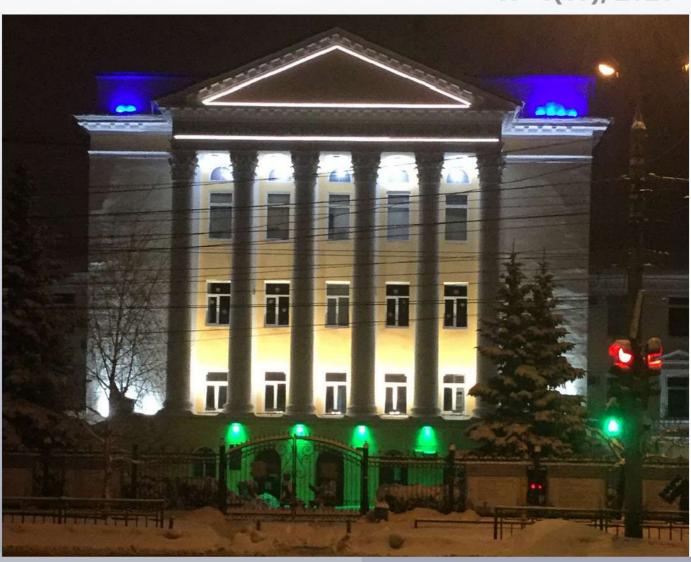
ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО и коммунальная инфраструктура

Nº 4(15), 2020



Строительные конструкции, здания и сооружения

Градостроительство. Реконструкция, реставрация и благоустройство

Инженерные системы и коммуникации Экология и безопасность городской среды

Экономика и организация строительства

Дорожно-транспортное хозяйство и строительная техника

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО и коммунальная инфраструктура

No 4(15), 2020

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





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»

Адрес издателя и учредителя: 394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

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
- У 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 educational establishment «Voronezh State Technical University»

Address of publisher and founder: 84, 20-letiya Oktyabrya str., Voronezh, 394006

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.

Voronezh

Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. № 4(15). 2020

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – Яременко Сергей Анатольевич, декан факультета инженерных систем и сооружений (Воронежский государственный технический университет)

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

Баранников 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)

Аверкин А. Г., д-р техн. наук, профессор (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства) Блех Е. М., д-р экон. наук, профессор (Институт отраслевого управления РАНХиГС), г. Москва

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)

Ветрова Н. М., д-р техн. наук, профессор (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь)

Гришин Б. М., д-р техн. наук, профессор (Пензенский государственный университет архитектуры и строительства) Зайцев О. Н., д-р техн. наук, профессор (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь)

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

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

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

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

Кононова М. С., канд. техн. наук, доцент (Воронежский государственный технический университет)

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

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

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

Москвичева Е. В., д-р техн. наук, профессор (Волгоградский государственный технический университет)

Опарина Л. А., д-р техн. наук, доцент (Ивановский государственный политехнический университет)

Романова А. И., д-р экон. наук, профессор, директор Института дополнительного профессионального образования, член-корреспондент Международной академии инвестиций и экономики строительства, почетный работник ВПО РФ, г. Казань

Савин К. Н., д-р экон. наук, д-р техн. наук, профессор, почетный работник ЖКХ России, почетный работник Высшего профессионального образования РФ, руководитель направления ЖКХ (Тамбовский государственный технический университет)

Столбоушкин 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)

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

Щукин О. С., д-р экон. наук, профессор (Воронежский государственный университет)

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

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 30.12.2020. Усл. печ. л. 13,4. Формат $60\times84/8$. Тираж 500 экз. Заказ № Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 - 69631

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

Шена своболная

Housing and utilities infrastructure. No. 4(15). 2020

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief – **Yaremenko Sergey Anatolevich**, dean of faculty engineering systems and structures (Voronezh State Technical University)

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

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

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

Averkin A. G., Dr. of Sn., Prof. (Penza state University of architecture and construction)

Blekh E. M., Dr. of Sn., Prof. (Institute Branch Management RANEPA), Moscow

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)

Vetrova N. M., Dr. of Sn., Prof. (Federal State Autonomous educational institution «Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky», Simferopol)

Grishin B. M., Dr. of Sn., Prof. (Penza state University of architecture and construction)

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

Ziganshin A. M., PhD. tech. Sciences, associate Prof. (Kazan State University of Architecture and Civil Engineering) Ezhov V. S., Dr. of Sn., Prof. (South-West State University) 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 (Moscow state University of civil engineering)

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

Kononova M. S., PhD. tech. Sciences, associate Prof. (Voronezh State Technical University)

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)

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

Mailyan L. R., Dr. of Sn., Prof., corresponding member of RAASN (Association «Association builders of southern and North Caucasus districts»)

Moskvicheva E. V., Dr. of Sn., Prof. (Volgograd State Technical University)

Oparina L. A., Dr. of Sn., associate Prof. (Ivanovo State Polytechnic University)

Romanova A. I., Dr. of Sn., Prof., Director Institute of Continuing Professional Education, Corresponding Member International Academy of Investments and Construction Economics, Honorary Worker Higher Professional Education of Russian Federation (Kazan State University of Architecture and Civil Engineering)

Savin K. N., Dr. of Sn., Prof., Honorary Worker of Housing and Public Utilities of Russia, Honorary Worker of the Higher Professional Education of the Russian Federation, Head of the Housing and Utilities Sector (Tambov State Technical University)

Stolboushkin 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)

Schukin O. S., Dr. of Sn., Prof. (Voronezh State University) **Eview V. A.,** Dr. of Sn., Prof. (Calmic State University, Elista)

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 30.12.2020. Conventional printed sheets 13,4. Format 60×84/8. Circulation 500 copies. Order

Registration certificate ∏IM № ФС 77 – 69631

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

Price free

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
Видюков М. А., Наместников Н. А., Ковылин А. В.
Экспериментальное определение теплофизических свойств
теплоизоляционной минеральной плиты методом неразрушающего контроля
Оптимизация технологических процессов пост-напряжения в построечных условиях16
Onth Musagna Texholora teekha hpoqeeeob hoer hanpaakehna b hoerpoe hibix yesiobaak10
ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ Ениватов А. В., Бойков В. Е., Артемов И. И.
Повышение энергоэффективности системы теплоснабжения г. Ардатов23
Кондауров П. П., Никляева Н. А.
Сравнительный анализ гидравлических характеристик стальных и полиэтиленовых
трубопроводов при эксплуатации в системах теплоснабжения
Шичкин В. В., Жерлыкина М. Н., Гармонов К. В., Соловьев С. А.
Обоснование применения этиленгликоля в системах вентиляции
с переменным расходом воздуха
Кононова М. С., Воробьева Ю. А., Забара А. В.
Влияние теплозащитных характеристик тепловой сети
на температурный режим системы горячего водоснабжения
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ,
РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО
Котенко И. А.
Влияние западных и восточных традиций на архитектуру
эклектики Самары конца XIX – начала XX века55
Φ ёдоров В. В., Левиков А. В., Ханыгин Д. А.
Пандемический фактор обусловливания развития территориальных систем расселения62 <i>Антонова Н. Н., Вильгельм А. В.</i>
Актуