстий, расположенных на участке воздуховода.

Ключевые слова: овощехранилище; овощехранилище открытого типа; система вентиляции; вентиляция насыпи; хранение сырья; сахарная свекла.

Повышение эффективности хранения сырья на свеклосахарном производстве является одним из приоритетных направлений развития отрасли. Ограниченность производственных мощностей не позволяет переработать все сырье, поступающее на сахарные заводы. Возникает необходимость применения овощехранилищ для увеличения срока хранения и снижения потерь сахара в свекле [1]. Существует несколько способов хранения корнеплодов: с применением ограждающих конструкций и без них. На свеклосахарных заводах распространен способ организации хранения сырья на открытых площадках без применения ограждающих конструкций и систем вентиляции [2]. Недостатками данного способа являются короткий период хранения сырья (до 3...4 недель) и отсутствие возможности контроля параметров хранения сырья [3]. Типовые овощехранилища с применением ограждающих конструкций нецелесообразно применять в связи с их малыми объемами хранения и коротким сроком эксплуатации в течение года. Для увеличения периода хранения сахарной свеклы до 2...3 месяцев требуется комплексное решение, основным элементом которого является система равномерной подачи воздуха в объем насыпи сырья.

Сохранность сырья во многом зависит от поддержания нормируемых параметров хранения, таких как температура, влажность, доля содержания кислорода в межкорневом пространстве [4]. Оптимальная температура хранения сахарной свеклы составляет 0...+1 °С, относительная влажность 90...95 % [5]. Содержание кислорода в межкорневом пространстве определяет интенсивность потребления сахара при дыхании корнеплодов. Дыхание – это система окислительно-восстановительных реакций, при которой происходит распад сложных органических веществ на простые. Различают два вида дыхания: аэробное (кислородное), когда химическая реакция протекает при достаточном количестве кислорода, и анаэробное, вызываемое недостатком кислорода. При анаэробном дыхании корнеплоды свеклы расходуют на порядок больше сахара, чем при аэробном дыхании [6].

Авторами предлагается термин «овощехранилище открытого типа», который обозначает сооружение, предназначенное для хранения корнеплодов, оснащенное системами создания и поддержания микроклимата в межкорневом пространстве насыпи сырья. В роли ограждающих конструкций выступает внешний слой насыпи, который снижает воздействие окружающей среды на основной массив сырья.

В овощехранилищах открытого типа поддержание нормируемого диапазона параметров хранения сырья возможно с применением системы равномерной подачи воздуха. Воздух поступает в межкорневое пространство по воздуховодам, которые находятся внутри насыпи. На рис. 1 показана схема расположения воздуховода для подачи воздуха. Форма насыпи – трапеция, верхнее основание L равно 10...15 м, высота насыпи H – 6...8 м, угол откоса насыпи α равен 120° . Воздуховод устанавливается на площадке хранения и засыпается сверху корнеплодами. Выделяют две зоны на воздуховоде: с выпускными отверстиями и без них. Длина зоны с выпускными отверстиями равна $1,5 L$. Расход воздуха на участках воздуховода, находящихся под верхним основанием и под боковыми сторонами насыпи, будет отличаться. В статье рассматривается часть зоны с выпускными отверстиями, которая находится непосредственно под верхним основанием насыпи. Она разделена на участки длиной $1/6 L$. На каждом участке должен поддерживаться одинаковый расход воздуха G , $\text{м}^3/\text{ч}$.

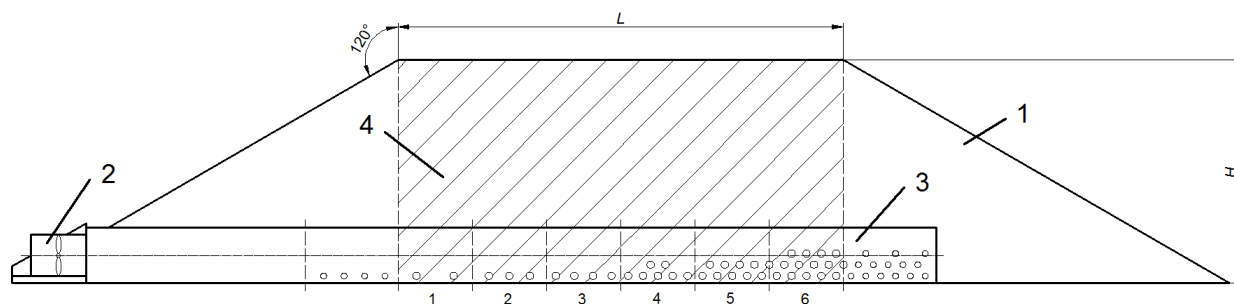


Рис. 1 – Схема расположения воздуховода в насыпи сахарной свеклы:
1 – насыпь сахарной свеклы, 2 – вентиляционный агрегат, 3 – воздуховод, 4 – область исследований

Общий расход воздуха $G_{\text{общ}}, \text{м}^3/\text{ч}$, рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{общ}} = G_n \cdot \rho_{\text{нас}} \cdot H \cdot M \cdot L,$$

где G_n – расход воздуха на 1 тонну сырья, составляет не менее $70 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{т})$ воздуха для отведения избыточной теплоты и поддержания аэробного дыхания сырья [7]; $\rho_{\text{нас}}$ – насыпная плотность сырья, $\text{т}/\text{м}^3$; M – расстояние между соседними воздуховодами, не должно превышать 5...7 м.

Вентиляция насыпи может осуществляться воздуховодами круглого, треугольного и полукруглого сечения с применением конфузоров для перехода на меньшее проходное сечение и без них [8]. При хранении сахарной свеклы чаще используют воздуховоды круглого сечения. Применение конфузоров позволяет поддерживать расчетную скорость воздушного потока в воздуховоде за счет уменьшения площади проходного сечения [9]. Однако их использование нецелесообразно, так как требует больших капитальных затрат. Скорость воздушного потока в воздуховоде с постоянным диаметром проходного сечения будет уменьшаться по мере удаления от вентилятора [10]. Соответственно, скорости воздуха из воздухоподающих отверстий на начальных и конечных участках будут существенно отличаться. Выполнение условия одинакового расхода воздуха на участках достигается за счет изменения площади выпускных отверстий, а также их количества (рис. 1). Выпускные отверстия необходимо располагать на расстоянии, достаточном для сохранения прочностных свойств воздуховода. В случае необходимости размещения большего количества отверстий на одном участке, они размещаются рядами в шахматном порядке.

На основании приведенных выше рекомендаций и практического опыта эксплуатации овощехранилищ открытого типа авторами была спроектирована система вентиляции равномерной подачи воздуха в насыпь сырья. В четвертом квартале 2017 года на сахарном заводе в Курской области была применена система вентиляции (рис. 2), выполненная в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1.



Рис. 2 – Воздуховод равномерной подачи воздуха в насыпь сырья: 1 – платформа регулировки высоты воздуховода, 2 – выпускное отверстие, 3 – насыпь сахарной свёклы, 4 – буртоукладывающая машина

Высота насыпи составляла 6,5 м, ширина верхнего основания – 12 м, расстояние между соседними воздуховодами – 6 м. Был применен воздуховод с постоянным диаметром проходного сечения 800 мм, длина воздуховода – 22 м. Форма выпускного отверстия – овал высотой 90 мм и шириной 40 мм. Длина одного участка составляла 2 м, расход воздуха на участке $G - 4000 \text{ м}^3/\text{ч}$, общий расход воздуха $G_{\text{общ}}$ равен $24000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Для контроля температуры массива корнеплодов на верхнем основании насыпи устанавливались термоштанги через каждые 6 метров [2]. В результате экспериментально установлено, что для отведения избыточной теплоты требуется от 5,5 до 8 часов работы системы вентиляции. Период охлаждения насыпи составляет от 60 до 80 часов. Разные периоды охлаждения получились в результате использования аналогов воздуховодов с выпускными отверстиями, расположенными через одинаковое расстояние друг от друга по всей длине воздуховода. Снижение периода охлаждения насыпи корнеплодов позволило увеличить срок хранения сырья. Тем не менее, на участках, соответствующих номерам 5, 6 (рис. 1), установлено превышение расхода воздуха на 80 % и 120 % от расчетных значений. Для дальнейшего повышения эффективности равномерного воздухораспределения потребуются проведение лабораторных исследований по определению коэффициента местного сопротивления воздухоподающих отверстий.

Вопрос равномерной подачи воздуха в насыпь сырья недостаточно изучен, и на данный момент отсутствует методика расчета воздуховода для вентиляции насыпи сахарной свеклы. Для решения задачи необходимо знать коэффициент местного сопротивления воздухоподающих отверстий ξ . Коэффициент предлагается определить экспериментально [9]. Проведение исследований планируется на стенде, имитирующем работу системы вентиляции для равномерной подачи воздуха в объем насыпи сырья.

Диаметр воздуховода стенда – 500 мм, длина воздуховода – 4 м. Проведение первых испытаний на стенде планируется с применением выпускного отверстия круглой формы диаметром 55 мм. На воздуховоде выпускные отверстия размещаются в один ряд через каждые 110 мм. Зона с выпускными отверстиями делится на участки длиной 1 м. После запуска

вентилятора проводятся измерения скорости воздушного потока, статического и динамического давлений в начале и в конце участка, вычисляется расход воздуха на участке. Для уменьшения расхода воздуха предлагается использовать заглушки и насадки с меньшим проходным сечением, для увеличения расхода воздуха на участках – добавлять дополнительные ряды с выпускными отверстиями. После того, как на каждом участке будет достигнут одинаковый расход воздуха, данные по каждому участку фиксируются. По полученным данным определяется коэффициент местного сопротивления ξ для каждого участка. Изменения параметров воздушного потока в воздуховоде до и после выпускного отверстия невелики, поэтому для проведения исследований требуются измерительные приборы повышенной точности. Проведение измерений параметров воздушного потока на участке из нескольких отверстий снижает требования к точности измерительных приборов.

Заключение.

Установлено, что для обеспечения параметров хранения сахарной свеклы в овощехранилищах открытого типа необходима эффективная система воздухораспределения в объеме насыпи сырья. Наиболее рациональным решением с точки зрения уменьшения капитальных затрат является применение воздухопроводов с постоянным диаметром проходного сечения. Авторами разработана аналитическая зависимость для определения расхода подаваемого воздуха с учетом насыпной плотности сырья. Вентиляция овощехранилища открытого типа с равномерной раздачей воздуха по длине воздуховода позволит повысить период хранения сырья за счет снижения срока охлаждения насыпи.

Для дальнейшего повышения эффективности системы вентиляции необходимо проведение лабораторных исследований. Авторами приведена методика экспериментального исследования для определения коэффициента местного сопротивления выпускных отверстий. Дальнейшие исследования позволят унифицировать расчет воздухопроводов для равномерной подачи воздуха в любой объем насыпи сырья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Бородянский, Н. А.** Вентиляция кагатов сахарной свёклы. – М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1972. – 163 с.
2. **Кольцов, С. М.** К вопросу разработки инженерных систем для хранения сырья в свеклосахарном производстве / С. М. Кольцов, М. Н. Жерлыкина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 1(4). – С. 36-46.
3. **Кульнева, Н. Г.** Повышение эффективности хранения и переработки сахарной свеклы / Н. Г. Кульнева, А. И. Шматова // сборник материалов Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образования и производство». – 2013. – С. 560-562.
4. **Волков, М. А.** Тепло- и массообменные процессы при хранении пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 272 с.
5. **Гинзбург, А. С.** Теплофизические характеристики пищевых продуктов / А. С. Гинзбург, М. А. Громов, Г. И. Красовская. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 288 с.
6. **Третьяков, Н. Н.** Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н. Н. Третьяков, Е. И. Кошкин, Н. М. Макрушин и др.; под. ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 2000. – 640 с.
7. **Сельскохозяйственные здания и сооружения** / Д. Н. Топчий [и др.]. – М.: ВО «Агропромиздат», 1985. – 480 с.
8. **Современные технологии хранения картофеля** / К. А. Пшеченков [и др.]; под общ. ред. Б. В. Анисимова. – Чебоксары, 2017. – 25 с.
9. **Посохин, В. Н.** Аэродинамика вентиляции / В. Н. Посохин. – М.: Изд-во «АВОК-ПРЕСС», 2008. – 209 с.

10. **Полушкин, В. И.** Аэродинамика вентиляции / В. И. Полушкин, С. М. Анисимов, В.Ф. Васильев и др.; под. ред. В.И. Полушкина. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 208 с.

Поступила в редакцию 25 июня 2018

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE VENTILATION OF VEGETABLE STORES OPEN TYPE IN THE SUGAR BEET INDUSTRY

S. M. Koltsov, M. N. Zherlykina

Koltsov Semen Mikhaylovich, master of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-5249; e-mail: smkoltsov@yandex.ru
Zherlykina Mariya Nikolaevna, Cand. Tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473) 271-28-92; e-mail: zherlykina@yandex.ru

The storage period of sugar beet is dependent on the efficiency of the ventilation system, designed to maintain the parameters of storage of root crops. The authors outlined the main parameters of sugar beet storage. The term «vegetable storehouse of an open type» is proposed. The scheme of air supply in the vegetable store is considered. The technical solutions for the organization of air supply to the sugar beet embankment are reviewed. The results of the operation of the system of uniform ventilation of the embankment of root crops are considered, the advantages and disadvantages of the system are determined. The need to conduct tests to determine the coefficient of local resistance of outlets at the air duct is identified. A technique for experimental investigation is proposed for finding the coefficient of local resistance of a group of outlets located on the duct section.

Keywords: vegetable store; open vegetable storehouse; ventilation system; ventilation of the embankment; storage of raw materials; sugar beet.

REFERENCES

1. **Borodyansky N. A.** *Ventilation of the sugar beet mound.* Moscow, Food industry. 1972. 163 p. (in Russian)
2. **Koltsov S. M., Zherlykina M. N.** *To the question of development of engineering systems for storage of raw materials in wine-siber production.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 1(4). Pp. 36-46. (in Russian)
3. **Kulneva N. G., Shmatov A. I.** *Improving the efficiency of storing and processing of sugar beet.* The collection of materials of the International scientific and technical conference «Innovative technologies in the food industry: science, education and production». 2013. Pp. 560-562. (in Russian)
4. **Volkov M. A.** *Heat and mass transfer processes during storage of food products.* Moscow, Light and food industry. 1982. 272 p. (in Russian)
5. **Ginzburg A. S., Gromov M. A., Krasovskaya G. I.** *Thermophysical characteristics of food products.* Moscow, Food industry. 1980. 288 p. (in Russian)
6. **Tretyakov N. N., Koshkin E. I., Makrushin N. M.** *Physiology and biochemistry of agricultural plants.* Moscow, Kolos. 2000. 640. (in Russian)
7. **Pshechenkov K. A.** *Modern technology of storage of potatoes.* Cheboksary. 2017. 25 p. (in Russian)
8. **Topchy D. N.** *Agricultural buildings and structures.* Moscow, VO «Agropromizdat». 1985. 480 p. (in Russian)

9. **Posokhin, V. N.** *Aerodynamics ventilation*. Moscow, Publishing house «AVOK-PRESS». 2008. 209 p. (in Russian)

10. **Polushkin V. I., Anisimov S. M., Vasiliev V. F.** *Aerodynamics ventilation*. Moscow, publishing center «Academy». 2013. 208 p. (in Russian)

Received 25 June 2018

Для цитирования:

Кольцов, С. М. Повышение эффективности вентиляции овощехранилищ открытого типа в свекло-сахарном производстве / С. М. Кольцов, М. Н. Жерлыкина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 51-56.

FOR CITATION:

Koltsov S. M., Zherlykina M. N. *Improving the efficiency of the ventilation of vegetable stores open type in the sugar beet industry*. Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 51-56. (in Russian)

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО

CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION AND LANDSCAPING

УДК 551.581.1:711-1

ОЦЕНКА КОМФОРТНОСТИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА УЧАСТКА ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ

И. В. Попова

Попова Ирина Владимировна, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: iradobr@yandex.ru

Регулирование ветрового режима является важнейшей архитектурно-климатической задачей, решаемой на градостроительном уровне. Возможность создания благоприятных условий аэрации зависит от ветрового климата района строительства и планировочного решения застройки. При застройке и реконструкции городской среды согласно действующим градостроительным нормам у зданий высотой свыше 40 м необходимо предусматривать ветрозащитные приспособления, для разработки которых требуется оценка ветрового режима. Было выполнено моделирование микроклиматических условий территории современного 17...25-ти этажного жилого комплекса, расположенного на левом берегу города Воронежа, в программном комплексе ENVI-met 4.2. Оценка комфорта, связанного с действием ветра, проводилась по показателям максимальной, минимальной скорости ветра, изменчивости скорости ветра и доли территории с неблагоприятными скоростями ветра. Результаты моделирования ветрового режима участка показали, что вокруг высотных зданий происходит усиление ветра и образование зон турбулентности, а с подветренной стороны зданий с протяженными по длине фасадами, обращенными к основному направлению ветра, образуется ветровая тень. На основе анализа полученных результатов предложены общие рекомендации по благоустройству территории с целью снижения неблагоприятного действия ветра.

Ключевые слова: жилая застройка; микроклимат; температурно-влажностный режим; ветровой режим.

Урбанизация и связанные с ней такие процессы, как уплотнение застройки, рост эмиссии техногенного тепла, уничтожение зеленых насаждений, увеличение площадей искусственных покрытий и другие виды антропогенного преобразования земной поверхности приводят к изменению радиационного и теплового баланса, деформации полей характеристик ветра, температуры воздуха, перераспределению осадков и многим другим последствиям [1]. Каждый участок застройки или жилая группа характеризуются микроклиматическими различиями своей территории. Под микроклиматом понимается изменение климатических характеристик под влиянием подстилающей поверхности земли. Температура воздуха и отдельных поверхностей в пределах одного участка застройки могут изменяться на несколько градусов в зависимости от интенсивности облучения прямой солнечной радиацией, а при обтекании ветром препятствий в виде зданий и зеленых насаждений возникают заметные возмущения в потоке воздуха [2].

Микроклиматические условия застройки определяют состояние теплового комфорта человека, находящегося на открытом воздухе [3]. В практике градостроительства и нормативно-правовой документации имеется мало примеров учета микроклимата наружной среды при проектировании и застройке городов. Как правило, регламентируется инсоляционный режим территории дворовых площадок, при этом оценка температурно-влажност-

ного и ветрового режимов не является обязательной.

Нормирование ветрового воздействия в застройке широко практикуется за рубежом, начиная с 70-х годов прошлого столетия [4], что связано с началом активного строительства высотных домов, так как вокруг зданий, особенно имеющих большие габариты, формируется ветровой режим, отличающийся повышенными скоростями ветра и образованием зон турбулентности. Несмотря на то, что ниже уровня шероховатости силы действия регионального ветра прекращаются [5], за счет разности нагрева поверхностей с различными теплофизическими свойствами и разной экспозиции по отношению к прямым лучам Солнца возникают конвективные турбулентные потоки воздуха. Возникновение турбулентности можно ожидать не только с подветренной стороны, но и у углов, и кровли здания. Даже при невысоких скоростях градиентного ветра, его усиление в приземном слое за счет динамической конвекции при обтекании препятствия бывает настолько сильным, что вызывает неблагоприятные и опасные последствия для населения, находящегося на прилегающей к зданию территории, а в отдельных случаях и для окружающей застройки и зеленых насаждений. Это происходит при обтекании любого препятствия, но чем оно выше, тем больше объемы воздуха вынуждены его обтекать, тем, следовательно, выше скорость огибающего здание потока [6].

В России нормирование ветрового режима в застройке активно начало развиваться в 80-х годах прошлого столетия [7]. Согласно «Руководству по оценке и регулированию ветрового режима жилой застройки» скорость ветра на территории проектируемой застройки не должна превышать установленный гигиенистами предел, равный для средней полосы от 0,6 до 2,5 м/с [8].

При скоростях ветра выше верхнего предела в застройке и низких температурах воздуха возникает дискомфорт и градостроительными средствами требуется обеспечивать защиту микрорайонов от ветра путем снижения его скоростей элементами застройки или полосами зеленых насаждений. При скоростях ветра ниже наименьшего предела, в застройке будут формироваться застойные явления и в этом случае требуется усиливать проветривание микрорайонов за счет уплотнения ветровых потоков застройкой и увеличения вследствие этого их скорости [9, 10].

Наряду с упомянутыми выше нормативными рекомендациями, вновь возводимые и реконструируемые жилые районы должны отвечать требованиям «Технического регламента безопасности зданий и сооружений», вступившего в силу с 2009 года (ред. от 02.07.2013 г.). В соответствии с п. 6 статьи 30 этого регламента «в пешеходных зонах зданий и сооружений высотой более 40 м (16-ти этажная застройка и выше) должны быть предусмотрены защитные приспособления для обеспечения безопасности пребывания людей в этих зонах при действии ветра» [11]. Однако отсутствие специалистов по оценке и экспертизе принимаемых ветрозащитных мероприятий на государственном уровне по факту приводит к несоблюдению данного требования.

Например, в Москве действуют нормы МГСН 4.19-2005 «Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве», согласно которым нормируется продолжительность и частота возникающих дискомфортных и опасных скоростей ветра. В частности, для скорости 6 м/с установлена предельная продолжительность проявления 1000 часов в год.

Воронеж – административный центр Воронежской области, где проживает более 1 млн. человек на площади 596,51 км². Начиная с 2014 года в городе вводится в эксплуатацию рекордное количество жилья. Большинство построенных за последние годы жилых комплексов – это территории застройки повышенной этажности. Климат города Воронежа умеренно-континентальный, имеет ярко выраженный ход сезонов в течение года, при этом экстремальные значения климатических параметров, в особенности, их сочетания, наиболее ожидаемы в зимний и летний период. Оценка комфортности ветрового режима актуальна в

зимний период, поскольку ветер в сочетании с низкими температурами воздуха может приводить к переохлаждению, а в некоторых случаях, при повышенных скоростях ветра, и к обморожению открытых участков тела [12, 13]. Преобладающее направление ветра за период декабрь-февраль западное, скорость ветра 4 м/с.

Исследование ветровых характеристик в застройке проводилось на примере современного 17...25-ти этажного жилого комплекса, расположенного в Железнодорожном районе города Воронежа, на левом берегу Воронежского водохранилища (рис. 1).



Рис. 1 – План исследуемого участка жилой застройки по ул. Переверткина1, п

Моделирование ветровых характеристик проводилось в программном комплексе ENVI-met v.4.2, который использует уникальный целостный подход, при котором все различные аспекты микроклимата связываются и моделируются вместе в одной комплексной CFD (computational fluid dynamics) – модели, обеспечивающей всесторонний анализ. Физическая составляющая ENVI-met основана на решении системы уравнений трехмерного движения вязкой среды (Навье-Стокса), замкнутого уравнением неразрывности, которое описывается в материалах разработчиков программы [14]. Расчет ведется в жесткой регулярной сетке. Максимальный размер моделируемого поля составляет 100×100 ячеек в горизонтальной плоскости и 30 клеток в вертикальном направлении. Здания, растительность и поверхности исследуемой области представлены в трехмерной модели с типичным разрешением 4 м.

Оценка комфортности ветрового режима проводилось по следующим показателям: минимальная, максимальная и средняя скорости ветра на высоте 2 м и изменчивость скорости ветра – этот параметр характеризует контрастность поля ветра и величину его горизонтальных градиентов.

Анализ результатов расчета скорости (рис. 2) показывает, что в условиях существующего варианта благоустройства на территории исследуемого жилого комплекса создается крайне неблагоприятный ветровой режим, характеризующийся порывистостью и высокими скоростями ветра на углах зданий, в местах движения пешеходов (до 6 м/с), а также на площадках отдыха и игр детей и взрослых (свыше 2,5 м/с). Доля территории, где скорость превышает 2,5 м/с, составляет более 30 %, что отражено в табл. 1.

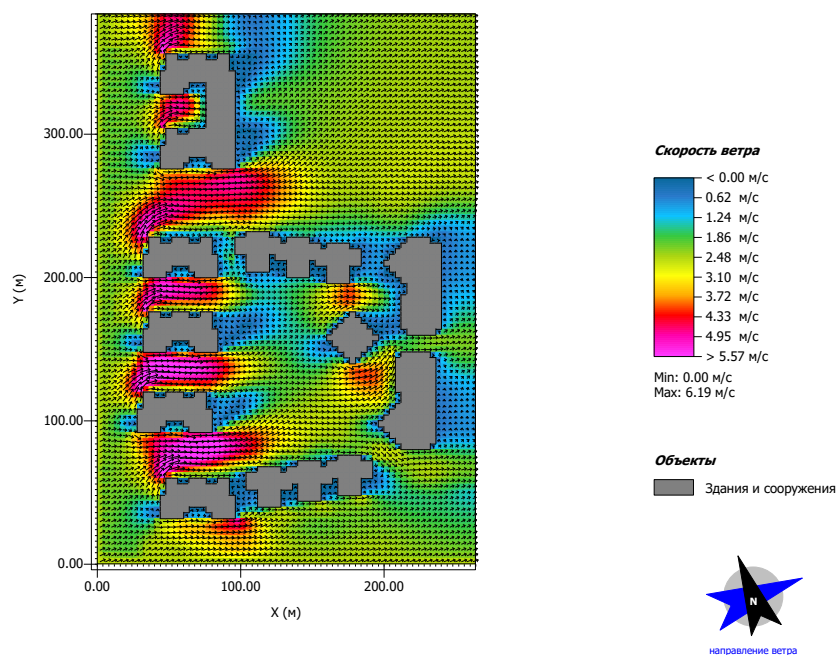


Рис. 2 – Результаты расчета скорости ветра на высоте 2 м при западном ветре 4 м/с

Таблица 1

Статистические параметры полей скорости ветра

Показатель	Значение
Минимальная скорость ветра V_{min} , м/с	0,00
Максимальная скорость ветра V_{max} , м/с	6,19
Средняя скорость ветра V_{mean} , м/с	2,00
Стандартное отклонение σ_v	1,35
Доля территории, где скорость превышает 2,5 м/с	0,31

Изменчивость скорости ветра на углах и в разрывах между зданиями достигает более 200 % (рис. 3), участки, где порывистость скорости ветра превышает 100 % занимают почти четверть всей территории исследуемого жилого комплекса (табл. 2).

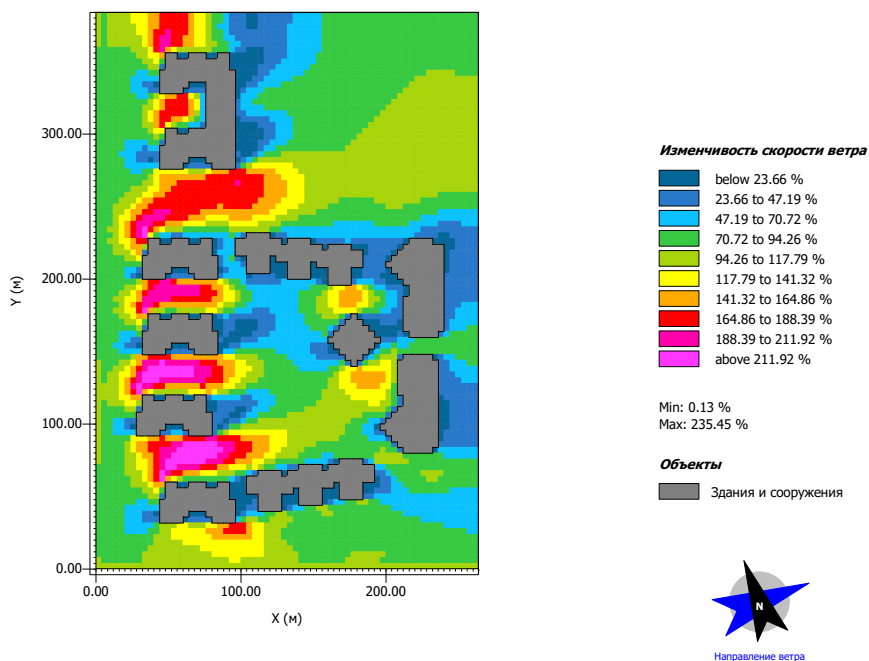


Рис. 3 – Результаты расчета изменчивости скорости ветра на высоте 2 м

Таблица 2

Статистические параметры полей изменчивости скорости ветра

Показатель	Значение
Доля территории с изменчивостью скорости ветра более 100%	24,1%
Доля территории с изменчивостью скорости ветра более 200%	1,6%

Регулирование ветрового режима жилого застройки на стадии проектирования возможно с применением объемно-планировочных решений самого здания или группы зданий. Примерами ветрозащиты в градостроительстве являются: устройство полузамкнутых групп домов; размещение зданий под углом $20 \dots 40^\circ$ к господствующему ветру; размещение более высоких секций и зданий по направлению неблагоприятного ветрового потока таким образом, что часть ветровых нагрузок, создаваемых нисходящими потоками воздуха, будет восприниматься кровлями более низких секций, расположенных с наветренной стороны [6]. Однако использование перечисленных выше приемов в уже существующей застройке затруднено. В данном случае наиболее эффективным решением являются некоторые приемы благоустройства, направленные на увеличение шероховатости подстилающей поверхности: различные малые архитектурные формы с решетчатой конструкцией; создание искусственного рельефа с чередованием понижений и повышений; большую роль в создании благоприятного ветрового режима играют зеленые насаждения [15, 16], эффективность применения которых была доказана как в области сельского хозяйства, так и в градостроительной практике: рекомендуется высадка вечнозеленых пород зеленых насаждений с наветренной стороны исследуемого участка, а также по западной границе площадок для отдыха взрослого населения и игр детей.

Заключение.

Проведенная оценка комфортности ветрового режима исследуемого участка жилой застройки показала формирование неблагоприятного ветрового режима, характеризующегося порывистостью и высокими скоростями ветра на углах зданий, в местах движения пешеходов.

Для улучшения ветрового комфорта в условиях существующей застройки предложены возможные приемы благоустройства, направленные на увеличение шероховатости подстилающей поверхности.

Результаты моделирования могут быть использованы при проведении технической экспертизы объекта и разработке градостроительных мероприятий, направленных на создание комфортных микроклиматических условий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Мягков, М. С.** Механизм формирования теплового баланса в городской застройке на примере г. Москвы.: автореф. дис. канд. тех. наук: 25:00:30 / М. С. Мягков. – Москва: Государственный университет по землеустройству, 2004. – 26 с.
2. **Oke, T. R.** Urban climates / T. R. Oke, G. Mills, A. Christen [a.o.]. – Cambridge University Press, 2017. – 546 p.
3. **Кривичикова, Е. В.** Влияние микроклиматических параметров на благоприятность условий проживания в урбанизированной среде крупных городов (на примере города Белгорода) / Проблемы рационального природопользования и экологический мониторинг. – Новосибирск: Изд-во ООО «Центр научного сотрудничества», 2014. – № 22. – С. 93-97.
4. **Gandemer, J.** Wind environment around buildings: aerodynamic concepts / J. Gandemer // Proceedings, 4. International Conference on wind effects on buildings and structures. – Cambridge: Cambridge University Press, 1977. – Pp. 423-432.

5. **Попова, И. В.** Вычисление параметров шероховатости и оценка аэрационного потенциала городских территорий / И. В. Попова, Е. В. Любимова, С. А. Куролап // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 1(4). – С. 79-87.

6. **Мягков, М. С.** Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки [Электронный ресурс] / М. С. Мягков, Л. И. Алексеева // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies» («Архитектура и современные информационные технологии»). – 2014. – № 1(26).

Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2013/4kvart13/petushkova/petushkova.pdf>

7. **Семашко, К. И.** Ветер как градостроительный фактор / К. И. Семашко, Г. Н. Левченко, С. Д. Соколов // Оздоровление окружающей среды городов: сб. науч. тр. – М.: Стройиздат, 1973. – С. 82-99.

8. **Руководство по оценке и регулированию ветрового режима жилой застройки** / под ред. К. И. Семашко. – М.: Стройиздат, 1986. – 64 с.

9. **Дуничкин, И. В.** Особенности аэрационного режима жилой застройки при развитии и реконструкции: На примере пятиэтажной застройки Москвы 1950-60-х годов, не подлежащей сносу: диссер. канд. тех. наук / И. В. Дуничкин – Москва, 2005. – 217 с.

10. **Лифанов, И. К.** Моделирование аэрации в городе / И. К. Лифанов, В. А. Гутников, А. С. Скотченко. – М.: Диалог. – МГУ, 1998. – 134 с.

11. **Мягков, М. С.** Пример моделирования микроклиматических условий для г. Волгограда / М. С. Мягков // Вестник ВолГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. – 2013. – Вып. 32(51). – С.220-228.

12. **Адаменко, В. Н.** Проблемы биоклиматической оценки суровости погоды и мелиорация микроклимата застройки / В. Н. Адаменко, К. Ш. Хайруллин // Труды ГГО. – 1973. – Вып. 306. – С. 74-81.

13. **Попова, И. В.** Экологическая оценка комфортности микроклимата урбанизированной среды в условиях ветроохлаждения (на примере города Воронежа) / И. В. Попова, С. А. Куролап // Проблемы региональной экологии. – 2017. – № 5. – С. 128-133.

14. **Bruse, M.** Die vorliegende Dokumentation beschreibt die aktuelle Version von ENVI-met inklusive der vorgenommenen Änderungen. (Einzelne Abschnitte können hierbein noch von der aktuellen Version abweichen) : [electronic resource]. – 2004.

Режим доступа: <http://www.envi-met.com/documents/Envimet30.PDF>.

15. **Исаныюлова, Р. Р.** Характеристика и экологическое значение городских насаждений (на примере г. Уфы): автореф. дис. канд. биол. наук. / Р. Р. Исаныюлова. – Тольятти: Институт экологии Волжского бассейна РАН, 2011. – 25 с.

16. **Bongardt, B.** Stadtklimatologische Bedeutung kleiner Parkanlagen – dargestellt am Beispiel des Dortmunder Westparks / B. Bongardt // Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades Dr. rer. nat. des Fachbereichs Biologie und Geografie an der Universität Duisburg-Essen. – 2005. – 283 p.

Поступила в редакцию 20 мая 2018

EVALUATION OF WIND CONDITIONS COMFORT IN HIGH-RISE RESIDENTIAL DEVELOPMENT

I. V. Popova

Popova Irina Vladimirovna, senior lecturer of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-49; e-mail: iradobr@yandex.ru

The regulation of the wind regime is the most important architectural and climatic task, which is solved at the urban level. The possibility of creating favorable aeration conditions depends on the wind climate of the construction area and the planning solution of the building. When

building and reconstructing the urban environment in accordance with the current urban planning standards for buildings with a height of more than 40 m, it is necessary to provide wind protection devices, for the development of which the assessment of the wind regime is required. The modeling of microclimatic conditions of the territory of the modern 17...25-storey residential complex located on the left Bank of the Voronezh city, in the program complex ENVI-met 4.2 was performed. The estimation of comfort, related to the action of wind, was carried out on the indicators of maximum, minimum wind speed, variability of wind speed and the proportion of the territory with unfavorable wind speeds. The results of the simulation of the wind regime of the site showed that around high-rise buildings there is a strengthening of the wind and the formation of zones of turbulence, and from the leeward side of buildings with extended length facades facing the main wind direction, a wind shadow is formed. Based on the analysis of the results, General recommendations on the improvement of the territory in order to reduce the adverse effects of wind are proposed.

Keywords: residential development; microclimate; temperature and humidity regime; wind regime.

REFERENCES

1. **Myagkov M. S.** *The mechanism of formation of heat balance in urban development on the example of Moscow*. Moscow, State University of Land Management. 2004. 26 p. (in Russian)
2. **Oke T. R.** *Urban climates*. Cambridge University Press. 2017. 546 p.
3. **Krivichikova Ye. V.** *The influence of microclimatic parameters on the favorable living conditions in the urban environment of large cities (for example, the city of Belgorod)*. Problems of environmental management and environmental monitoring. 2014. No. 22. Pp. 93-97. (in Russian)
4. **Gandemer J.** *Wind environment around buildings: aerodynamic concepts*. Proceedings, 4. International Conference on wind effects on buildings and structures. 1977. Pp. 423-432.
5. **Popova I. V., Kurolap S. A., Vinogradov P. M.** *Modeling «urban heat islands» by tools of GIS-analysis*. Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 2(5). Pp. 87-95. (in Russian)
6. **Myagkov M. S., Alekseeva L. I.** *Wind pattern Features in typical city models* [electronic resource]. International electronic scientific-educational journal «Architecture and Modern Information Technologies». 2014. No 1(26).
URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2013/4kvart13/petushkova/petushkova.pdf> (in Russian)
7. **Semashko K. I., Levchenko G. N., Sokolov S. D.** *Wind as an urban factor*. Improving the urban environment: collection of scientific works. 1973. Pp. 82-99 (in Russian)
8. **Guidance on the assessment and management of wind regime residential development**. 1986. 64 p. (in Russian)
9. **Dunichkin I. V.** *Peculiarities of the aeration mode of residential development in the course of development and reconstruction: The example of the five-story building of Moscow in the 1950s and 60s that is not subject to demolition*. Moscow. 2005. 217 p. (in Russian)
10. **Lifanov I. K., Gutnik A. V., Tkatchenko A. S.** *Modeling of aeration in the city*. 1998. 134 p. (in Russian)
11. **Myagkov M. S.** *An example of modeling of microclimatic conditions for Volgograd*. Bulletin of Volgograd State Architectural and Construction University. Series: Construction and Architecture. 2013. Issue. 32(51). Pp.220-228. (in Russian)
12. **Adamenko V. N., Khayrullin K. Sh.** *Problems of bioclimatic assessment of the severity of weather and melioration of the microclimate of development*. Proceedings of the GGO. 1973. Issue 306. Pp. 74-81. (in Russian)
13. **Popova I. V., Kurolap S. A.** *The assessment of the level of thermal comfort in conditions the urban environment under the impact of the wind: a case study of the city of Voronezh*. Problems of regional ecology. 2017. No 5. Pp. 128-133. (in Russian)
14. **Bruse M.** *Die vorliegende Dokumentation beschreibt die aktuelle Version von ENVI-met*

inklusive der vorgenommenen Änderungen. (Einzelne Abschnitte können hierbein noch von der aktuellen Version abweichen): [electronic resource]. 2004.

URL: <http://www.envi-met.com/documents/Envimet30.PDF>.

15. **Isanyulova R. R.** *Characteristics and ecological significance of urban plantings (on the example of Ufa)*. Institute of Ecology of the Volga Basin of the Russian Academy of Sciences. 2011. p. 25. (in Russian)

16. **Bongardt B.** *Stadtklimatologische Bedeutung kleiner Parkanlagen – dargestellt am Beispiel des Dortmunder Westparks*. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades. 2005. 283 p.

Received 20 May 2018

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Попова, И. В. Оценка комфортности ветрового режима участка жилой застройки повышенной этажности / И. В. Попова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 57-64.

FOR CITATION:

Popova I. V. *Evaluation of wind conditions comfort in high-rise residential development*. Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 57-64. (in Russian)

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ECOLOGY AND SAFETY OF THE URBAN ENVIRONMENT

УДК 504.5:556.55(470.324-25)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТОКОВ ЛЕВОБЕРЕЖНЫХ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ВОД ВОРОНЕЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Т. И. Прожорина, Т. В. Нагих

Прожорина Татьяна Ивановна, кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: 8-920-414-95-49; e-mail: coriander@rambler.ru
Нагих Татьяна Владимировна, магистрант кафедры экологии и природопользования, геоэкологии и туризма, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: 8-980-241-57-27; e-mail: nagih-tanya@mail.ru

К основному водному объекту города Воронежа относится Воронежское водохранилище. Несмотря на свою значимость, наблюдается ежегодное усиление антропогенного воздействия на водоем. Одним из основных источников загрязнения акватории Воронежского водохранилища является сброс недостаточно очищенных вод с левого бережных очистных сооружений (ООО «ЛОС»). Содержание загрязняющих веществ, сбрасываемых со сточными водами в Воронежское водохранилище, превышает ПДК по взвешенным веществам, сульфатам, нитритам, фосфатам, меди, цинку и др. В работе приведены данные мониторинга химического состава проб воды из Воронежского водохранилища в период с 2017 по 2018 годы. Авторами работы проведено сравнение фоновых показателей (на 500 м выше источника загрязнения) с показателями качества воды в пробах, отобранных непосредственно в месте сброса и на 1000 м ниже источников загрязнения. Результаты исследований показали, что наблюдается повышение фактических концентраций загрязняющих веществ в пробах воды, отобранных ниже сброса сточных вод. Это свидетельствует о возрастающей антропогенной нагрузке и ухудшении качества вод Воронежского водохранилища под воздействием сбросов левого бережных очистных сооружений города. Предотвратить деградацию Воронежского водохранилища, а также повысить эффективность очистки сточных вод помогут технологические мероприятия по реконструкции старых или строительству новых очистных сооружений города Воронежа.

Ключевые слова: разовые пробы; химический состав; сточные воды; приоритетные загрязнители; источник загрязнения; фоновые значения; минерализация воды; общая жесткость.

Экологическое состояние поверхностных вод – это общественная проблема. Вода – важнейший природный ресурс, благодаря которому весь хозяйственный комплекс, социальные, культурные и гигиенические потребности общества нормально функционируют. Качество воды водных экосистем зависит от сосредоточенного сброса сточных вод промышленных предприятий и коммунального хозяйства.

Поэтому в настоящее время приоритетными являются вопросы рационального использования и охраны водных ресурсов от возрастающего уровня антропогенных нагрузок, а также мероприятия по очистке сточных вод. Прежде всего, это очистка сточных вод на централизованных и локальных очистных сооружениях.

К основному водному объекту города Воронежа относится Воронежское водохранилище, которое является источником технического водоснабжения многочисленных промышленных предприятий и сельскохозяйственных угодий, в том числе используется для

орошения посевов, в рекреационных целях, а также для рыболовства [1].

Несмотря на свою значимость, наблюдается ежегодное усиление антропогенного воздействия на водоем. Основными источниками загрязнения акватории Воронежского водохранилища являются: сброс недостаточно очищенных вод с левобережных очистных сооружений (ООО «ЛОС»); неочищенный поверхностный сток ливневых и талых вод с сели-тебных территорий и промышленных площадок города; пылегазовые выбросы, а также поступление загрязняющих веществ в водоем с территории водосбора [2].

Загрязнение водохранилища делает его непригодным для купания, рекреации, использования для различных видов водного спорта и, самое главное, приводит к ухудшению качества водопроводной воды, а иногда даже и для использования в технических целях [3].

Современная канализация города Воронежа делится на две самостоятельные системы: левобережную (мощность 200 тысяч м³/сутки) и правобережную (мощность 400 тысяч м³/сутки), которые находятся на балансе ООО «РВК-Воронеж».

В 2015 г. из общего объема водоотведения 220,08 млн. м³ в год, в поверхностные водные объекты г. Воронежа сброшено 219,75 млн. м³. В суммарном объеме сброшенных стоков 154,11 млн. м³ являются загрязненными, 65,63 млн. м³ – нормативно-чистыми; при этом объем сброса в Воронежское водохранилище составил 125,22 млн. м³.

Главным источником негативного воздействия на состояние Воронежского водохранилища является неудовлетворительная работа левобережных очистных сооружений. В структуре левобережных очистных сооружений городские сточные воды проходят две стадии очистки: механическую и биохимическую. После очистки сточные воды левобережных очистных сооружений сбрасываются в Воронежское водохранилище.

Данные Управления Росприроднадзора по Воронежской области о составе сбрасываемых стоков показывают, что при сбросе сточных вод в Воронежское водохранилище имеют место превышения нормативов качества поверхностных вод. Концентрации веществ в выпуске левобережных очистных сооружений превышают нормативные по следующим загрязняющим веществам: взвешенным веществам (2,5 ПДК_{рх}), БПК (5,4 ПДК_{рх}), аммонийному азоту (2,4 ПДК_{рх}), нитритному азоту (1,2 ПДК_{рх}), фосфатам (12,3 ПДК_{рх}), железу (3,7 ПДК_{рх}), меди (7,0 ПДК_{рх}), алюминию (9,0 ПДК_{рх}), нефтепродуктам (7,2 ПДК_{рх}), СПАВ (2,0 ПДК_{рх}), сульфатам (1,2 ПДК_{рх}) [4, 5].

Неудовлетворительная работа очистных сооружений связана с тем, что городские канализационные системы, построенные в 70-х годах прошлого века, работают более 40 лет, поэтому как морально, так и физически устарели. Фактическая мощность очистных станций недостаточна, так как численность населения города превысила уже 1 млн. человек, объемы промышленности постоянно растут и количество сточных вод ежегодно увеличивается, поэтому станции перегружены. Кроме того, традиционно используемые технологии обработки воды недостаточно эффективны и нуждаются в усовершенствовании [6, 7].

В мае 2012 г. городская дума Воронежа отклонила инвестиционную программу ООО «Левобережные очистные сооружения» на 2012...2019 годы. Однако, спустя три года, постановлением администрации городского округа город Воронеж от 29.12.2015 утверждено «Техническое задание по разработке инвестиционной программы ООО «ЛЕВОБЕРЕЖНЫЕ ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ» на 2016...2025 годы». Целью разработки инвестиционной программы является реализация мероприятий Программы комплексного развития, которые направлены на решение следующих задач:

- ✓ строительство новых объектов водоотведения и очистки сточных вод;
- ✓ реконструкция существующих объектов водоотведения и очистки сточных вод;
- ✓ внедрение новых технологий, нового оборудования, новых материалов в системе водоотведения и очистки сточных вод;
- ✓ уменьшение техногенного воздействия на окружающую среду.

В связи с вышеперечисленным, вопрос о сохранении чистоты важного водного объекта стоит достаточно остро. Поэтому одной из первоочередных природоохранных задач

города является контроль за качеством работы городских очистных сооружений. Все вышесказанное подтверждает актуальность темы выбранного исследования.

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния сточных вод левобережных городских очистных сооружений на качество вод Воронежского водохранилища на основании результатов мониторинга химического состава воды в период с 2017 по 2018 гг.

Чтобы судить о характере и степени загрязнения исследуемого водного объекта под влиянием сбросов городских очистных сооружений, авторами было проведено сравнение фоновых показателей - на 500 м выше источника загрязнения (проба № 1) с показателями качества воды в пробах, отобранных непосредственно в месте сброса (проба № 2) и на 1000 м ниже источников загрязнения (проба № 3) [8].

Для этих целей 13.06.2017 г. были отобраны три разовые пробы воды из Воронежского водохранилища. Однако прежде, чем провести отбор проб, были детально изучены аэрофотоснимки расположения очистных сооружений и мест выпуска сточных вод с помощью приложения GoogleMap.

Химический анализ некоторых загрязнителей исследуемых проб воды проводился в аттестованной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета с применением следующих методов анализа: весовой (взвешенные вещества); титриметрический (общая жесткость); потенциометрический (рН); кондуктометрический (общая минерализация); фотоколориметрический (содержание $\text{Fe}_{\text{общ}}$, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , цветность); вольтамперометрический (содержание Mg^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}) и метод аэрофотосъемки [9, 10].

Результаты химического анализа отобранных проб воды представлены в табл.

Химический состав водных проб из Воронежского водохранилища
(данные 2017 г.)

Показатели	Проба № 1 На 500 м выше сброса (фон)	Проба № 2 В месте сброса сточных вод	Проба № 3 На 1000 м ниже сброса	ПДК рыбохо- зяйственного назначения
Запах, баллы	IV	IV	III	-
Цветность, градусы	20	70	25	-
рН	6,7	6,3	6,5	6,5-8,5
Взвешенные вещества, мг/л	61,5	395,0	139,5	Фон+ 0,75
Минерализация, мг/л	509	850	558	1000
Общая жесткость, ммоль/л	4,48	5,58	4,54	7,0
Fe _{общ} , мг/л	0,13	0,36	0,14	0,1
NH_4^+ , мг/л	2,88	12,95	5,82	0,5
NO_2^- , мг/л	0,96	1,17	1,08	0,08
NO_3^- , мг/л	70,94	122,75	99,67	40
PO_4^{3-} , мг/л	1,16	3,29	1,57	0,6

По результатам химического анализа сделаны следующие выводы:

1. Фоновые значения концентраций загрязняющих веществ в исследуемых водных объектах (500 м выше сброса сточных вод городских очистных сооружений) не соответствуют нормативам для вод рыбохозяйственного назначения. В пробах воды из Воронежского водохранилища обнаружены следующие превышения ПДК: NH_4^+ в 5,8 раза; NO_2^- в 12 раз; NO_3^- в 1,8 раза; PO_4^{3-} в 1,9 раза; $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в 1,3 раза. Приведенные данные свидетельствует о загрязненности природных вод (принятых в качестве фоновых) источниками, расположенными выше по течению.

2. Фактические концентрации загрязняющих веществ в пробах воды, отобранных

непосредственно в местах выпуска сточных вод ООО «ЛОС» не соответствуют нормативам для вод рыбохозяйственного назначения. Так, например, установлены превышения ПДК: NH_4^+ в 25,9 раза; NO_2^- в 14,6 раза; NO_3^- в 3,1 раз; PO_4^{3-} в 5,5 раза; $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в 3,6 раза; взвешенные вещества в 6,4 раза.

Во всех пробах воды неудовлетворительные органолептические показатели, такие как повышенная цветность и интенсивность запаха. Результаты анализа свидетельствуют о низкой эффективности работы левобережных очистных сооружений г. Воронежа.

3. В пробах воды, отобранных после сброса сточных вод (на 1000 м ниже источников загрязнения), не происходит полного самоочищения воды за счет перемешивания и разбавления загрязняющих веществ со свежими порциями водных потоков, так как значения некоторых показателей превышают фоновые. Так, в пробах воды из Воронежского водохранилища обнаружены следующие превышения ПДК: NH_4^+ в 11,6 раза; NO_2^- в 13,5 раза; NO_3^- в 2,5 раза; PO_4^{3-} в 2,6 раза; $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в 1,4 раза; взвешенные вещества в 2,2 раза.

Таким образом, повышение фактических концентраций загрязняющих веществ в пробах воды, отобранных ниже сброса сточных вод, свидетельствует о том, что левобережные очистные сооружения г. Воронежа являются источником загрязнения Воронежского водохранилища.

В 2018 году был продолжен мониторинг вод Воронежского водохранилища. Для этих целей летом этого года были отобраны разовые пробы воды в тех же точках и выполнен химический анализ водных проб.

Результаты анализа показали, что сточные воды левобережных очистных сооружений (проба № 2) являются недостаточно очищенными, так как в них наблюдаются превышения ПДК по следующим ингредиентам: взвешенные вещества в 1,4 раза; общая жесткость в 1,6 раза; $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в 3,8 раза; NH_4^+ в 8,7 раза; NO_2^- в 5,6 раза; NO_3^- в 1,1 раза; PO_4^{3-} в 1,9 раза; Pb^{2+} в 1,1 раза; Cu^{2+} в 12 раз; Zn^{2+} в 2,8 раза.

Сравнение фоновых показателей (на 500 м выше источника загрязнения) с показателями качества воды в пробе, отобранной на 1000 м ниже источника загрязнения, позволяет судить о характере и степени загрязнения Воронежского водохранилища под влиянием сбросов левобережных очистных сооружений. Исследуемые водные пробы (как выше, так и ниже выпуска сточных вод) также не отвечают нормативным требованиям и характеризуются одинаковыми загрязнителями со сточными водами ООО «ЛОС».

Однако химический анализ проб воды, отобранных ниже по течению сброса сточных вод (проба № 3), показал динамику роста концентраций загрязняющих веществ по сравнению с фоновыми значениями (проба № 1). Так, например, выявлен рост превышений: по взвешенным веществам до 1,1 раза; по общей жесткости с 0,5 до 0,7 раза; по $\text{Fe}_{\text{общ}}$ с 1,6 до 2,4 раза; по NH_4^+ с 0,2 до 3,6 раза; по NO_3^- с 0,2 до 0,5 раза; по Cd^{2+} с 0,01 до 0,012 раза; по Cu^{2+} с 9 до 10 раз; по Zn^{2+} с 2,3 до 2,5 раза.

Фоновая минерализация воды относится к среднеминерализованной, а в месте сброса (проба № 2) имеет повышенную минерализацию (896 мг/л), в результате чего минерализация пробы воды ниже по течению (проба №3) остается в пределах нормы, однако возрастает по сравнению с фоном в 3 раза (755 мг/л). Во всех отобранных пробах воды неудовлетворительные органолептические показатели, характеризующиеся повышением цветности, интенсивности запаха и количеством осадка.

Заключение.

Таким образом, на основании результатов мониторинга вод Воронежского водохранилища в период с 2017 по 2018 годы можно заключить, что наблюдается увеличение концентраций загрязняющих веществ в исследуемых водных пробах. Это свидетельствует о возрастающей антропогенной нагрузке и ухудшении качества вод Воронежского водохранилища под воздействием сбросов левобережных очистных сооружений города.

Дальнейшая эксплуатация левобережных очистных сооружений без увеличения их мощности приведет к необратимым экологическим последствиям для водохранилища. Предотвратить деградацию Воронежского водохранилища, а также повысить эффективность очистки сточных вод, помогут технологические мероприятия по реконструкции старых или строительству новых очистных сооружений города Воронежа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Воронежского водохранилище:** тезисы III научно-практической конференции / Адм. Воронеж. обл. [и др.]; редкол.: Д. М. Жуков [и др.] – Воронеж, 2005. – 175 с.
2. **Интегральная экологическая оценка состояния городской среды** / под общ. ред. С. А. Куролапа, О. В. Клепикова. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2015. – 234 с.
3. **Гидрологическая и экологическая безопасность Воронежского водохранилища:** монография / В. М. Мишон. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 278 с.
4. **Сейдалиев, Г.С.** Геоэкологический анализ антропогенного воздействия на состояние Воронежского водохранилища: автореф. дис. канд. геогр. наук / Г. С. Сейдалиев. – Воронеж, Воронеж. гос. пед. ун-т, 2009. – 23 с.
5. **Сравнительная гидрогеохимическая характеристика поверхностных и подземных вод Воронежского водохранилища** / В. Л. Бочаров, М. Н. Бугреева, Л. Н. Строгонова, М. И. Шкляр. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 123 с.
6. **Геоэкологические проблемы Воронежского водохранилища** / А. Я. Смирнова, Е. Н. Кислякова. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 84 с.
7. **Проблемы Воронежского водохранилища** / Под ред. И. С. Суровцева. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1998. – 164 с.
8. **Муравьев, А. Г.** Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 2-е изд. перераб. и дополн. / А. Г. Муравьев – Санкт-Петербург: «Крисмас+», 1999. – 232 с.
9. **Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки** / Под ред. к.х.н. А. Г. Муравьева. – Санкт-Петербург: «Крисмас+», 2011. – 264 с.
10. **Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды:** учеб. пособие / Т. И. Прожорина [и др.]. – Воронеж: Истоки, 2010. – 304 с.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке
Русского географического общества в рамках научного проекта №17-05-41072*

Поступила в редакцию 20 июня 2018

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF WASTEWATER LEFT-BANK TREATMENT FACILITIES ON THE QUALITY THE WATERS OF THE VORONEZH RESERVOIR

T. I. Prozhhorina, T. V. Nagih

Prozhhorina Tatyana Ivanovna, Cand. chemical Sciences, associate professor, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, phone: 8-920-414-95-49; e-mail: coriander@rambler.ru
Nagih Tatyana Vladimirovna, master degree chair Geoecology and Environmental Monitoring, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, phone: 8-980-241-57-27, e-mail: nagih-tanya@mail.ru

The Voronezh reservoir belongs to the main water body of the city of Voronezh. Despite its importance, there is an annual increase in human impact on the reservoir. One of the main sources of pollution of the water area of the Voronezh reservoir is the discharge of insufficiently treated water from the left-Bank treatment facilities (LLC «LOS»). The content of pol-

lutants discharged from wastewater into the Voronezh reservoir exceeds the MPC for suspended substances, sulphates, nitrites, phosphates, copper, zinc, etc. The paper presents the data of monitoring the chemical composition of water samples from the Voronezh reservoir in the period from 2017 to 2018. The authors compared the background indicators (500 m above the source of pollution) with the indicators of water quality in samples taken directly at the discharge site and 1000 m below the sources of pollution. The results of the studies showed that there is an increase in the actual concentrations of pollutants in water samples taken below the wastewater discharge. This indicates an increasing anthropogenic load and deterioration of the water quality of the Voronezh reservoir under the influence of discharges of the city's left-Bank treatment facilities. Technological measures for the reconstruction of old or construction of new treatment facilities of the city of Voronezh will help to prevent degradation of the Voronezh reservoir, as well as to increase the efficiency of wastewater treatment.

Keywords: single samples; chemical composition; wastewater; priority pollutants; source of pollution; background values; water salinity; General hardness.

REFERENCES

1. **Zhukov D. M.** Voronezh Reservoir. *Tezisy III nauchno-prakticheskoy konferencii. Adm. Voronezh.obl.* Voronezh. 2005. 175 p.
2. **Kurolap S. A., Klepikova O. V.** *Integral environmental assessment of the urban environment.* Voronezh, Publishing House Digital printing. 2015. 234 p. (in Russian)
3. **Michon V. M.** *Hydrological and ecological safety of the Voronezh reservoir: monograph.* Voronezh. IPZVSU. 2008. 278p. (in Russian)
4. **Seydaliev G. S.** *Geoecological analysis of anthropogenic impact on the state of the Voronezh reservoir.* Voronezh, Voronezh. state. ped. University. 2009. 23 p. (in Russian)
5. **Bocharov V. L., Bugreeva M. N., Strogonova L. N., Shklyar M. I.** *Comparative hydrogeochemical characteristics of surface and groundwater in the Voronezh reservoir.* Voronezh, IPZVSU. 2008. 123 p. (in Russian)
6. **Smirnova A. Ya., Kislyakova E. N.** *Geoecological problems of the Voronezh reservoir.* Voronezh, IPZ VSU. 2008. 84 p. (in Russian)
7. **Surovtseva I. S.** *Problems of the Voronezh Reservoir.* Voronezh, Publishing House of Voronezh State University. 1998. 164 p. (in Russian)
8. **Muravyov A. G.** *Guidelines for the determination of water quality indicators by field methods.* St. Petersburg, Krismas +. 1999. 232 p. (in Russian)
9. **Muravyov A. G.** *Guidance on water analysis. Drinking and natural water, soil extracts.* St. Petersburg, Krismas +. 2011. 264p. (in Russian)
10. **Prozhhorina T. I.** *Ecological-analytical methods of environmental research: teaching materials.* Voronezh, Istoki. 2010. 304 p. (in Russian)

The study was carried out with the financial support of the Russian geographical society in the framework of a research project №17-05-41072

Received 20 June 2018

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Прождорина, Т. И. Оценка влияния стоков левобережных городских очистных сооружений на качество вод Воронежского водохранилища / Т. И. Прождорина, Т. В. Нагих // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 65-70.

FOR CITATION:

Prozhhorina T. I., Nagih T. V. *Assessment of the impact of wastewater left-bank treatment facilities on the quality the waters of the Voronezh reservoir.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 65-70. (in Russian)

УДК 504.3.054

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ОТ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Н. В. Бакаева, К. В. Гармонов, М. Н. Жерлыкина

Бакаева Наталья Владимировна, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры промышленного и гражданского строительства, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: natbak@mail.ru

Гармонов Кирилл Валерьевич, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: garmonkir@mail.ru

Жерлыкина Мария Николаевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: zherlykina@yandex.ru

Вопросы распространения и влияния вредных веществ от АЗС на близлежащую застройку в настоящее время недостаточно исследованы. Изучение процесса распространения вредных веществ в натуральных условиях вызывает определенные сложности. Показано, что соблюдение законов аэродинамического подобия позволяет моделировать рассеивание вредных веществ от АЗС в аэродинамической камере. Подробно рассмотрены все условия, обеспечивающие подобие явлений в модели и в натуре. Условиями, обеспечивающими соответствие процессов в натуре и в модели, являются геометрическое и физическое подобие, равенство начальных, граничных условий и определяющих процесс критериев, которые необходимо предъявить к профилю скорости потока, набегающего на здание, чтобы обеспечить подобие течения в зоне аэродинамической тени и распространения примесей в ней. Приведено описание моделирования в аэродинамической камере процесса распространения паров бензина от дыхательной трубки резервуара с топливом на АЗС (объемом – 50 м³) при его заполнении бензином АИ-92 из автоцистерны, и показано влияние вредных веществ на 9-этажный жилой дом, расположенный на расстоянии 50 м. Авторами предложена методика проведения эксперимента в аэродинамической трубе, позволяющая рассматривать распространение вредных веществ от АЗС на близлежащую застройку и определять величину их концентраций. Использование методики позволит прогнозировать степень влияния на экологическую безопасность города при строительстве АЗС, оценивать влияние вредных веществ от источников загрязнения атмосферы АЗС в любой точке и на любом расстоянии. С помощью испытаний в аэродинамической трубе можно оценить эффективность внедрения планируемых мероприятий, способствующих снижению негативного влияния вредных веществ от АЗС.

Ключевые слова: аэродинамическая труба; загрязняющие вещества; автозаправочные станции; концентрация.

Автозаправочные станции (АЗС) даже при современных технологиях хранения нефтепродуктов и строгого соблюдения правил строительства и эксплуатации остаются объектами повышенной экологической опасности. Кроме того, АЗС является источником постоянного выделения вредных веществ (ВВ) в окружающую среду, которые оказывают негативное влияние на близлежащую застройку.

В связи с этим необходимо проводить дополнительные исследования по оценке вклада в загрязнение приземного слоя атмосферы ВВ в процессе строительства и эксплуатации АЗС [1, 2]. Одним из определяющих природно-климатических факторов загрязнения приземного слоя атмосферы, как показывает практика эксплуатации АЗС, является аэродинамика потоков ветра от АЗС в направлении прилегающей территории жилых районов,

которую можно смоделировать в аэродинамической трубе.

Закон аэродинамического подобия является основой всей экспериментальной аэродинамики. Данный закон рассматривает два отдельных вопроса:

- 1) переход от аэродинамических характеристик модели к натурным аэродинамическим характеристикам при условии обеспечения подобия модели.
- 2) необходимые и достаточные условия обеспечения аэродинамического подобия.

Для соблюдения механического подобия требуется одновременное выполнение геометрического, кинематического и динамического подобия [3, 4].

Подобие считается полным, если во всем пространстве, окружающем сравниваемые объекты – модель и натуру, подобны многоугольники скоростей, ускорений, действующих сил и все физические величины, определяющие обтекание [5].

Для моделирования газоздушных потоков вблизи АЗС и распространения газовых вредностей, образующихся и распространяющихся на территории АЗС, необходимо определить условия, обеспечивающие подобие явлений в модели и в натуре. Условиями, обеспечивающими подобие, являются геометрическое подобие, подобие физических констант, подобие начальных и граничных условий. Требуется равенство критериев, которые необходимо предъявить к профилю скорости потока, набегающего на здание, чтобы обеспечить подобие течения струи паров в зоне аэродинамической тени и распространения примесей в ней.

Геометрическое подобие модели соблюдается, если все элементы (площадка АЗС, многоэтажное здание, дыхательная труба от резервуара) выполнены в одном масштабе, в рамках проводимого эксперимента масштаб принят 1:200. При этом соблюдается подобие физических констант среды, так как температура воздуха в модели и натуре принимается одинаковая ($t = 20^\circ\text{C}$).

Подобие начальных условий отпадает, так как рассматривается стационарный процесс (критерий Эйлера (Eu) учитывается в нестационарных процессах). Граничные условия выдерживаются за счет геометрического подобия и расчета мощностей источников выделения вредных веществ в экспериментальной модели АЗС.

Одной из основных задач при испытании моделей зданий в аэродинамической трубе является установление такого качества воздушного потока, который будет подобен ветру в натуральных условиях (динамическое подобие).

Критерием, определяющим обтекание воздухом зданий, а также процесс истечения вредных веществ из дыхательных труб, является критерий Рейнольдса (Re).

Процесс обтекания воздухом макетов зданий на исследуемой площадке является автомодельным натуре независимо от числа Re в связи с тем, что все здания имеют острые кромки, и места срывов воздушных потоков с них фиксированы.

В работе [6] также указывается, что число Re не является основным критерием турбулентных потоков, необходимо учитывать интенсивность турбулентности.

Условие равенства интенсивности турбулентности позволяет моделировать поле скоростей, то есть для динамического подобия двух потоков с развитой турбулентностью достаточно выдержать равенство характеристик скоростей потока. Скорость потока в трубе определяется по известной формуле [3, 4]:

$$u_M = u_N \left(\frac{L_M}{L_N} \right)^n, 0 \leq n \leq \frac{1}{3} \quad (1)$$

где u_N – скорость в натуральных условиях, м/с; u_M – скорость воздушного потока в аэродинамической трубе, м/с; L_N – натуральный размер; L_M – размер модели.

Исследование распространения вредных выбросов от дыхательных труб резервуаров в атмосферу от АЗС, проведенное в натуральных условиях, показало, что энергия струй в вы-

бросах по сравнению с энергией ветра незначительна. Кроме того, концентрация вредных веществ не настолько велика, чтобы оказывать существенное влияние на изменение удельного веса смеси воздуха и газа. Поэтому при моделировании распространения выбрасываемого загрязненного воздуха не учитывалось изменение соотношения гравитационных и инерционных сил (критерий Архимеда) [7...9].

Масштаб для определения величины концентрации в источнике вредных веществ (в воздухе, выбрасываемом из труб), а также валового выброса вредных веществ из труб можно получить, исходя из:

- ✓ расчета концентрации примеси вредного газа в источнике выброса;
- ✓ зависимости для концентраций в струе;
- ✓ зависимости для концентраций на определенном расстоянии от источника выделения вредных веществ.

При рассмотрении вышеуказанных зависимостей получаются одни и те же масштабы для концентраций и валовых расходов вредных веществ [7].

Зависимость концентрации примеси вредного газа в источнике выброса может быть выражена формулой:

$$M = \frac{\pi d^2}{4} u_o C_o, \text{ г/с}, \quad (2)$$

где d – диаметр дыхательной трубы, м; u_o – скорость выхода газовой смеси из дыхательной трубы, м/с; C_o – максимальная концентрация паров нефтепродуктов в выбросах паровой смеси при заполнении резервуара, г/м³.

Для того, чтобы в экспериментальной модели иметь явление, подобное натуре, согласно формуле (2) должна быть следующая зависимость между масштабами входящих в нее величин [9]:

$$N_M = N_l^2 \cdot N_v \cdot N_C, \quad (3)$$

где N – масштаб определенных величин в модели по отношению к натуре;

M, l, V, C – соответственно масштабы валового количества вредного выброса, линейного размера, скорости выброса и концентрации вредного газа.

Экспериментальные исследования проводились в аэродинамической камере лаборатории отопления и вентиляции им. профессора И. И. Полосина на кафедре жилищно-коммунального хозяйства «Воронежского государственного технического университета».

Схема аэродинамической камеры, с размещенной в ней аэродинамической трубой, представлена на рис. 1.

Аэродинамическая труба выполнена по разомкнутой схеме с открытой рабочей частью в аэродинамической камере. Рабочее сечение трубы 500×800.

Размер рабочего стола 600×800. В коллекторе аэродинамической трубы установлена специальная решетка, создающая переменный по вертикали профиль скорости потока, что обеспечивает кинематическое подобие процессов, происходящих в приземном слое атмосферы.

Продувка макета АЗС с расположенным рядом жилым домом в аэродинамической трубе проводится для выявления закономерностей распространения вредных веществ, выбрасываемых от дыхательных труб резервуаров АЗС. Основная задача заключается в определении концентрации выбросов вблизи жилого здания при заданной мощности источников выброса загрязняющих веществ.

В аэродинамической камере моделируется процесс распространения паров бензина от дыхательной трубки резервуара АЗС (объемом – 50 м³), при его заполнении бензином АИ-92 из автоцистерны, и влияние паров ВВ на девятиэтажный жилой дом, расположенный на расстоянии 50 м. Макеты АЗС и жилого дома выполнены в масштабе 1:200 (рис. 2)

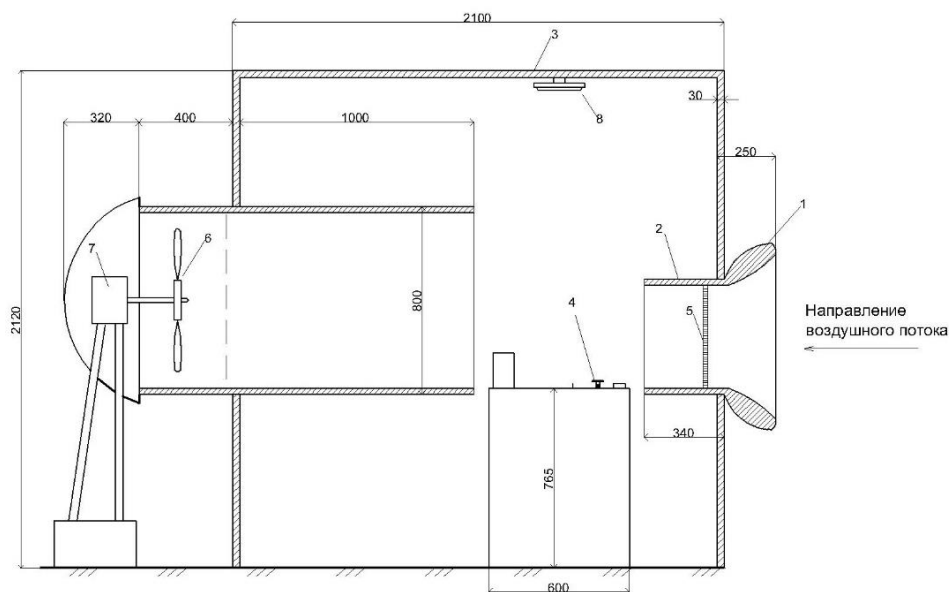


Рис. 1 – Схема аэродинамической камеры: 1 – коллектор; 2 – сопло; 3 – камера; 4 – рабочий стол с макетом; 5 – решетка; 6 – воздушный винт; 7 – электродвигатель; 8 – осветительный прибор

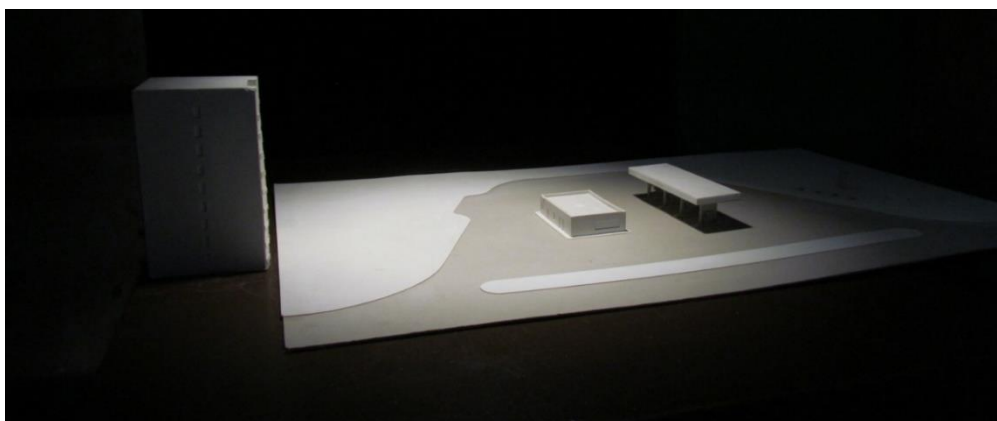


Рис. 2 – Макеты АЗС и жилой застройки

Моделируется движение ветра западного направления (господствующее направление ветра для г. Воронеж) со средней скоростью $u_g'' = 3,3$ м/с. Согласно формуле (1), скорость воздушного потока в аэродинамической камере составит:

$$u_g'' = 3,3(1/200)^{1/3} = 0,57 \text{ м/с.}$$

Замер скорости проводится с помощью трубки Пито, соединенный с микроанометром Testo 512 (погрешность измерения $\pm 0,5$ % от диапазона измерений) и термоанемометром Testo 405i (погрешность измерения $\pm 0,1$ м/с).

Максимальные выбросы паров при заправке резервуар автоцистерной определяются по формуле:

$$M = \frac{C_o \cdot V_{сл}}{1200}, \text{ г/с,} \quad (4)$$

где $V_{сл}$ – объем слитого бензина из автоцистерны в резервуар, м^3 , $V_{сл} = 50 \text{ м}^3$; $C_o = 480 \text{ г/м}^3$ (согласно нормативным документам); 1200 – среднее время слива, с.

$$M'' = \frac{480 \cdot 50}{1200} = 20 \text{ г/с}$$

Приравняв (2) и (4), выразим скорость истечения вредных веществ из дыхательной трубы:

$$u_o = \frac{4V_{cl}}{1200\pi d^2}, \quad (5)$$

где d – диаметр сбросной трубы, $d = 0,2$ м.

Определяем скорость истечения паровоздушной смеси из дыхательной трубы:

$$u_o^H = \frac{4 \cdot 50}{1200\pi(0,2)^2} = 1,33 \text{ м/с}$$

Используя формулу (1) имеем скорость истечения паровоздушной смеси из дыхательной трубы при эксперименте в аэродинамической трубе $u_o^M = 0,23$ м/с.

Для того, чтобы в модели создать те же условия распространения вредных веществ, что и в натуре, необходимо вычислить значения валового выброса и его концентрации в модели, воспользуемся для этого зависимостью (3) и проведем преобразования:

$$\frac{N_l^2 \cdot N_v \cdot N_c}{N_M} = 1. \quad (6)$$

Для сравнения значений в натуре и в модели в аэродинамической трубе проведем математические преобразования, используя формулы (2) и (6):

$$\frac{\frac{\pi \cdot (d^H)^2}{4} \cdot u_o^H \cdot C_o^H}{M^H} = \frac{\frac{\pi \cdot (d^M)^2}{4} \cdot u_o^M \cdot C_o^M}{M^M}, \quad (7)$$

где индекс «H» - значения в натуре; индекс «M» - значения в модели.

Подставим известные значения, получим равенство:

$$\frac{\frac{\pi \cdot (0,2)^2}{4} \cdot 1,33 \cdot 480}{20} = \frac{\frac{\pi \cdot (0,01)^2}{4} \cdot 0,23 \cdot C_o^M}{M^M}. \quad (8)$$

Выразим через концентрацию валовую величину выброса:

$$M^M = 0,00002 \cdot C_o^M. \quad (9)$$

Примем, что $N_c = 10$, тогда $C_o^M = 48$ г/м³, тогда

$$M^M = 0,00002 \cdot 48 = 0,00096 \text{ г/с} = 0,96 \text{ мг/с}.$$

Пары бензина с массовым расходом $M^M = 0,96$ мг/с и концентрацией $C_o^M = 48$ г/м³ подвоятся по трубкам диаметром $d^M = 1$ мм под рабочим столом к дыхательным трубам от резервуара высоты 2 см. Подача осуществляется с помощью компрессора (расход газовойоздушной смеси составляет $2 \cdot 10^{-5}$ м³/с = 20 см³/с = 1,2 л/мин.), расход регулируется с помощью реометра РДС-4 (погрешность измерения не более ± 2 %). Схема экспериментальной модели изображена на рис. 3.

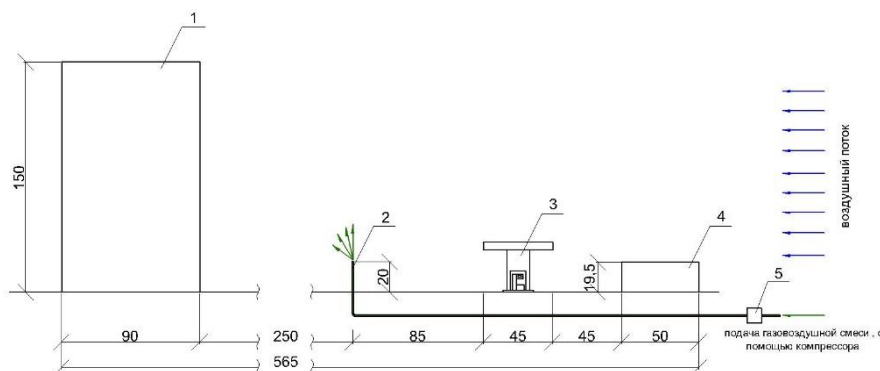


Рис. 3. – Схема экспериментальной модели: 1 – 9-ти этажный жилой; 2 – дыхательная труба; 3 – ТРК с навесом; 4 – операторская; 5 – реометр РДС-4

Замеры концентраций паров бензина предполагается проводить с помощью газоанализаторов ПГФ-2-М1-ИЗГ «Эфир» (погрешность измерения не более $\pm 12,5 \text{ мг/м}^3$) и Ultra-RAE 3000 (погрешность измерения не более $\pm 15 \%$), в точках, указанных на рис. 4.

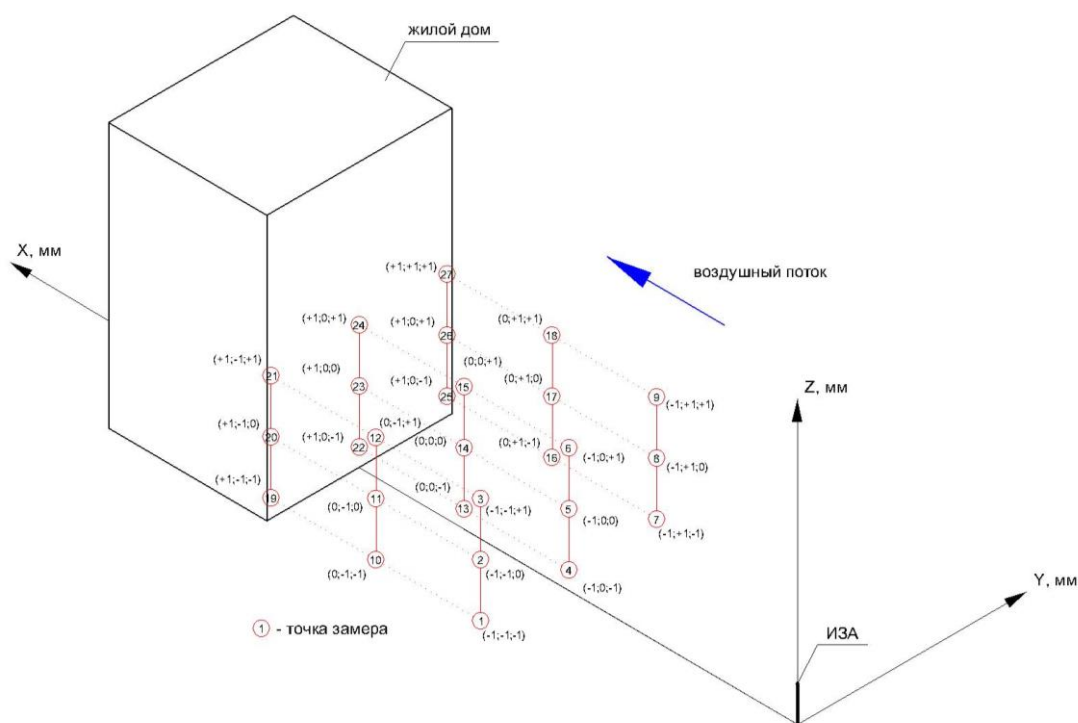


Рис. 4 – Схема точек замеров с координатами матрицы планирования

Планирование эксперимента осуществлялась по аналогии со схемой планирования полнофакторного эксперимента (ПФЭ), в котором можно реализовать все возможные комбинации факторов на всех выбранных для исследования уровнях и определить необходимое количество опытов N по формуле:

$$N = n^k, \quad (10)$$

где n – количество уровней; k – число факторов.

При построении плана эксперимента были учтены параметры, влияющие на изменение концентрации вредных веществ C . В данном эксперименте таким параметром является расстояние от источника выброса l . Все остальные факторы, которые могут повлиять на изменение концентрации во всех опытах, постоянны. Рассматриваем распространение ВВ в трех плоскостях, следовательно, число факторов будет равно 3 (l_x, l_y, l_z). На каждой оси осуществляются замеры в трех точках, количество уровней равно 3. Определяем количество замеров $N = 3^3 = 27$ точек.

Использование данной методики для проведения эксперимента позволит моделировать процесс распространения ВВ от АЗС при различных внешних и внутренних факторов, влияющих на величину выделения ВВ, а в дальнейшем способствовать внедрению мероприятий для снижения негативного влияния на близлежащую территорию от АЗС.

Заключение.

Авторами предложена методика проведения эксперимента в аэродинамической трубе, позволяющая рассматривать распространение вредных веществ от АЗС на близлежащую застройку и определять величину их концентраций.

Использование методики позволит прогнозировать степень влияния на экологическую безопасность города при строительстве АЗС, оценивать влияние вредных веществ от источников загрязнения атмосферы АЗС в любой точке и на любом расстоянии.

С помощью испытаний в аэродинамической трубе можно оценить эффективность внедрения планируемых мероприятий, способствующих снижению негативного влияния вредных веществ от АЗС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Полосин, И. И.** Влияние автозаправочных станций в черте городской застройки на экологическое состояние окружающей среды / И. И. Полосин, К. В. Гармонов // Экология промышленного производства, 2014. – № 1(85). – С. 51-54.
2. **Щукина, Т. В.** Состояние окружающей среды и экологических условий жизнедеятельности населения Воронежской области / Т. В. Щукина, К. В. Гармонов, М. Н. Жерлыкина, О. Б. Кукина, Ю. Р. Покромович // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 3. – С. 84-92.
3. **Поддаева, О. И.** Архитектурно-строительная аэродинамика: учебное пособие / О. И. Поддаева, А. С. Кубенин, П. С. Чурин. – Москва: НИУ МГСУ, 2015. – 88 с.
4. **Реттер, Э. И.** Архитектурно-строительная аэродинамика / Э. И. Реттер. – М.: Стройиздат, 1984. – 294 с.
5. **Симиу, Э.** Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан. – М.: Стройиздат, 1984.
6. **Синицына, И. Е.** Моделирование ветрового потока и переноса загрязняющих примесей с целью прогнозирования экологической обстановки на селитебных территориях: диссертация дисс. д-ра техн. наук: 11.00.11. / И. Е. Синицына. – Ижевск, 1993. – 359 с.
7. **Зазымкин, С. И.** Моделирование распространения газовых вредностей в воздухе заводской площадки / С. И. Зазымкин // Вопросы санитарной техники и теплотехники. – 1971. – Т. 16. – Вып. 4. – С. 6-9.
8. **Полосин, И. И.** Распространение аэрозолей пыли в приземном слое атмосферы при строительстве объектов гражданского и промышленного назначения / И. И. Полосин, К. В. Гармонов // Экология промышленного производства. – 2014. – № 3(87). – С. 35-38.
9. **Полосин, И. И.** Моделирование загрязнения окружающей природной среды вредными газообразными выбросами / И. И. Полосин, К. В. Гармонов, А. В. Плотников // Экология урбанизированных территорий. – 2015. – № 1. – С. 12-14.

Поступила в редакцию 22 июня 2018

EXPERIMENTAL MODELING OF THE SPREAD OF HARMFUL SUBSTANCES EMITTED FROM PETROL STATIONS

N. V. Bakaeva, K. V. Garmonov, M. N. Zherlykina

Bakaeva Natalia Vladimirovna, Doctor of Technical Sciences, associate Professor, Professor of the Department of Industrial and civil construction, Southwest state University, Kursk, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92, Russian Federation; e-mail: natbak@mail.ru

Garmonov Kirill Valer'evich, senior lecturer of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92, Russian Federation; e-mail: garmonkir@mail.ru

Zherlykina Mariya Nikolaevna, Cand. Tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473) 271-28-92; e-mail: zherlykina@yandex.ru

The issue of the spread and impact of harmful substances from the gas station on the nearby construction is currently insufficiently investigated. The study of the process of distribution of harmful substances in situ causes some difficulties. It is shown that compliance with the laws of aerodynamic similarity allows to simulate the dispersion of harmful substances from the

gas station in the aerodynamic chamber. All conditions providing similarity of the phenomena in the model and in nature are considered in detail. The conditions that ensure the compliance of processes in nature and in the model are geometric and physical similarity, equality of initial, boundary conditions and process-defining criteria that must be presented to the profile of the flow velocity incident on the building to ensure the similarity of the flow in the zone of aerodynamic shadow and the propagation of impurities in it. The aerodynamic chamber simulates the process of gasoline vapor propagation from the breathing tube of the tank with fuel to the gas station (volume-50 m³), when it is filled with gasoline AI-92 from the tanker, and the effect of harmful substances on a 9-storey residential building located at a distance of 50 m. The authors propose a method of experiment in the wind tunnel, which allows to consider the spread of harmful substances from the gas station to the nearby buildings and to determine the value of their concentrations. The use of the method will allow to predict the degree of impact on the environmental safety of the city in the construction of gas stations, to assess the impact of harmful substances from sources of air pollution of gas stations at any point and at any distance. With the help of tests in the wind tunnel, it is possible to assess the effectiveness of the implementation of the planned activities to reduce the negative impact of harmful substances from the gas station.

Keywords: wind tunnel; contaminants; gas stations; concentration.

REFERENCES

1. **Polosin I. I., Garmonov K. V.** *Influence of petrol stations within the city limits on the ecological state of the environment.* Ecology of industrial production. 2014. No.1 (85). Pp. 51-54. (in Russian)
2. **Schukina T. V., Garmonov K. V., Zherlykina M. N., Kukina B. O., Pokramovich Y. R.** *State of the environment and environmental conditions of life of the population of the Voronezh region.* Housing and utilities infrastructure. 2017. No. 3. Pp. 84-92. (in Russian)
3. **Poddaeva O. I., Kubenin A. S., Churin P. S.** *Architectural and building aerodynamics.* Moscow, NIU MGSU. 2015. 88 p. (in Russian).
4. **Retter E. I.** *Architectural and construction aerodynamics.* Moscow, Stroizdat. 1984. 294 p. (in Russian).
5. **Simiu E., Scanlan R.** *The impact of wind on buildings and structures.* Moscow, Stroizdat. 1984. (in Russian).
6. **Sinitsyna I. E.** *Modeling of a wind stream and transfer of polluting impurity with the purpose of forecasting of ecological conditions on residential territories.* Izhevsk. 1993. 359 p. (in Russian).
7. **Zazymkin S. I.** *Modeling the spread of gas hazards in the air of the plant site.* Issues of Sanitary Engineering and Heat Engineering. 1971. Vol. 16. Issue 4. Pp. 6-9. (in Russian).
8. **Polosin I. I., Garmonov K. V.** *Propagation of dust aerosols in the ground layer of the atmosphere during construction of civil and industrial facilities.* Ecology of industrial production. 2014. No. 3(87). Pp. 35-38. (in Russian).
9. **Polosin I. I., Garmonov K. V., Plotnikov A. V.** *Modeling of environmental pollution by harmful gaseous emissions.* Ecology of urbanized territories. 2015. No. 1. Pp. 12-14. (in Russian).

Received 22 June 2018

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Бакаева, Н. В. Экспериментальное моделирование распространения вредных веществ, выделяющихся от автозаправочных станций / Н. В. Бакаева, К. В. Гармонов, М. Н. Жерлыккина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 71-78.

FOR CITATION:

Bakaeva N. V., Garmonov K. V., Zherlykina M. N. *Experimental modeling of the spread of harmful substances emitted from petrol stations.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 71-78. (in Russian)

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА **ECONOMICS AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION**

УДК 697.31

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАДИАТОРНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ ТЕПЛОТЫ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Ю. В. Телюк, М. С. Кононова

Телюк Юлия Валерьевна, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: telyuk_yulya3@mail.ru

Кононова Марина Сергеевна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: kniga18@mail.ru

Организация индивидуального учета является эффективным инструментом стимулирования потребителей к рациональному использованию потребляемой теплоты. В вертикальных системах отопления возможна организация индивидуального учета с использованием радиаторных распределителей, которые позволяют распределить общедомовую оплату за отопление пропорционально потребленному количеству теплоты. Проведен обзор существующих моделей радиаторных распределителей, выделены их разновидности, отличающиеся функциональными возможностями. Проведены расчеты срока окупаемости применения радиаторных распределителей совместно с термостатическими клапанами. Расчеты проводились на примере пятиэтажного жилого дома. При этом варьировались следующие параметры: удельный расход теплоты; доля отопительных приборов, оборудованных распределителями; тариф на тепловую энергию. Построены графики, иллюстрирующие зависимость срока окупаемости от варьируемых параметров. Установлено, что для климатических условий г. Воронежа экономически целесообразным можно считать применение радиаторных распределителей в случае оборудования ими не менее 80 % отопительных приборов в здании.

Ключевые слова: радиаторный распределитель теплоты; индивидуальный учет теплопотребления; экономия теплоты.

Большинство жилых многоэтажных зданий в России оборудованы вертикальными системами отопления, которые не соответствуют современным требованиям энергосбережения. Основным недостатком таких систем, связанным с особенностями их схемного решения, является сложность, а иногда невозможность организации индивидуального учета теплопотребления [1...4]. Организация индивидуального учета является эффективным инструментом стимулирования потребителей к рациональному использованию потребляемой теплоты. Потенциал энергосбережения, который можно реализовать в сфере отопления зданий за счет индивидуального учёта, достаточно велик и определяется возможностью учёта бытовых теплопоступлений и от солнечной радиации [5]. Кроме того, экономия достигается за счёт корректировки температуры теплоносителя в системах централизованного теплоснабжения [5...9].

Традиционная схема учета теплопотребления с использованием преобразователей расхода и температуры практически не применима в вертикальных системах ввиду малых расходов теплоносителя, проходящих через отопительные приборы, и незначительных перепадов температур, имеющих значения меньшие, чем диапазон погрешности большинства теплоизмерительных приборов [10...14].

© Телюк Ю. В., Кононова М. С., 2018

Практически единственным на сегодняшний момент техническим решением, позволяющим организовать индивидуальный учёт теплоснабжения в вертикальных системах отопления, является установка на отопительных приборах так называемых радиаторных распределителей [12, 13]. Эти устройства позволяют распределить общедомовую оплату за отопление пропорционально потребленному количеству теплоты.

Существуют определённые требования по правильному размещению распределителей на различных типах отопительных приборов (рис. 1). Кроме того, чтобы потребители (жильцы дома) могли регулировать своё теплоснабжение и снизить оплату за отопление, вместе с распределителями перед отопительными приборами должны быть установлены термостатические регулирующие клапаны.

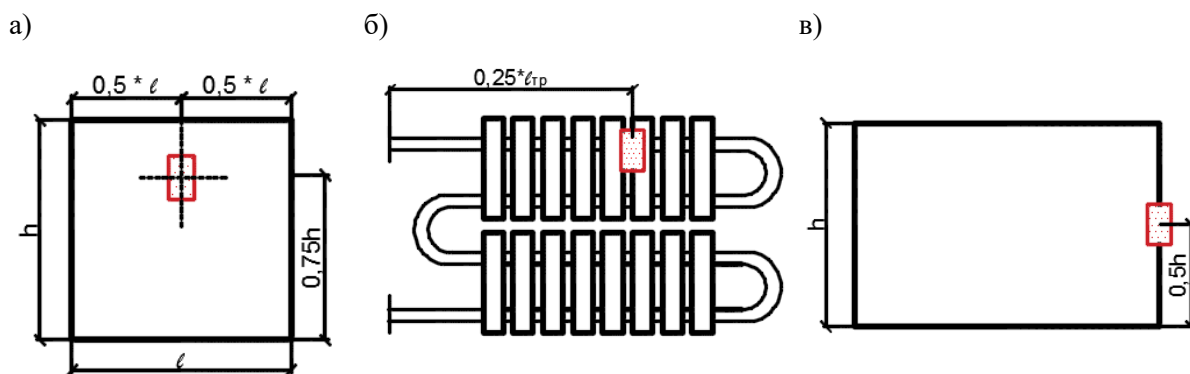


Рис. 1 – Схема монтажа радиаторных распределителей: а – на секционных радиаторах; б – на конвекторах; в – на панельных радиаторах; $\ell_{тр}$ – общая длина трубы конвектора; h – высота отопительного прибора

Внешний вид распределителей и варианты их установки на различных отопительных приборах приведены на рис. 2.

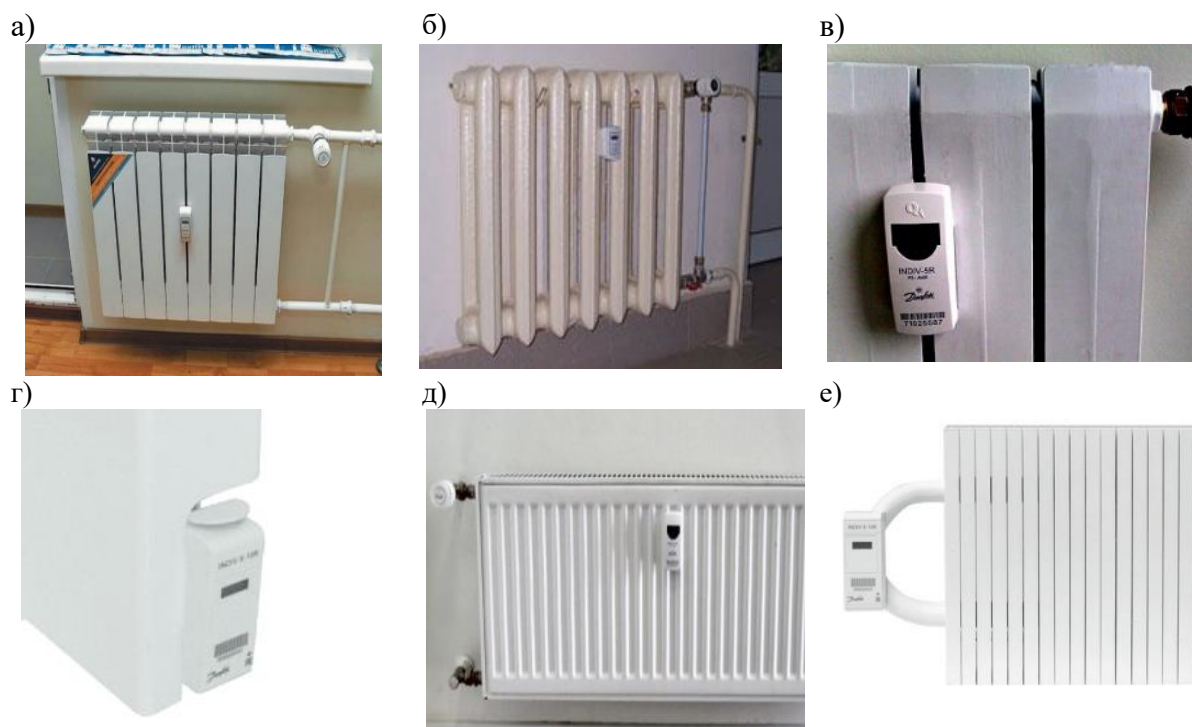


Рис. 2 – Варианты установки радиаторных распределителей: а, б, в – на секционных радиаторах; г, д – на конвекторах с кожухом; е – на конвекторе без кожуха

Проведенный обзор российского рынка позволил определить наиболее распространённые модели распределителей, некоторые характеристики которых представлены в табл. 1. Установка распределителя на отопительный прибор осуществляется с помощью комплекта монтажных частей (КМЧ). В КМЧ входит тепловой адаптер, пломба-защелка и крепеж, необходимый для установки. Стоимость КМЧ варьируется в пределах от 120 до 150 руб.

Таблица 1

Технико-экономические характеристики распределителей теплоты

Наименование (марка), производитель	Стартовая температура начала отсчёта*	Температура внутреннего воздуха	Наличие радио-модуля	Срок службы элемента питания	Стоимость прибора с комплектом монтажа
DANFOSS INDIV-5	40/30	Постоянная запрограммированная температура воздуха в помещении 20°C	нет	10 лет + 15 месяцев	1130
DANFOSS INDIV-5R			есть		2515
INDIV-X-10T (Danfoss, Германия)	40/30	Измеряется встроенным датчиком	есть	10 лет	2650
Индивид-1 (Россия, Саяны)	40/28	Постоянная запрограммированная температура воздуха в помещении 20°C	нет	10(÷0,5)	1550
Индивид-1 РМД (Россия, Саяны)			есть	12 лет	2450
Индивид-2 (Россия, Саяны)	$\Delta t > 5$	Измеряется встроенным датчиком	нет	10(÷0,5)	1650
Индивид-2 РМД (Россия, Саяны)			есть	12 лет	2500

*В числителе – для теплого периода года, в знаменателе – для холодного периода года

Анализ технических характеристик распределителей позволил выделить основные разновидности этих устройств (рис. 3).



Рис. 3 – Разновидности радиаторных распределителей теплоты

Для эксплуатирующей организации важной особенностью является наличие встроенного радиомодуля, обеспечивающего возможность дистанционного снятия показаний распределителей и возможность их синхронизации. Для потребителя существенной технической функцией является наличие встроенного датчика для измерения внутренней температуры воздуха, так как это обеспечивает более правильное определение потребленного количества теплоты по сравнению с моделями, в которых температура воздуха задана, как постоянная, равная 20 °С. Таким образом, при выборе модели распределителя нужно ориентироваться не только на его стоимость, но рассматривать его функциональные возможности.

С целью выяснения экономической эффективности применения радиаторных распределителей совместно с термостатическими клапанами, были проведены расчёты на примере пятиэтажного жилого дома, расположенного в г. Воронеже. Часть параметров, используемых при расчете, были постоянными, а некоторые варьировались.

Фиксированные параметры:

- ✓ общая (отапливаемая) площадь $F_{от} = 480 \text{ м}^2$;
- ✓ количество отопительных приборов в здании $N_{оп} = 250$ шт;

Варьируемые параметры:

- ✓ удельный расход теплоты на отопление $q_{уд} = 80 \text{ Вт/м}^2$ (год постройки до 1995), $q_{уд} = 55 \text{ Вт/м}^2$ (год постройки 2000), $q_{уд} = 45 \text{ Вт/м}^2$ (год постройки > 2015);
- ✓ доля приборов, оборудованных радиаторными распределителями $\eta = 0,75; 0,8; 0,9$.
- ✓ предполагаемая доля экономии при установке радиаторных распределителей $r = 0,1; 0,2; 0,3$;
- ✓ тариф на тепловую энергию $S_T = 300 \text{ руб./ГДж}, 400 \text{ руб./ГДж}, 500 \text{ руб./ГДж}$.

Капитальные вложения K , руб., рассчитывались по формуле:

$$K = \eta \cdot N_{оп} \cdot (S_{р.р.} + S_{т.к.} + S_{монт.}), \quad (1)$$

где $N_{от}$ – количество отопительных приборов, η – доля отопительных приборов в здании, на которых установлены радиаторные распределители; $S_{р.р.}$ – стоимость радиаторных распределителей (в расчетах принято $S_{р.р.} = 2500 \text{ руб.}$); $S_{т.к.}$ – стоимость термостатического клапана, (в расчетах принято $S_{т.к.} = 2000 \text{ руб.}$); $S_{монт.}$ – стоимость монтажных работ (установка термостатического клапана и радиаторного распределителя), в расчетах принято $S_{монт.} = 2500 \text{ руб.}$

Годовой расход теплоты на отопление здания $Q_{год}$, ГДж/год, определялся по формуле:

$$Q_{год} = q_{уд} \cdot F_{от} \cdot n_{от} \cdot 24 \cdot 3,6 \cdot 10^{-6}, \quad (2)$$

где $q_{уд}$ – удельный расход теплоты на отопление, принимается по СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» в зависимости от этажности здания, расчетной температуры наружного воздуха и года постройки здания, Вт/м^2 ; $F_{от}$ – отапливаемая площадь, м^2 ; $n_{от}$ – продолжительность отопительного периода (для г. Воронеж $n_{от} = 190$ суток).

Стоимость сэкономленной теплоты $S_{эк}$, руб./год, вычислялась по формуле:

$$S_{эк} = r \cdot Q_{год} \cdot S_T. \quad (3)$$

где r – предполагаемая доля экономии теплоты при установке радиаторных распределителей; $Q_{год}$ – годовой расход теплоты на отопление здания, ГДж/год; S_T – тариф на тепловую энергию, руб./ГДж.

Срок окупаемости дополнительных затрат на установку радиаторных распределителей, T , лет, определяется по формуле:

$$T = K / S_{эк}, \quad (4)$$

где K – капитальные вложения, руб.; $S_{эк}$ – стоимость сэкономленной теплоты, руб./год.

Результаты расчетов приведены в табл. 2. Для более наглядного представления результатов расчета, полученных в табл. 2, составлены графики (рис. 4), иллюстрирующие зависимость срока окупаемости затрат на установку радиаторных распределителей.

Таблица 2

Результаты расчета срока окупаемости распределителей теплоты

Расход теплоты (удельный/годовой)	Доля отопительных приборов, оборудованных радиаторным распределителями, η	Доля сэкономленной теплоты, r	Тариф на тепловую энергию, S_T руб./ГДж	Стоимость сэкономленной теплоты за год, руб. $S_{эк}$, руб/год	Срок окупаемости, T , лет
$\frac{80 \text{ Вт/м}^2}{31512 \text{ ГДж/год}}$	0,75	0,1	300	94556,16	13,9
			400	126074,9	10,4
			500	157593,6	8,3
	0,8	0,2	300	189112,3	7,4
			400	252149,8	5,6
			500	315187,2	4,4
	0,9	0,3	300	283668,5	5,6
			400	378224,6	4,2
			500	567336,9	2,8
$\frac{55 \text{ Вт/м}^2}{2167 \text{ ГДж/год}}$	0,75	0,1	300	65007,36	20,2
			400	86676,5	15,1
			500	108345,6	12,1
	0,8	0,2	300	130014,7	10,8
			400	173352,9	8,1
			500	216691,2	6,5
	0,9	0,3	300	195022,1	8,1
			400	260029,4	6,1
			500	325036,8	4,8
$\frac{45 \text{ Вт/м}^2}{1773 \text{ ГДж/год}}$	0,75	0,1	300	53187,8	24,7
			400	70917,1	18,5
			500	88646,4	14,8
	0,8	0,2	300	106375,7	13,2
			400	141834,2	9,9
			500	177292,8	7,9
	0,9	0,3	300	159563,5	9,9
			400	212751,3	7,4
			500	265939,2	5,9

Анализ полученных результатов показывает, что наименьший срок окупаемости радиаторных распределителей будет у зданий с наибольшим удельным расходом теплоты. При этом важно учитывать, система с радиаторными распределителями работает, если ими оборудована большая часть отопительных приборов (не менее 75 %). Приемлемый срок окупаемости (около 5 лет) может быть достигнут при оборудовании распределителями не менее 80 % (рис. 4).

Заключение.

Обзор радиаторных распределителей показал наличие большого разнообразия моделей с различными функциональными возможностями и конструктивными особенностями. Разработанная классификация разновидностей распределителей систематизирует имеющуюся информацию об этих устройствах и позволит потенциальным пользователям сделать их обоснованный выбор.

Расчет срока окупаемости радиаторных распределителей для климатических условий г. Воронежа показал экономическую целесообразность их применения в случае оборудования ими не менее 80 % отопительных приборов в здании.

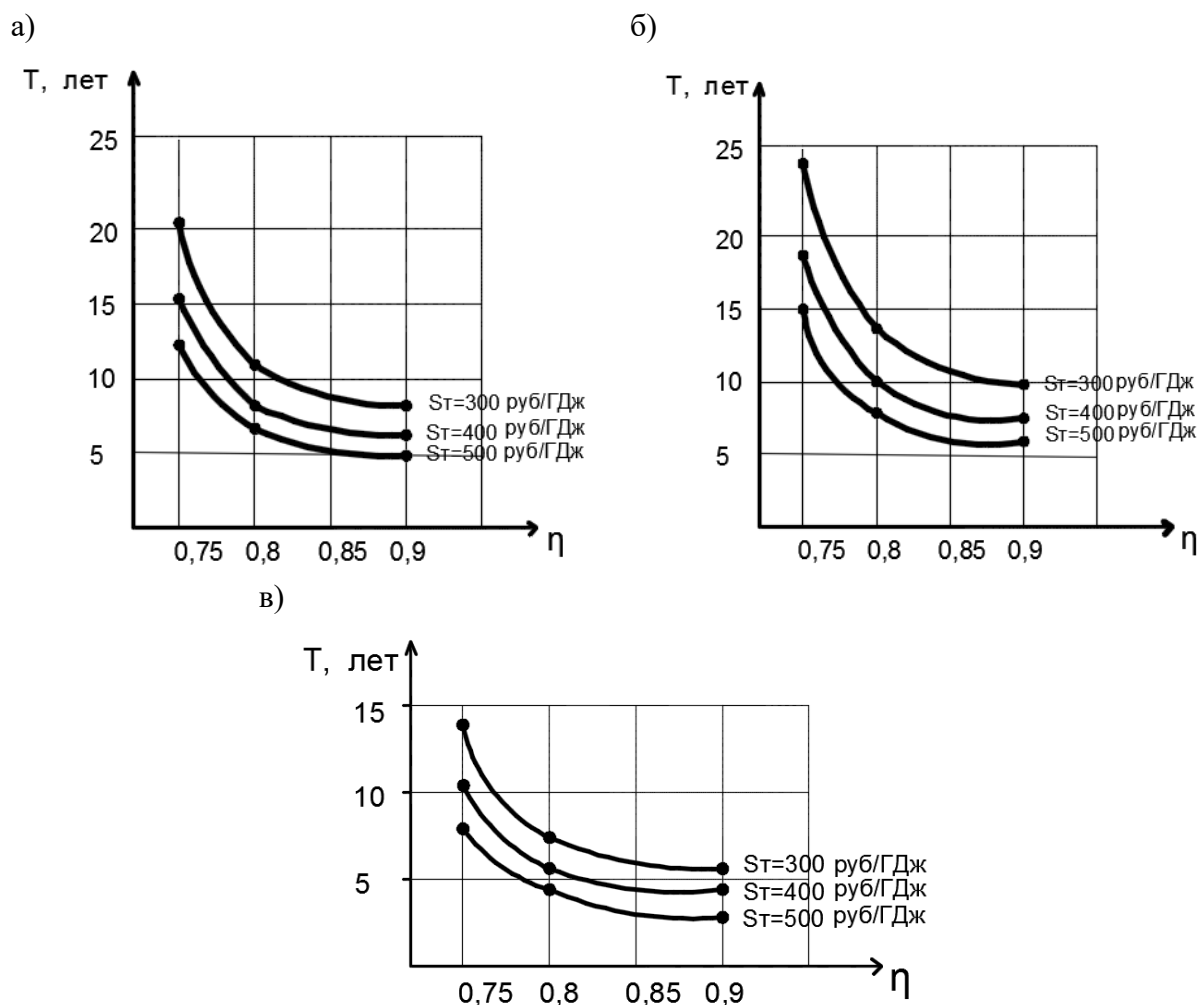


Рис. 4 – Зависимость срока окупаемости T от доли приборов, оборудованных радиаторными распределителями η для зданий с различным удельным расходом теплоты: а) при $q_{уд}=55$ Вт/м² (год постройки после 2000 г.); б) при $q_{уд}=45$ Вт/м² (год постройки > 2015 г.); в) при $q_{уд}=80$ Вт/м² (год постройки до 1995 г.)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Канев, С. Н. Ещё раз о наблевших проблемах учёта количества теплоты / С.Н. Канев // Ученые заметки ТОГУ. – 2013. – Т. 4. – № 4. – С. 1783-1794.
2. Иночкин, Е. В. Индивидуальный учет тепловой энергии / Е. В. Иночкин // Энергосбережение. – 2013. – № 3. – С.35-40.
3. Усталов, Д. С. Поквартирный учёт тепла? Я – против // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2014. – № 9(153). – С. 68-75.
4. Казачков, В. С. Распределение и учет энергоресурсов в квартирах многоэтажных жилых домов при установке в них автоматизированной системы / В. С. Казачков и др. // Энергосбережение и энергетика в Омской области. – 2005. – № 4(17). – С. 28-34.
5. Кононова, М. С. Оценка потенциальной экономии энергоресурсов на отопление зданий за счет теплопоступлений от солнечной радиации / М. С. Кононова, Е. Ю. Сороченкова, Н. Н. Смирнова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2016. – № 1(22). – С. 35-41.
6. Кононова, М. С. Алгоритм определения оптимальных параметров транспортировки теплоносителя в тепловой сети / М. С., Кононова, Т. С. Дунаева // Информатика: проблемы, методология, технологии: сборник материалов XVI международной научно-методической конференции. – Воронеж, 2016. – С. 267-271.

7. **Дементьев, С. А.** Экономический эффект от автоматизации индивидуального теплового пункта жилого дома при разных режимах подачи теплоносителя / С. А. Дементьев, М. Н. Жерлыкина, М. С. Кононова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 4(3). – С. 90-97.

8. **Кононова, М. С.** Алгоритм расчета энергосберегающего потенциала зданий при автоматическом регулировании систем отопления // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2015. – № 2(6). – С. 71-74.

9. **Кононова, М. С.** К вопросу оценки экономии теплоты при автоматическом регулировании температуры теплоносителя в системах централизованного теплоснабжения // Известия вузов. Строительство. – 2016. – № 7. – С. 46-52.

10. **Анисимов, Д. Л.** Приборы учета тепла: маркетинг против метрологии / Д. Л. Анисимов // Новости теплоснабжения. – 2007. – № 2. – С. 54-58.

11. **Матрунчик, А. С.** Достоинства и недостатки существующих способов учёта тепловой энергии жилыми зданиями / А. С. Матрунчик // Синергия наук. – 2017. № 14. – С. 74-78.

12. **Медведев, В. А.** Системы измерения тепловой энергии / В. А. Медведев // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2012. – № 10(130). – С. 60-65.

13. **Никитина, С. В.** Поквартирный учет и регулирование тепла: обзор существующего оборудования и способов учета / С. В. Никитина // Энергосбережение. – 2003. – № 2. – С. 45-51.

14. **Бычковский, И. А.** Применение расходомеров для поквартирного учёта потребления энергии / И. А. Бычковский, Г. С. Сурнов, С. И. Сурнов // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 10. – С. 74-75.

Поступила в редакцию 20 июня 2018

TECHNO-ECONOMIC PERFORMANCE RADIATOR HEAT DISTRIBUTING DEVICES IN HEATING SYSTEMS OF RESIDENTIAL BUILDINGS

Y. V. Telyuk, M. S. Kononova

Telyuk Yulia Valer`evna, student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: telyuk_yulya3@mail.ru
Kononova Marina Sergeevna, Cand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: kniga18@mail.ru

The organization of individual accounting is an effective method to stimulate consumers to rational use of the consumed heat. In vertical heating systems, it is possible to organize individual accounting using radiator distributing devices, which allow distributing of the total payment for heating in proportion to the amount of heat consumed. The review of the existing models of radiator distributing devices is undertaken, their varieties with different functionality are selected. The calculations of the payback period of the use of radiator distributing devices in conjunction with thermostatic valves are performed. The calculations were carried out on the example of a five-storey residential building. At the same time, the following parameters were changed: relative heat consumption; the share of heating devices equipped with distributing devices; the tariff for thermal energy. Graphs illustrating the dependence of the payback period on the variable parameters are drawn. It is established that for climatic conditions of Voronezh it is economically expedient to consider application of radiator distributing devices if not less than 80% of heating devices in the building are equipped with them.

Keywords: radiator heat distributing devices; individual accounting of heat consumption, heat saving.

REFERENCES

1. **Kanev S. N.** *Once again about the urgent problems of accounting for the amount of heat.* Scientists notes PNU. 2013. Vol. 4. No. 4. Pp. 1783-1794. (in Russian)
2. **Inochkin E. V.** *Individual accounting of thermal energy.* Energy saving. 2013. No. 3. Pp. 35-40. (in Russian)
3. **Ustalov D. C.** *Inventory door-to-Door heat? I am against.* Sanitary engineering, heating, air conditioning. 2014. No. 9(153). Pp. 68-75. (in Russian)
4. **Kazachkov V. S.** et al. *Distribution and accounting of energy resources in apartments of multi-storey residential buildings when installing an automated system in them.* Energy Saving and energy in Omsk region 2005. No 4(17). Pp. 28-34. / (in Russian)
5. **Kononova M. S., Sorochenkova E. Yu., Smirnova N. N.** *Estimation of potential energy savings for heating of buildings due to heat input from solar radiation.* Science Magazine. Engineering systems and facilities. 2016. No. 1(22). Pp. 35-41. (in Russian)
6. **Kononova M. S., Dunaeva T. S.** *The algorithm for determining the optimal parameters of transportation of the heat carrier in a heating system.* Informatics: problems, methodology, technology: collection of articles of the XVI international scientific-methodical conference. Voronezh. 2016. Pp. 267-271. (in Russian)
7. **Dementyev S. A., Zherlykina M. N., Kononova M. S.** *The economic effect of automation of individual heating unit of a residential building at different conditions of heat carrier.* Housing and communal infrastructure. 2017. No. 4(3). Pp. 90-97. (in Russian)
8. **Kononova M. S.** *Algorithm of calculation saving means of potential of buildings at auto control of heater systems.* The scientific bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Information techniques in building, social and economical systems. 2015. No. 2(6). Pp. 71-74. (in Russian)
9. **Kononova M. S.** *To the problem of estimation of saving of heat at autocontrol of temperature of the heat transfer in systems of the centralized heat supply.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2016. No. 7. Pp. 46-52. (in Russian)
10. **Anisimov D. L.** *Heat metering Devices: marketing versus Metrology.* Heat supply news. 2007. No 2. Pp. 54-58. (in Russian)
11. **Matrunchik A. S.** *The advantages and disadvantages of existing methods of calculation of thermal energy residential buildings.* Synergy sciences. 2017. No. 14. Pp. 74-78. (in Russian)
12. **Medvedev V. A.** *Thermal energy measurement Systems* Plumbing, heating, air conditioning. 2012. No. 10(130). Pp. 60-65. (in Russian)
13. **Nikitina S. V.** *Apartment heat metering and regulation: overview of existing equipment and metering methods.* Energy Saving. 2003. No. 2. Pp. 45-51 (in Russian)
14. **Bychkovsky I. A., Surnov G. S., Surnov S. I.** *Application of flowmeters for residential accounting of energy consumption.* Industrial and civil construction. 2013. No. 10. Pp. 74-75. (in Russian)

Received 20 June 2018

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Телюк, Ю. В. Техничко-экономические показатели радиаторных распределителей теплоты в системах отопления жилых зданий / Ю. В. Телюк, М. С. Кононова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 79-86.

FOR CITATION:

Telyuk Y. V., Kononova M. S. *Techno-economic performance radiator heat distributing devices in heating systems of residential buildings.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 79-86. (in Russian)

УДК 697.341

СРАВНЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАНТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ВНУТРИКВАРТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Е. А. Шеина, Е. О. Волхова, Ю. В. Телюк

Шеина Евгения Александровна, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: sheina.evgeniya96@yandex.ru

Волхова Елена Олеговна, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: ewolhowa@mail.ru

Телюк Юлия Валерьевна, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: telyuk_yulya3@mail.ru

Существующая структура систем централизованного теплоснабжения с центральными тепловыми пунктами (ЦТП) характеризуется рядом недостатков. Одним из возможных путей улучшения эксплуатационных показателей этих систем является перенос теплообменников для нагрева горячей воды из центральных в индивидуальные тепловые пункты. В условиях существующей застройки принятие решения о переносе теплообменников должно быть обосновано технико-экономическими расчетами. В работе приводится сравнение двух вариантов реконструкции системы теплоснабжения жилой группы. Первый вариант предусматривает капитальный ремонт и модернизацию существующей структуры (с ЦТП). Второй вариант связан с переносом теплообменного оборудования в ИТП зданий. Рассчитаны капитальные затраты, включающие расходы на оборудование тепловых пунктов и замену тепловой сети. Эксплуатационные расходы сравниваемых вариантов включают стоимость электроэнергии на циркуляцию теплоносителя в тепловой сети и стоимость тепловых потерь. Итоговое сравнение вариантов проведено на основе вычисления приведенных затрат. В результате для рассматриваемой жилой группы в условиях реконструкции экономически целесообразным получился первый вариант с сохранением существующей структуры теплоснабжения.

Ключевые слова: система теплоснабжения; центральный тепловой пункт; теплообменник горячего водоснабжения.

Системы теплоснабжения большинства российских городов построены на основе схемного решения с подогревом воды для нужд горячего водоснабжения в центральных тепловых пунктах (ЦТП), обслуживающих группу зданий. Такая структура сложилась несколько десятилетий назад и имеет ряд недостатков, среди которых основными являются:

- ✓ повышенные потери теплоты во внутриквартальных теплопроводах [1];
- ✓ устаревшее теплообменное оборудование (секционные трубчатые теплообменники), имеющие тенденцию к снижению теплопроизводительности в процессе эксплуатации [2, 3].

Проведено довольно много исследований, посвящённых вопросам совершенствования систем теплоснабжения [4...10], в которых обосновывается целесообразность перехода от нагрева горячей воды в ЦТП к нагреву в индивидуальных тепловых пунктах (ИТП) зданий.

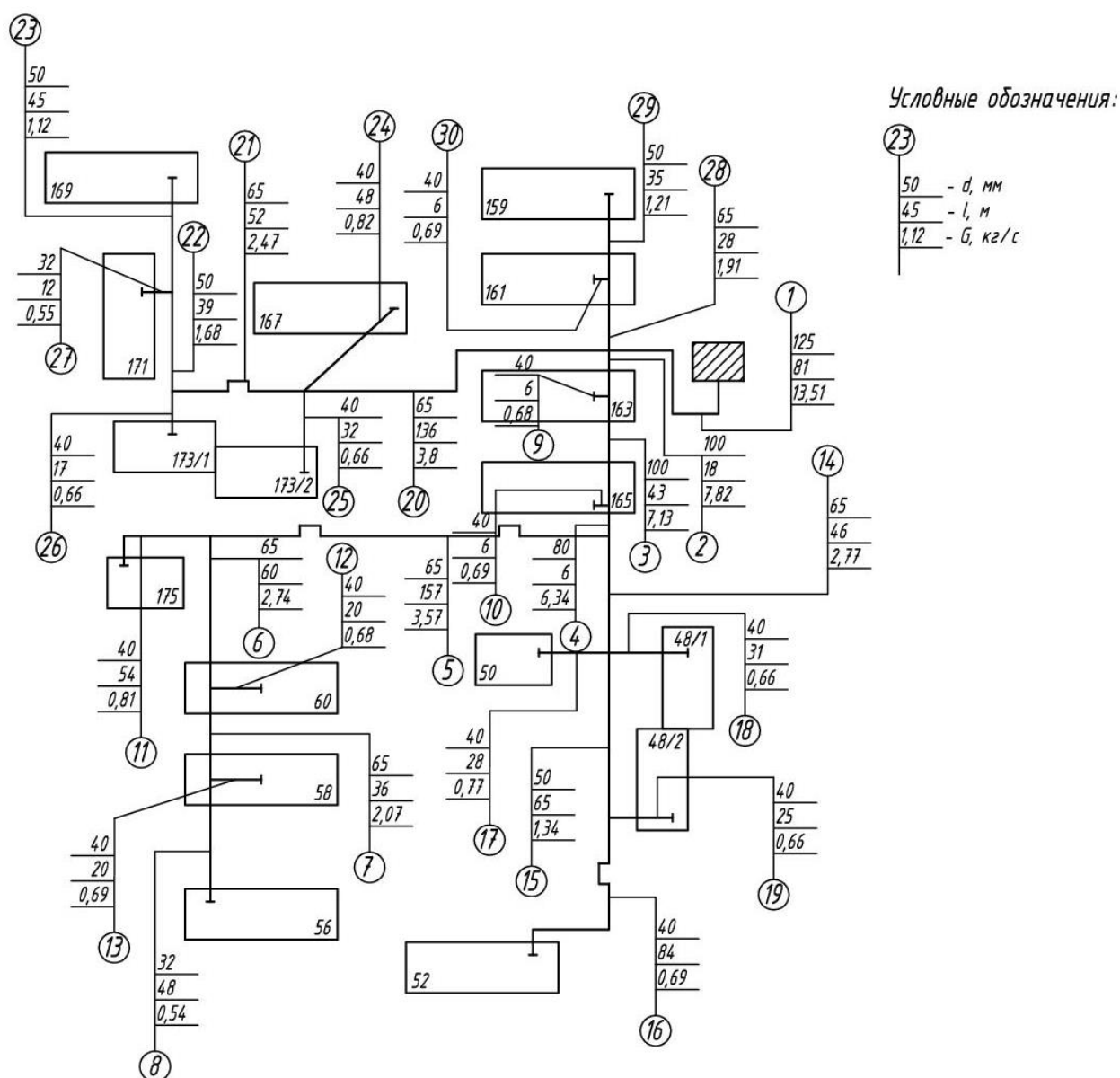
Однако в условиях существующей застройки вопрос о реконструкции системы теплоснабжения с переносом теплообменного оборудования в ИТП зданий требует проведения расчётов, подтверждающих экономическую целесообразность этого мероприятия.

В рамках настоящей работы рассмотрены два варианта реконструкции системы теплоснабжения жилой группы, обслуживаемой одним ЦТП.

Климатические данные при расчетах приняты для г. Воронежа. Схема тепловой сети исследуемой жилой группы приведена на рис.

В первом варианте сохраняется существующая структура системы теплоснабжения с нагревом воды в ЦТП и четырехтрубной тепловой сетью. Предлагаются следующие мероприятия по реконструкции:

- ✓ капитальный ремонт тепловой сети с заменой труб на бесканальную конструкцию с монолитной пенополиуретановой изоляцией [11];
- ✓ модернизация центрального теплового пункта с заменой секционных трубчатых теплообменников на пластинчатые и установкой приборов автоматического регулирования [12];
- ✓ модернизация оборудования индивидуальных тепловых пунктов здания с установкой приборов автоматического регулирования температуры теплоносителя [13...15].



Расчетная схема тепловой сети

Во втором варианте предлагается изменение структуры теплоснабжения с переносом теплообменников из ЦТП в ИТП зданий. При этом предусматриваются следующие мероприятия по реконструкции:

✓ замена четырехтрубной тепловой сети на двухтрубную с пересчетом диаметров труб [16];

✓ изменение схемы ИТП зданий с установкой пластинчатых теплообменников и приборов автоматического регулирования [4, 6].

Для модернизации ЦТП в первом варианте реконструкции подобрано оборудование, перечень которого с указанием стоимости приведен в табл. 1. Суммарная стоимость оборудования для реконструкции ЦТП составляет: $S_{\text{ЦТП}} = 997\,151$ руб. (цены посчитаны на март 2018 г.).

Таблица 1

Оборудование для модернизации ЦТП в первом варианте реконструкции

Позиция	Наименование	Обозначение	Количество	Стоимость, руб.
1	Пластинчатый теплообменник	TP 3-122	1	74 941
2	Пластинчатый теплообменник	TP 3-122	1	74 941
3	Регулятор-ограничитель расхода	VFQ2, d-125	1	456 618
4	Электронный регулятор	ECL Comfort 210	1	30 201
5	Регулирующий клапан	VFG2, d-100	1	209 359
6	Электропривод клапана	AME 655	1	96 776
7	Обратный клапан	NVD 402, d-50	1	9 867
8	Насос циркуляционный	UPS 32-80F	2	38 400
9	Датчик температуры теплоносителя	ESMU	1	6 048
ИТОГО:				997 151

В первом варианте реконструкции предполагается также установка в ИТП зданий приборов, обеспечивающих автоматическое регулирование температуры теплоносителя. При этом в каждом здании предусматривается установка следующих приборов:

- ✓ электронный регулятор температуры;
- ✓ датчик температуры теплоносителя;
- ✓ датчик температуры наружного воздуха;
- ✓ регулирующий проходной клапан с электроприводом;
- ✓ обратный клапан;
- ✓ циркуляционный насос.

Суммарная стоимость оборудования для реконструкции ИТП всех зданий рассматриваемой жилой группы в первом варианте реконструкции составляет:

$S_{\text{ИТП I}} = 2\,857\,072$ руб.

Во втором варианте реконструкции в ИТП зданий кроме приборов для регулирования температуры теплоносителя устанавливаются пластинчатые теплообменники для нагрева горячей воды.

Суммарная стоимость оборудования для реконструкции ИТП во втором варианте составляет:

$S_{\text{ИТП II}} = 9\,008\,753$ руб.

Для обоих вариантов реконструкции были разработаны монтажные схемы тепловой сети и посчитана стоимость материалов, которая составила:

- ✓ для первого варианта $S_{\text{ТС I}} = 3\,718\,145$ руб.;
- ✓ для второго варианта $S_{\text{ТС II}} = 3\,578\,861$ руб.

С учетом рассчитанных значений стоимостей материалов были определены капитальные затраты на каждый вариант реконструкции:

Для первого варианта реконструкции K_I , руб., составляют:

$$K_I = (S_{ТС I} + S_{ЦТП} + S_{ИТП I}) \cdot K_{МОНТ}, \quad (1)$$

где $K_{МОНТ} = 1,45$ – коэффициент учитывающий стоимость монтажных работ.

$$K_I = (3\,718\,145 + 997\,151 + 2\,837\,072) \cdot 1,45 = 10\,950\,933,6 \text{ руб.}$$

Капитальные затраты для второго варианта реконструкции K_{II} , руб., рассчитываются по формуле:

$$K_{II} = (S_{ТС II} + S_{ИТП II}) \cdot K_{МОНТ}. \quad (2)$$

$$K_{II} = (3\,578\,861 + 9\,008\,753) \cdot 1,45 = 18\,252\,040,3 \text{ руб.}$$

Кроме капитальных затрат для сравнения требуется определить эксплуатационные расходы. В расчётах сравниваются расходы электроэнергии на обеспечение циркуляции теплоносителя и стоимость тепловых потерь. Затраты на обслуживание для сравниваемых вариантов приняты одинаковыми, так как протяженность тепловой сети и количество обслуживаемых индивидуальных тепловых пунктов не меняется.

Затраты электроэнергии на перекачку теплоносителя зависят от расчетной мощности насосов, обеспечивающих циркуляцию теплоносителя, рассчитываемой по формуле

$$N = G \cdot \Delta P / 3670 \cdot \eta_n \cdot \eta_{\varepsilon}, \quad (3)$$

где G – расчетный расход воды, т/час; ΔP – потери давления при транспортировке теплоносителя, кПа; $\eta_n = 0,9$ – КПД насоса; $\eta_{\varepsilon} = 0,8$ – КПД электродвигателя.

В первом варианте после ЦТП функционируют два циркуляционных контура – отопление и горячее водоснабжение. Расчетная мощность насосов для системы отопления $N_{от}$ и горячего водоснабжения $N_{ГВ}$ соответственно составит:

$$N_{от} = (48,636 \cdot 301,38) / (3670 \cdot 0,9 \cdot 0,8) = 5,55 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$$N_{ГВ} = (30,474 \cdot 2983,2) / (3670 \cdot 0,9 \cdot 0,8) = 34,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Для второго варианта реконструкции расчетная мощность насосов составит:

$$N_{II} = (124,823 \cdot 328,54) / (3670 \cdot 0,9 \cdot 0,8) = 15,52 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Годовой расход электроэнергии на циркуляцию теплоносителя $\mathcal{E}_{год}$, кВт · ч/год, рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = N \cdot z \cdot 24, \quad (4)$$

где N – расчетная мощность насосов для обеспечения циркуляции теплоносителя, кВт; z – продолжительность работы насосов в году, сут.

Для первого варианта реконструкции годовой расход электроэнергии на перекачку теплоносителя для системы отопления и горячего водоснабжения соответственно составит:

$$\mathcal{E}_{год от} = 5,55 \cdot 190 \cdot 24 = 28371,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год};$$

$$\mathcal{E}_{год ГВ} = 34,4 \cdot 365 \cdot 24 = 301344 \cdot \text{ч/год}.$$

Для второго варианта реконструкции годовой расход электроэнергии на перекачку теплоносителя составит:

$$\mathcal{E}_{год II} = 15,52 \cdot 365 \cdot 24 = 135955,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}.$$

Годовая стоимость электроэнергии $S_{эл год}$, руб./год, рассчитывается по формуле:

$$S_{эл год} = \mathcal{E}_{год} \cdot T_{\varepsilon}, \quad (5)$$

где $\mathcal{E}_{год}$ – годовой расход электроэнергии на перекачку теплоносителя, кВт · ч/год; $T_{\varepsilon} = 3,2$ руб./кВт · ч.

✓ для первого варианта:

$$S_{эл год I} = (28371,6 + 301344) \cdot 3,2 = 1\,055\,089,9 \text{ руб./год},$$

✓ для второго варианта:

$$S_{эл год} = 135955,2 \cdot 3,2 = 435\,056,6 \text{ руб./год}.$$

Стоимость тепловых потерь $S_{ТП I год}$, руб./год, для первого варианта реконструкции рассчитываются по формуле:

$$S_{ТП I год} = (\sum Q_{от} \cdot Z_{от} + \sum Q_{ГВ} \cdot 365) \cdot T_T \cdot 24 \cdot 3,6 \cdot 10^{-6}, \quad (6)$$

где $\sum Q_{от}$, $\sum Q_{ГВ}$ – сумма тепловых потерь трубопроводами отопления и горячего водоснабжения, кВт; $Z_{от}$ – продолжительность отопительного периода, сут; $T_T = 2000$ руб./Гкал = 477 руб./ГДж – тариф на тепловую энергию.

$$S_{\text{ТП I год}} = (51426 \cdot 190 + 40488 \cdot 365) \cdot 477 \cdot 24 \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} = 1\,011\,735,5 \text{ руб./год.}$$

Стоимость тепловых потерь $S_{\text{ТП II год}}$, руб./год, для второго варианта реконструкции рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ТП II год}} = \sum Q_{\text{П}} \cdot 365 \cdot T_{\text{Т}} \cdot 24 \cdot 3,6 \cdot 10^{-6}, \quad (7)$$

где $\sum Q_{\text{П}}$ – сумма тепловых потерь двухтрубной тепловой сети, кВт.

$$S_{\text{ТП II год}} = 65633 \cdot 365 \cdot 477 \cdot 24 \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} = 987\,120,3 \text{ руб/год.}$$

Эксплуатационные затраты с учетом результатов вычислений по формулам (4)...(7) определяются суммой:

$$S_{\text{ЭКСП}} = S_{\text{ТП год}} + S_{\text{ЭЛ год}}, \quad (8)$$

✓ для первого варианта:

$$S_{\text{ЭКСП I}} = 1\,011\,735,5 + 1\,055\,089,9 = 2\,066\,825,4 \text{ руб/год}$$

✓ для второго варианта:

$$S_{\text{ЭКСП II}} = 987\,120,3 + 435\,056,6 = 1\,422\,176,9 \text{ руб/год}$$

Для итогового сравнения вариантов используются приведенные годовые затраты Π , руб./год, рассчитываемые по формуле:

$$\Pi = K \cdot (E_{\text{Н}} + P_{\text{А}}) + S_{\text{ЭКСП}}, \quad (9)$$

где K – капитальные затраты, руб; $E_{\text{Н}} = 0,12$ – коэффициент эффективности капитальных вложений; $P_{\text{А}} = 0,08$ – доля амортизационных отчислений; $S_{\text{ЭКСП}}$ – эксплуатационные годовые затраты, руб/год.

✓ для первого варианта:

$$\Pi_{\text{I}} = 10\,950\,933,6 \cdot (0,12 + 0,08) + 2\,066\,825,4 = 4\,257\,012,5 \text{ руб;}$$

✓ для второго варианта:

$$\Pi_{\text{II}} = 18\,252\,040,3 \cdot (0,12 + 0,08) + 1\,422\,176,9 = 5\,072\,585 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Экономические показатели сравниваемых вариантов реконструкции

Наименование показателя	Значение показателя	
	I вариант реконструкции	II вариант реконструкции
Эксплуатационные затраты $S_{\text{ЭКСП}}$, руб/год	2 115 571,8	1 422 176,9
Капитальные затраты K , руб	10 950 933,6	18 252 040,3
Приведенные затраты Π , руб	4 257 012,5	5 072 585

Заключение.

Выявлено, что в случае переноса теплообменников в индивидуальные тепловые пункты эксплуатационные расходы уменьшаются на 32%, что обусловлено ликвидацией внутриквартальной подземной части циркуляционного контура горячего водоснабжения и связанных с ним расходов на транспортировку теплоносителя и тепловых потерь.

Капитальные затраты на оснащение индивидуальных тепловых пунктов оборудованием для нагрева горячей воды превышают затраты на модернизацию ЦТП на 67 %. Однако итоговое сравнение на основе приведенных затрат показало, что в условиях существующей застройки, при исходных данных, принятых в расчетах, экономически целесообразным будет вариант сохранения существующей структуры системы теплоснабжения с проведением мероприятий по капитальному ремонту и модернизации оборудования.

Следует учитывать, что в случае выбора варианта расположения теплообменников при новом строительстве, результаты сравнения могут быть в пользу другого варианта (с расположением теплообменников в ИТП), так как существенно возрастут капитальные затраты на строительство здания ЦТП и его вспомогательное оборудование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Башмаков, И. А.** Анализ основных тенденций развития систем теплоснабжения России / И.А. Башмаков // Новости теплоснабжения. – 2008. – № 2. – С. 27-28.
2. **Ливчак, В. И.** Установка ИТП в зданиях вместо замены изношенного оборудования в ЦТП и перекладки сетей горячего водоснабжения / В. И. Ливчак // Энергосбережение. – 2008. – № 1. – С. 36-39.
3. **Ильин, В. К.** Пути модернизации городских тепловых пунктов / В. К. Ильин // Энергосбережение. – 2005. – №6. – С. 71-73.
4. **Кононова, М. С.** Алгоритм выбора оптимальной схемы централизованного теплоснабжения жилой застройки / М. С. Кононова // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2016. – № 1(7). – С. 125-129.
5. **Кононова, М. С.** Сравнительный анализ вариантов расположения теплообменников в системах централизованного горячего водоснабжения жилой застройки / М.С. Кононова // Известия вузов. Строительство. – 2014. – № 11. – С. 49-54.
6. **Гершкович, В. Ф.** Пора избавляться от ЦТП / В.Ф. Гершкович // Сантехника. Отопление. Кондиционирование. – 2006. – № 3. – С. 43-48.
7. **Ливчак, В. И.** Совершенствование систем централизованного теплоснабжения крупных городов России / В. И. Ливчак // Журнал АВОК. – 2004. – № 5. – С. 7-10.
8. **Кононова, М. С.** Алгоритм определения оптимальных параметров транспортировки теплоносителя в тепловой сети / М. С. Кононова, Т. С. Дунаева // Информатика: проблемы, методология, технологии: сборник материалов XVI международной научно-методической конференции. Воронеж. – 2016. – С. 267-271.
9. **Мелехин, Б. И.** На пути к цивилизованным системам централизованного теплоснабжения / Б. И. Мелехин // Новости теплоснабжения. – 2006. – № 3. – С. 34-40.
10. **Жила, В. А.** Обоснование основных показателей при выборе оптимальной схемы теплоснабжения / В. А. Жила, Ю. Г. Маркевич // Сантехника. Отопление. Кондиционирование. – 2006. – № 8. – С. 62-64.
11. **Кононова, М. С.** Сравнительный анализ технико-экономических показателей некоторых конструкций бесканальной прокладки тепловых сетей / М. С. Кононова // Известия вузов. Строительство. – 2013. – № 6. – С. 84-90.
12. **Кононова, М. С.** К вопросу оценки экономии теплоты при автоматическом регулировании температуры теплоносителя в системах централизованного теплоснабжения / М. С. Кононова // Изв. вузов. Строительство – 2016. – № 7. – С. 46-52.
13. **Дементьев, С. А.** Экономический эффект от автоматизации индивидуального теплового пункта жилого дома при разных режимах подачи теплоносителя / С. А. Дементьев, М. Н. Жерлыкина, М. С. Кононова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 4(3). – С. 90-97.
14. **Кононова, М. С.** Оценка потенциальной экономии энергоресурсов на отопление зданий за счет теплопоступлений от солнечной радиации / М. С. Кононова, Е. Ю. Сороченкова, Н. Н. Смирнова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2016. – № 1(22). – С. 35-41.
15. **Ильин, В. К.** Сравнительные варианты модернизации ЦТП на примере конкретного объекта / В. К. Ильин // Энергосбережение. – 2008. – № 1. – С. 32-35.
16. **Кононова, М. С.** О влиянии температуры теплоносителя на технико-экономические показатели проектируемых тепловых сетей / М. С. Кононова // Известия вузов. Строительство. – 2012. – № 10. – С. 67-73.

Поступила в редакцию 28 июня 2018

COMPARISON OF THE TECHNO-ECONOMIC INDICATORS OF THE OPTIONS FOR THE RECONSTRUCTION OF THE INTERNAL-QUARTER SYSTEM OF HEAT SUPPLY

E. A. Sheina, E. O. Volkhova, Y. V. Telyuk

Sheina Evgeniya Alexandrovna, master of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-49; e-mail: sheina.evgeniya96@yandex.ru
Volkhova Elena Olegovna, master of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-52-49; e-mail: ewolhowa@mail.ru
Telyuk Yulia Valer'evna, student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: telyuk_yulya3@mail.ru

The existing structure of centralized heating systems with central heating points (CHP) is characterized by a number of disadvantages. One of the possible ways to improve the performance of these systems is the transfer of heat exchangers for heating hot water from central to individual heat points (IHP). In the conditions of the existing building, the decision on the transfer of heat exchangers should be justified by technical and economic calculations. The paper compares two options for the reconstruction of the heating system of the residential group. The first option assumes for major repairs and modernization of the existing structure (with CHP). The second option is related to the transfer of heat exchange equipment in the IHP of buildings. The capital costs, including the costs of the equipment of heating points and the replacement of the thermal network, are calculated. The operating costs of the compared options include the cost of electricity for the circulation of the coolant in the thermal network and the cost of heat losses. The final comparison of the options is based on the calculation of the reduced costs. As a result, for the considered residential group in the conditions of reconstruction, the first option with the preservation of the existing structure of heat supply was economically feasible.

Keywords: heat supply system; central heating point; hot water supply heat exchanger.

REFERENCES

1. **Bashmakov I. A.** *The analysis basic tendencies of heat supply systems development.* News of heat supply. 2008. No. 2. Pp. 27-28. (in Russian)
2. **Livchak V. I.** *Installation of individual heat points in buildings instead of replacing worn out equipment in central heating points and re-laying of hot water networks.* Energy saving. 2008. No. 1. Pp. 36-39. (in Russian)
3. **Ilin V.K.** *Ways of modernization of city heat points.* Energy saving. 2005. No. 6. Pp. 71-73. (in Russian)
4. **Kononova M. S.** *The algorithm for choosing the optimal scheme of the centralized heat supply of residential buildings.* The scientific bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Information techniques in building, social and economical systems. 2016. No. 1(7). Pp. 125-129. (in Russian)
5. **Kononova M. S.** *The comparative analysis of versions of an arrangement of heat exchangers in systems of the centralized hot water facilities of habitation building.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2014. No. 11. Pp. 49-54. (in Russian)
6. **Gershkovich V. F.** *It's time to get rid of the central heating station.* Sanitary engineering. Heating. Conditioning. 2006. No. 3. Pp. 43-48. (in Russian)
7. **Livchak V.I.** *Improvement of district heating systems in major cities of Russia.* AVOK Magazine. 2004. No. 5. Pp. 7-10. (in Russian)
8. **Kononova M. S., Dunaeva T. S.** *The algorithm for determining the optimal parameters of transportation of the heat carrier in a heating system.* Informatics: problems, methodology,

technology: collection of articles of the XVI international scientific-methodical conference. Voronezh. 2016. Pp. 267-271. (in Russian)

9. **Melekhin B. I.** *On the way to civilized systems of district heating.* News of heat supply. 2006. No. 3. Pp. 34-40. (in Russian)

10. **Zhila V. A., Markevich Ju. G.** *Substantiation of the main indicators when choosing the optimal heat supply scheme.* Sanitary engineering. Heating. Conditioning. 2006. No. 8. Pp. 62-64. (in Russian)

11. **Kononova M. S.** *The comparative analysis technological indexes of some constructions unchannel laying of thermal webs.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2013. No. 6. Pp. 84-90. (in Russian)

12. **Kononova M. S.** *To the problem of estimation of saving of heat at autocontrol of temperature of the heat transfer in systems of the centralized heat supply.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2016. No. 7. Pp. 46-52. (in Russian)

13. **Dementyev S. A., Zherlykina M. N., Kononova M. S.** *The economic effect of automation of individual heating unit of a residential building at different conditions of heat carrier.* Housing and communal infrastructure. 2017. No. 4(3). Pp. 90-97. (in Russian)

14. **Kononova M. S., Sorochenkova E. Yu., Smirnova N. N.** *Estimation of potential energy savings for heating of buildings due to heat input from solar radiation.* Science Magazine. Engineering systems and facilities. 2016. No. 1(22). Pp. 35-41. (in Russian)

15. **Ilin V. K.** *Comparative versions of the modernization of the central heating station based on the example of a particular facility.* Energy saving. 2008. No. 1. Pp. 32-35. (in Russian)

16. **Kononova M. S.** *About temperature effect of the heat transfer medium on technological indexes of designed thermal webs.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2012. No. 10. Pp. 67-73. (in Russian)

Received 28 June 2018

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Шеина, Е. А. Сравнение технико-экономических показателей вариантов реконструкции внутриквартальной системы теплоснабжения / Е. А. Шеина, Е. О. Волхова, Ю. В. Телюк // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 87-94.

FOR CITATION:

Sheina E. A., Volkhova E. O., Telyuk Y. V. *Comparison of the techno-economic indicators of the options for the reconstruction of the internal-quarter system of heat supply.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 87-94. (in Russian)

УДК 332.831.2

ПРАВИЛА ПРОВЕРКИ СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА

А. В. Воротынцева, А. С. Овсянников, В. А. Болгов, Д. А. Казьмина

Воротынцева Анна Вениаминовна, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономики и основ предпринимательства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-54-00; e-mail: allslavin@mail.ru

Овсянников Андрей Сергеевич, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономики и основ предпринимательства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-54-00; e-mail: OvsyannikovAS@yandex.ru

Болгов Владимир Александрович, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономики и основ предпринимательства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-54-00; e-mail: v_bolgov@mail.ru

Казьмина Дарья Алексеевна, инженер II категории отдела управления имущественного комплекса и капитального строительства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)2715400; e-mail: mordasova_dasha@mail.ru

В настоящее время вопрос проверки сметной документации при организации и проведении работ по капитальному и текущему ремонту стоит очень актуально. По мнению авторов статьи, и оно опирается на определённые законодательные положения, отчет по средствам, потраченным на капитальный и текущий ремонт многоквартирных жилых домов, должен производиться по тем же правилам, что и отчет по использованию бюджетных средств для проведения ремонтных работ, т.е. опираться на существующую сметно-нормативную базу. В целом данная статья позволит уяснить определенные этапы выполнения проверки сметной документации, начиная с обследования дома на предмет выяснения необходимых к выполнению видов работ и объемов по ним для определения конкретного алгоритма составления сметной документации. В статье приводятся правила, по которым должна быть составлена предоставляемая на проверку смета, и делается акцент на типичные ошибки, которые совершают сметчики подрядных организаций при ее составлении, уделено внимание основным аспектам, используемым при проверке сметной документации на производство ремонтных работ при проведении капитального или текущего ремонта многоквартирного жилого дома.

Ключевые слова: капитальный ремонт; текущий ремонт; товарищество собственников жилья; многоквартирный жилой дом; сметная документация; сменно-нормативная база.

Человек, проверяющий сметную документацию, должен одновременно быть специалистом во многих областях:

- ✓ в области технологии выполнения строительных, монтажных и ремонтных работ,
- ✓ в области экономики – разбираться в экономических тонкостях формирования сметной стоимости работ, правилах применения сметных нормативов;
- ✓ в области юриспруденции – уметь проводить контроль правовых вопросов выполнения договора подряда.

При проверке сметной документации следует обратить внимание на определенные нюансы и правила ее составления. Существуют типичные ошибки, которые, намерено или нет, совершают подрядчики при составлении сметы на выполнение ремонтных работ.

Для составления сметы на ремонтные работы необходимы следующие документы:

- 1) Заключение о проведении обследования дома, проведённого совместно представителями подрядчика, заказчика (управляющая компания, фонд капитального ремонта, ТСЖ) и самого дома (домовой комитет).

2) Дефектная ведомость, которая отражает все необходимые к выполнению и визуально выявленные объемы работ.

3) Проект проведения ремонтных работ.

Смета должна быть составлена на основе объемов работ, определенных дефектной ведомостью и с учетом действующих на данный момент сметных норм и правил, а также индексов изменения сметной стоимости. На рис.1 представлена действующая на данный момент сметно-нормативная база, которая находится в состоянии постоянного реформирования и дополнения¹.



Рис. 1 – Сметно-нормативная база

Существующая сметно-нормативная база делится на федеральную (действующую на всей территории РФ, но разработанную для условий и с учетом цен Московской области) и территориальную (разработанную с учетом климатических особенностей, специфики и цен определенной территории - субъекта РФ).

Сметно-нормативная база состоит из следующих сметных нормативов:

- ✓ сметная норма – ГЭСН – Государственная элементная сметная норма;
- ✓ сметная цена ресурса – ФССЦ и ТССЦ – федеральные или территориальные сборники сметных цен на используемые ресурсы;
- ✓ сметная расценка – ФЕР и ТЕР – федеральные и территориальные единичные расценки.

При составлении сметной документации может быть использован один их вариантов структурного составления сметы:

Первый вариант – с выделением по разделам:

- ✓ демонтажные работы по видам демонтажа или без этого деления;

¹ Функции по разработке и утверждению сметно-нормативной базы возложены на Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства

- ✓ вывоз мусора;
- ✓ монтажные работы с разделением по видам работ (сантехника, отделка, полы, окна, двери и т.д.).

Второй вариант – с выделением разделов по видам работ (сантехника, отделка, полы, окна, двери и т.д.) в порядке технологического выполнения):

- ✓ демонтажные работы, монтажные работы, вывоз мусора;
- ✓ замена конструкции, вывоз мусора.

Можно выделить следующие особенности определения сметной стоимости на капитальный и текущий ремонт зданий и сооружений промышленного и жилищно-гражданского назначения:

1) Необходимость использования не только нормативной базы на ремонтно-строительные работы, но и сборников сметных норм и единичных расценок на строительные и монтажные работы.

2) При составлении сметной документации на капитальный ремонт в первую очередь следует применять расценки, предназначенные для капитального ремонта, т.е. расценки соответствующих сборников ГЭСНр, ФЕРр, ТЕРр для определения стоимости работ по демонтажу или замене и ГЭСН-46, ФЕР-46, ТЕР-46 для определения стоимости демонтажных работ.

3) При отсутствии необходимых расценок на разборку конструкций в специализированных ремонтных сборниках затраты на данные работы следует учитывать в сметной документации по ГЭСН, ФЕР, ТЕР, ГЭСНм, ФЕРм, ТЕРм, ГЭСНп, ФЕРп, ТЕРп на монтаж конструкций без учета стоимости материальных ресурсов.

При этом к затратам и оплате труда рабочих-строителей, к затратам на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств следует применять следующие коэффициенты:

- а) при разборке сборных бетонных и железобетонных конструкций – 0,8;
- б) при разборке сборных деревянных конструкций – 0,8;
- в) при разборке внутренних санитарно-технических устройств (водопровода, газопровода, канализации, водосточков, отопления, вентиляции) – 0,4;
- г) при разборке наружных сетей водопровода, канализации, тепло- и газоснабжения – 0,6;
- д) при разборке металлических конструкций – 0,7,
- е) при разборке оборудования -0,3.

При выполнении работ в существующих зданиях и сооружениях, для процессов, аналогичных новому строительству, применяются сборники ГЭСН, ФЕР, ТЕР, ГЭСНм, ФЕРм, ТЕРм, ГЭСНп, ФЕРп, ТЕРп. При использовании этих сборников следует применять повышающие коэффициенты:

- ✓ 1,15 – к затратам труда (оплате труда) рабочих-строителей;
- ✓ 1,25 – к затратам на эксплуатацию машин (в том числе к оплате труда машинистов).

Указанные коэффициенты компенсируют косвенные затраты и потери подрядных организаций при выполнении ремонтных работ, нормируемых по сборникам норм на строительные и специальные строительные работы, разработанным исходя из условий поточного ведения работ. Коэффициент 1,15 к нормам затрат труда учитывает также потери подрядных организаций, связанных с малообъемностью работ при ремонте и реконструкции, а коэффициент 1,25 к нормам времени эксплуатации строительных машин компенсирует потери строительных организаций, связанных со снижением уровня годового режима работы строительных машин.

При определении сметной стоимости ремонтно-строительных работ применяются три метода:

- ✓ базисно-индексный, основанный на применении сметно-нормативной базы в базисной уровне цен и индексов перехода к текущему уровню;

✓ ресурсный, основанный на применении сметных норм расхода ресурсов и их текущей стоимости;

✓ ресурсно-индексный, совмещающий в себе простоту и доступность базисно-индексного и точность ресурсного метода,

Рассмотрим составление сметы по первой структурной схеме.

На рис. 2 приведена смета в утвержденной 13-графной форме – унифицированная форма КС-2. На этой форме нашли свое отражение специализированные сметные нормативы на ремонтные работы.

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ №

(локальная смета)

на Отдочные работы

(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание: Дефектная ведомость

Сметная стоимость16405,768 тыс. руб.

строительных работ13864,117 тыс. руб.

монтажных работ39,076 тыс. руб.

Средства на оплату труда1672,631 тыс. руб.

Сметная трудоемкость12845,83 чел. час

Составлен(а) в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на 1 квартал 2016

№ пп	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.				Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуживанием	
				всего	эксплуатации	материалы	Всего	оплаты труда	эксплуатации	материалы	на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Раздел 1. Демонтажные работы												
Стены, перегородки												
1	ТЕР46-04-001-04 Приказ Минстроя России от 31.12.14 №937/пр	Разборка: кирпичных стен (1 м3) НР (4024 руб.): 84%=110%*(0.9*0.85) от ФОТ СП (2300 руб.): 48%=70%*(0.85*0.8) от ФОТ	4	165,54 69,71	95,83 10,37		662	279	383 41		8,24	32,96
2	ТЕРр63-10-1 Приказ Минстроя России от 31.12.14 №937/пр	Разборка облицовки из гипсокартонных листов: стен и перегородок (разборка панелей облицовки барьера) (100 м2 облицовки) НР (350 руб.): 65%=77%*0.85 от ФОТ СП (216 руб.): 40%=50%*0.8 от ФОТ	0,57 57 / 100	66,31 60,31	6 2,42		38	35	3 1		7,31	4,17

Рис. 2 – Смета на ремонтно-строительные работы

На рис. 3 представлен пример применения расценки на новое строительство при определении стоимости демонтажных работ с учетом понижающих коэффициентов. На рис. 4 приведен пример определения стоимости вывоза строительного мусора.

На рис. 5 рассматривается вариант применения расценок на новое строительство при составлении сметы на ремонтно-строительные работы (при выполнении при ремонте работ, аналогичных работам в новом строительстве).

На рис. 6 и 7 представлены примеры включения в смету стоимости реально используемого (указанного в проекте), но не учтенного ГЭСН материала (текущая стоимость материала с помощью индекса приводится к базисному уровню цен, т.е. уровню цен, в котором составлена сметно-нормативная база).

Представленные примеры составлены с применением базисно-индексного метода, т.е. когда сметная стоимость сначала определяется в базисном уровне цен с использованием сметно-нормативной базы в ценах 2001 г. Если использовать стоимость ресурсов в текущем уровне цен, то сметы будут иметь вид, представленный на рис. 8.

№ пп	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.				Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуживанием	
				всего	эксплуата- ции	мате- риалы	Всего	оплаты труда	эксплуата- ции	мате- риалы	на единицу	всего
				оплаты труда	в т.ч. оплаты труда							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Раздел 1. Демонтажные работы												
6	ТЕР10-01-057-01 Приказ Минстроя России от 31.12.14 №937/пр	Установка по месту шкафных и антресольных: стенки (разборка барьерного ограждения) (100 м2 деталей) (МДС36 п.3.3.1.Демонтаж (разборка) сборных деревянных конструкций ОЗП=0,8; ЭМ=0,8 к расх.; ЗПМ=0,8; МАТ=0 к расх.; ТЗ=0,8; ТЗМ=0,8) НР (5619 руб.): 90%=118%*(0.9*0.85) от ФОТ СП (2684 руб.): 43%=63%*(0.85*0.8) от ФОТ	0,92 92 / 100	702,06 437,18	264,88 15,89		646	402	244 15		56,048	51,56

Рис. 3 – Пример применения расценки на новое строительство
при определении стоимости демонтажных работ

№ пп	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.				Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуживанием	
				всего	эксплуата- ции	мате- риалы	Всего	оплаты труда	эксплуата- ции	мате- риалы	на единицу	всего
				оплаты труда	в т.ч. оплаты труда							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сметная прибыль							333955					
Итого по разделу 1 Демонтажные работы							1604396					5385,97
Раздел 2. Автоперевозки												
53	ТССЦп01-01-01-041 Приказ Минстроя России от 31.12.14 №937/пр	Погрузочные работы при автомобильных перевозках: мусора строительного с погрузкой вручную (1 т груза) НР 0%=0%*0.85 от ФОТ СП 0%=0%*0.8 от ФОТ	80	41,05			3284					
54	ТССЦп03-21-01-015 Приказ Минстроя России от 31.12.14 №937/пр	Перевозка грузов автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т, работающих вне карьера, на расстояние: до 15 км I класс груза (1 т груза) НР 0%=0%*0.85 от ФОТ СП 0%=0%*0.8 от ФОТ	80	12,45	12,45		996		996			

Рис. 4 – Пример определения стоимости вывоза строительного мусора

№ пп	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.				Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуживанием	
				всего	эксплуата- ции	мате- риалы	Всего	оплаты труда	эксплуата- ции	мате- риалы	на единицу	всего
				оплаты труда	в т.ч. оплаты труда							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Машины и механизмы							7420					
Итого по разделу 2 Автоперевозки							10704					
Раздел 3. Стены, перегородки												
55	ТЕР08-02-001-01 <i>Приказ Минстроя России от 31.12.14 №937/пр</i>	Кладка стен кирпичных наружных: простых при высоте этажа до 4 м (1 м3 кладки) (МДС35-IV п.4.7. При ремонте и реконструкции зданий и сооружений работы, аналогичные технологическим процессам в новом строительстве ОЗП=1,15; ЭМ=1,25; ЗПМ=1,25; ТЗ=1,15; ТЗМ=1,25) НР (15411 руб.): 93%=122%*(0.9*0.85) от ФОТ СП (8948 руб.): 54%=80%*(0.85*0.8) от ФОТ	20	768,68 49,31	42,48 6,05	676,89	15374	986	850 121	13538	6,21	124,2

Рис. 5 – Вариант применения расценок на новой строительство
при составлении сметы на ремонтно-строительные работы

№ пп	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.				Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуживанием	
				всего	эксплуата- ции	мате- риалы	Всего	оплаты труда	эксплуата- ции	мате- риалы	на единицу	всего
				оплаты труда	в т.ч. оплаты труда							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Раздел 4. Полы												
60	ТЕР09-03-049-01 <i>Приказ Минстроя России от 31.12.14 №937/пр</i>	Монтаж съемных металлических полов из плит (фальшполы) (100 м2 пола) (МДС35-IV п.4.7. При ремонте и реконструкции зданий и сооружений работы, аналогичные технологическим процессам в новом строительстве ОЗП=1,15; ЭМ=1,25; ЗПМ=1,25; ТЗ=1,15; ТЗМ=1,25) НР (278282 руб.): 69%=90%*(0.9*0.85) от ФОТ СП (233918 руб.): 58%=85%*(0.85*0.8) от ФОТ	5,65 565 / 100	4907,83 4760,06	147,77 8,33		27729	26894	835 47		542,7655	3066,63
61	Прайс-лист стр. 2	Фальшполы LINDNER NORTEC G 34 ST x M толщ. 36 мм (м2)	565	1288,47 3130,740;397,1 85,72		1288,47 3130,740;397,1 85,72	727986			727986		

Рис. 6 – Пример включения в смету стоимости реально используемого материала
при применении открытой расценки

№ пп	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.				Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуживанием	
				всего	эксплуатации	материалы	Всего	оплаты труда	эксплуатации	материалы	на единицу	всего
				оплаты труда	в т.ч. оплаты труда							
66	ТЕР11-01-034-01 Приказ Минстроя России от 31.12.14 №937/пр	Устройство покрытий: из досок паркетных LINDNER (100 м2 покрытия) $614,10 = 16\ 408,58 - 104 \times 151,87$ (МДС35-IV п.4.7. При ремонте и реконструкции зданий и сооружений работы, аналогичные технологическим процессам в новом строительстве ОЗП=1,15; ЭМ=1,25; ЗПИ=1,25; ТЗ=1,15; ТЗМ=1,25) НР (9921 руб.): $94\% = 123\% \cdot (0,9 \cdot 0,85)$ от ФОТ СП (5383 руб.): $51\% = 75\% \cdot (0,85 \cdot 0,8)$ от ФОТ	1,9 190 / 100	682,99 363,81	107,19 7,11	211,99	1298	691	204 14	403	40,4685	76,89
Уд	1. 203-0551	Доски паркетные, облицованные паркетными планками из древесины березы, (м2)	104 197,6	151,87		151,87	30009,51			30009,51		
67	Прайс-лист стр. 5	Паркет LINDNER Ligna L 38 AL x M толщ. 38 мм (м2)	190	308,59 740,040,391,16 /3,72		308,59 740,040,391,16 /3,72	58632			58632		

Рис. 7 – Пример включения в смету стоимости реально используемого материала при применении закрытой расценки

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол.		Сметная стоимость в текущих (прогнозных) ценах, руб.					Т/з осн. раб.	Т/з мех.	
				на ед.	всего	на ед.	общая	В том числе					
								Осн.З/п	Эк.Маш.	З/пМех			Мат
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Раздел 3. Стены и перегородки													
27	ГЭСН10-05-009-01 Пр. Минрегион от 17.11.08 № 253	Облицовка стен по системе «КНАУФ» по одинарному металлическому каркасу из ПН и ПС профилей гипсокартонными листами в один слой (С 625); оконным проемом	100 м2 стен (за вычетом проемов)		0,468773 46,8773/100	35407	16598	3894,1	51,63		12652	33,28	
		Затраты труда рабочих-строителей (ср 3,5)	чел.час	71	33,28	117	3893,8	3893,8					
1.	134041	Шуруповерт	маш.-ч	1,55	0,73	11,07	8,08		8,08				
2.	330901	Ножницы электрические	маш.-ч	0,38	0,18	231,1	41,6		41,6				
3.	331451	Перфораторы электрические	маш.-ч	0,51	0,24	10,1	2,42		2,42				
4.	101-2430	Грунтовка «Тифенгрунд», КНАУФ	кг	10	4,888	56,56	265,15				265,15		
5.	101-2435	Клей «Перлфикс», КНАУФ	кг	60	28,13	6,88	193,53				193,53		
6.	101-2437	Шпаклевка «Унифлот», КНАУФ	кг	4	1,875	32,26	60,49				60,49		
7.	101-2438	Шпаклевка «Фугенфюллер», КНАУФ	кг	37	17,34	58,68	1017,5				1017,5		
8.	101-2474	Лента бумажная для повышения трещиностойкости стыков ГКЛ и ГВЛ	м	83	38,91	3,45	134,24				134,24		
9.	101-2480	Лента разделительная для сопряжения потолка из ЛГК со стеной	м	82	38,44	9,5	365,18				365,18		
10.	101-2509	Листы гипсокартонные ГКЛ 12,5 мм	м2	107	50,16	72,03	3613				3613		
11.	101-2583	Шуруп самонарезающий (TN) 3,5/25 мм	шт.	1855	869,6	0,9	782,64				782,64		
12.	101-2590	Дюбель с шурупом 6/35 мм	шт.	153	71,72	0,36	25,82				25,82		
13.	101-9036	Герметик акриловый, 300мл	шт.	7	3,281	106,45	349,26				349,26		
14.	201-0811	Профиль угловой ПУ 31/31 для защиты углов	м	46	21,56	21,75	468,93				468,93		
15.	201-9003	Профиль направляющий	м	121	56,72	29,88	1694,8				1694,8		
16.	201-9004	Профиль стоечный	м	225	105,5	34,9	3682				3682		

Рис. 8 – Составление сметы ресурсным методом с применением текущей стоимости используемых ресурсов

Заключение.

Установлены основные аспекты, на которые следует обратить внимание при проверке сметной документации на ремонтно-строительные работы:

- ✓ применяемая сметно-нормативная база;
- ✓ применяемый метод определения сметной стоимости;
- ✓ правильность определения объемов работ в соответствии с единицами измерения;
- ✓ наличие повышающих коэффициентов, и правильность их применения;
- ✓ внесение в смету текущей стоимости материала;
- ✓ правильность подведения итогов по разделу и по смете в целом.

Предложенные авторами рекомендации представляют интерес для широкого круга читателей: председателей и членов ТСЖ, председателей и членов домовых комитетов многоквартирных жилых дома, то есть тех категорий граждан, которые в силу своей профессиональной и общественной деятельности общаются с представителями подрядных организаций, фонда капитального ремонта, управляющих компаний и хотят иметь определенное представление по данному вопросу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

11. **Воротынцева, А. В.** Особенности определения стоимости капитального ремонта зданий и сооружений промышленного и жилищно-гражданского назначения / А. В. Воротынцева, А. С. Овсянников, В. А. Болгов // VI международная научно-практическая конференция «Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России» (21-23 апреля 2017 года). – Воронеж – 2017. – С. 158-162.

12. **Овсянников, А. С.** Современные аспекты определения сметной стоимости продукции в инвестиционно-строительной отрасли / А. С. Овсянников, А. В. Воротынцева, Д. А. Казьмина // VI международная научно-практическая конференция «Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России» (21-23 апреля 2017 года). – Воронеж – 2017. – С. 189-192.

13. **Сметное дело в строительстве:** учебное пособие / В. В. Гасилов, А. С. Овсянников, А. В. Воротынцева. – Воронеж: Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т, 2016. – 193 с.

14. **Управление закупками в инвестиционно-строительном комплексе:** учебное пособие / В. В. Гасилов, Е. Н. Жутаева, М. А. Карпович, И. В. Крючкова, Е. А. Серебрякова. – Воронеж: Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т, 2016. – 315 с.

15. **Ценообразование и сметное нормирование в строительстве:** практикум / сост.: А. С. Овсянников, А. В. Воротынцева, В. А. Болгов, Д. А. Казьмина. – Воронеж: ВГТУ, 2018. – 105 с.

16. **Ценообразование и сметное дело в строительстве:** учебное пособие / сост.: А. С. Овсянников, А. В. Воротынцева, Е. Н. Жутаева, В. А., Болгов, Д. А. Казьмина. – Воронеж: ВГТУ, 2018. – 263 с.

17. **Ценообразование и сметное дело в строительстве:** учеб. пособие для академического бакалавриата / Х. М. Гумба, Е. Е. Ермолаев, С. С. Уварова, С. В. Беляева, В. А. Власенко, Е. Н. Жутаева ; под общ. ред. Х. М. Гумбы. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство «Юрайт», 2017. – 372 с.

18. **Экономика строительства:** учебник для академического бакалавриата / Х. М. Гумба, А. А. Карпенко, Ф. Н. Кузнецов, И. С. Степанов, С. В. Беляева, Т. Н. Дубровская. – 4-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Издательство «Юрайт», 2017. – 446 с.

19. **Ovsyannikov, A. S.** Estimated valuation of the cost of road construction with the use of composite cationic bituminous structures / A. S. Ovsyannikov, A. V. Vorotyntseva, V. A. Bolgov // MATEC Web of Conferences Volume 106 (2017) International Science Conference SPbWOSCE-2016 «SMART City», St. Petersburg, Russia, November 15-17. – 2016.

20. **Ovsyannikov, A. S.** Formation of costs of high-rise objects of housing and civil purpose based on enlarged norms / A. S. Ovsyannikov, A. V. Vorotyntseva, V. A. Bolgov // E3S Web of Conferences, Volume 33 (2018), High-Rise Construction 2017 (HRC 2017), Samara, Russia, September 4-8. – 2017.

Поступила в редакцию 23 июня 2018

THE RULES OF INSPECTION OF CHANGE OF DOCUMENTATION WHEN CARRYING OUT THE CAPITAL AND CURRENT REPAIR OF A MULTI-QUARTER RESIDENTIAL HOUSE

A. V. Vorotyntseva, A. S. Ovsyannikov, V. A. Bolgov, D. A. Kazmina

Vorotyntseva Anna Veniaminovna, associate Professor, associate Professor of Economics and Entrepreneurship, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: 271-54-00; e-mail: allslavin@mail.ru
Ovsyannikov Andrey Sergeevich, associate Professor, associate Professor of Economics and Entrepreneurship, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: 271-54-00; e-mail: OvsyannikovAS@yandex.ru

Bolgov Vladimir Alexandrovich, associate Professor, associate Professor of Economics and Entrepreneurship, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: 271-54-00; e-mail: v_bolgov@mail.ru

Kazmina Darya Alexseвна, engineer of the II category of the Department for Property Management and Capital Construction, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7 (473) 2715400; e-mail: mordasova_dasha@mail.ru

At present, the issue of checking budget documentation for the organization and conduct of work on capital and current repairs is very important. According to the authors of the article, and it relies on the definition of legislative provisions, the report on the funds spent on capital and current repairs of multi-apartment houses should be made according to the same rules as the report on the use of budget funds for repair work, i.e. To rely on the existing estimate-normative base. In general, this article will make it possible to clarify certain stages in the execution of the audit of the estimate documentation, starting with a survey of the house for clarification of the types of work and volumes required for the implementation, before determining it to a certain algorithm for compiling the estimate documentation. The article contains the rules on which the estimate is to be compiled and an emphasis is placed on the typical mistakes made by contractors' contractors in drafting it, attention is paid to the main aspects used in checking the estimate documentation for the repair work when conducting a capital or current repair of an apartment building.

Keywords: overhaul; maintenance; homeowners' association; apartment building; estimated documentation; exchange-regulatory base.

REFERENCES

- 1. Vorotyntseva A. V. , Ovsyannikov A. S., Bolgov V. A.** *Features of determining the cost of overhaul of buildings and structures for industrial and civil purposes.* Voronezh, VI International Scientific and Practical Conference «Problems of Modern Economic, Legal and Natural Sciences in Russia» (April 21-23, 2017). 2017. Pp. 158-162. (in Russian)
- 2. Ovsyaninkov A. S., Vorotyntseva A. V., Kazmina D. A.** *Modern aspects of determining the estimated cost of products in the investment and construction industry.* Voronezh, VI International Scientific and Practical Conference «Problems of Modern Economic, Legal and Natural Sciences in Russia» (April 21-23, 2017). 2017. Pp. 189-192. (in Russian)
- 3. Gasilov V. V., Ovsyannikov A. S., Vorotyntseva A. V.** *Estimated business in construction.* Voronezh, Voronezh. state. arch.-builds. Univ. 2016. 193 p. (in Russian)

4. **Gasilov V. V., Zhutaeva E. N., Karpovich M. A., Kryuchkov I. V., Serebryakov E. A.** *Procurement management in the investment and construction complex*. Voronezh, Voronezh. state. arch.-builds. Univ. 2016. 315 p. (in Russian)
5. **Ovsyannikov A. S., Vorotyntseva A. V., Bolgov V. A., Kazmina D. A.** *Pricing and estimated rationing in construction*. Voronezh, VSTU. 2018. 105 p. (in Russian)
6. **Ovsyannikov A. S., Vorotyntseva A. V., Zhutaeva E. N., , Bolgov V. A., Kazmina D. A.** *Pricing and estimated business in construction*. Voronezh, VSTU. 2018. 263 p. (in Russian)
7. **Gumba H. M.** *Pricing and Estimates in Construction*. Moscow, Yurayt Publishing House. 2017. 372 p.
8. **Gumba H. M.** *Economics of construction*. Moscow, Yurayt Publishing House. 2017. 446 p. (in Russian)
9. **Ovsyannikov A. S., Vorotyntseva, A. V., Bolgov, V. A.** *Estimated valuation of the cost of road construction with the use of composite cationic bituminous structures*. St. Petersburg Matec web of conferences Volume 106(2017) International Science Conference SPbWOSCE-2016 «SMART City». 2016.
10. **Ovsyannikov A. S. Vorotyntseva, A. V., Bolgov, V. A.** *Formation of costs of high-rise objects of housing and civil purpose based on enlarged norms*. Samara, E3S Web of Conferences, Volume 33(2018), High-Rise Construction 2017 (HRC 2017). 2017.

Received 23 June 2018

Для цитирования:

Воротынцева, А. В. Правила проверки сметной документации при проведении капитального и текущего ремонта многоквартирного жилого дома / А. В. Воротынцева, А. С. Овсянников, В. А. Болгов, Д. А. Казмина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 3(6). – С. 95-104.

FOR CITATION:

Vorotyntseva A. V., Ovsyannikov A. S., Bolgov V. A., Kazmina D. A. *The rules of inspection of change of documentation when carrying out the capital and current repair of a multi-quarter residential house*. Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 3(6). Pp. 95-104. (in Russian)

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ **WRITING RULES AND GUIDELINE**

Журнал публикует информацию о научно-технических разработках в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Периодичность издания – 4 раза в год. Статьи в журнале публикуются бесплатно.

Подписка на журнал «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура» в настоящее время не осуществляется. Отдельные экземпляры журнала можно приобрести в редакции по адресу: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, дом 84, ВГТУ, кафедра жилищно-коммунального хозяйства, каб. 1321. О наличии необходимого номера можно узнать по телефону +7 (473) 271-28-92 или по e-mail: vstu.gkh@gmail.com.

Рукопись представляется в редакцию *на русском языке*. В том случае, если зарубежные авторы присылают статьи *на английском языке*, необходимо предоставить *точный перевод на русский язык*.

К публикации принимаются материалы статьи, в которых приводятся результаты собственных научных (теоретических и/или экспериментальных) исследований авторов (кроме обзорных статей), соответствующие по своей тематике профилю и тематическим направлениям журнала.

Материалы статьи принимаются в электронном виде на адрес редакции **vstu.gkh@gmail.com**. Автор присылает:

- ✓ файл текста статьи;
- ✓ отсканированная последняя страница с датой отправки статьи и подписями всех авторов (рядом с подписью указывается фамилия и инициалы автора).

После принятия статьи к публикации автор высылает оригинал рукописи в редакцию журнала по адресу: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, дом 84, ком. 1321, Воронежский государственный технический университет, кафедра жилищно-коммунального хозяйства.

Об отказе в публикации статьи по формальным признакам авторы информируются редакцией по электронной почте с изложением причины отказа.

Требования к оформлению статьи

Рукопись должна готовиться в редакторе Microsoft Word для Windows (версии от XP до Word 97/10). Текст набирают шрифтом Times New Roman размером 12 пт с межстрочным интервалом 1, абзацный отступ 1 см. Размер листа А4; поля: левое – 3 см, правое – 1,5 см, верхнее – 2 см, нижнее – 2,5 см. Нумерация страниц не требуется. Объём рукописи – от 5 до 10 страниц, включая иллюстрации, таблицы, библиографический список и сведения об авторах.

Структура статьи:

русская язычная часть:

- ✓ **индекс УДК** – в левом верхнем углу, прописными буквами (шрифт 12 пт, обычный);
- ✓ **название статьи** – прописными буквами с выравниванием по центру (шрифт 12 пт, полужирный);
- ✓ **инициалы, фамилии авторов**, с выравниванием по центру (шрифт 12 пт, полужирный);
- ✓ **сведения об авторах**: последовательно для каждого – фамилия, имя, отчество, ученая степень, звание (звания в негосударственных академиях наук и почётные звания не указывать), должность, наименование учреждения, в котором работает автор, город, страна, контактный телефон; e-mail автора, выравнивание по ширине, (шрифт 10 пт, обычный);
- ✓ **аннотация** объёмом от 200 до 250 слов, выравнивание по ширине, отступ слева и справа 1 см (шрифт 11 пт, обычный);
- ✓ **ключевые слова** от 5 до 12 слов, указывающие на принципиально важные объекты и особенности исследования, отделяются друг от друга точкой с запятой, выравнивание по ширине, (шрифт 10 пт, обычный);
- ✓ **текст статьи** (в тексте статьи должны быть отражены: актуальность проблемы, оценка степени ее разработанности, цели, задачи и методы решения научной задачи, полученные результаты). В конце статьи обязательно приводится **заключение**.

При оформлении текста статьи следует придерживаться следующих требований:

- ✓ русские и греческие буквы и индексы, а также цифры, аббревиатуры и стандартные функции (Re, cos и др.) в тексте, формулах, подписях к рисункам и в таблицах набираются прямым шрифтом; латинские буквы – курсивом;
- ✓ в статье должен быть необходимый минимум формул, которые:
 - ❖ следует набирать шрифтом Times New Roman в редакторе формул MS Equation или MathType;
 - ❖ начинать с красной строки;
 - ❖ располагать по центру и нумеровать арабскими цифрами в скобках у правого края страницы;
 - ❖ ссылки на формулы в тексте – арабскими цифрами в скобках;
- ✓ рисунки и таблицы должны быть пронумерованы и добавлены в текст после первого упоминания;
- ✓ до и после рисунка и таблицы необходимо сделать пробел (шрифт 12 пт);
- ✓ иллюстрации представляются в редакцию
 - ❖ в виде отдельных файлов (рисунков и фотографий), записанных с расширением .TIFF или .JPEG; линии чертежа – не тоньше 1 пт; иллюстрации, в том числе фотографии, должны иметь хорошую проработку деталей;
 - ❖ подписи к рисункам нумеруются и располагаются под ними, выравнивание текста по центру (шрифт 10 пт, обычный), в конце точка не ставится;
- ✓ таблицы оформляются следующим образом:
 - ❖ шрифт выбирается автором самостоятельно с учетом возможности качественного чтения текста;
 - ❖ наименования в таблицах даются полностью, без сокращения слов;
 - ❖ номер таблицы располагается отдельно, выравнивание текста по правому краю (шрифт 10 пт, обычный);
 - ❖ название таблицы размещается над таблицей, выравнивание текста по центру (шрифт 11 пт, обычный), в конце точка не ставится;
- ✓ **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**, составляемый по следующим правилам;
 - ❖ список используемой литературы должен включать не менее 10 источников;
 - ❖ шрифт 12 пт, выравнивание текста по ширине, абзацный отступ 1 см;
 - ❖ в список включаются *только опубликованные работы*, в порядке упоминания в статье; ссылки на них в тексте статьи даются арабскими цифрами в квадратных скобках;
 - ❖ в списке не должно быть нормативных документов (ГОСТ, СП, технических регламентов, правовых актов и т.п. неавторизованных источников) – ссылки на них даются в тексте статьи в развернутом виде или в форме подстраничных сносок;
 - ❖ библиографические описания оформляются в соответствии с ГОСТ 7.1-2003; включенные в текст статьи или подстраничные библиографические ссылки следует оформлять по ГОСТ Р 7.0.5-2008;
 - ❖ ссылки на интернет-сайты не допускаются; для статей из зарегистрированных *электронных журналов* указываются фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, выходные данные выпуска, адрес сайта журнала и дата обращения к электронному ресурсу;

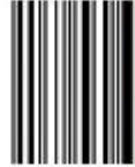
англоязычная часть:

- ✓ **название статьи;**
- ✓ **инициалы, фамилии авторов**, выравниванием по центру (шрифт 12 пт, полужирный);
- ✓ **сведения об авторах** – последовательно для каждого: фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, ученые звания, должность, название организации (учреждения), города, страны, контактный телефон; e-mail автора; выравнивание по ширине, (шрифт 10 пт, обычный);
- ✓ **аннотация:** перевод, идентичный русскому варианту;
- ✓ **ключевые слова** (Keywords);
- ✓ **библиографический список** (REFERENCES).

ISSN 2541-9110



18003



9 772541 911008

>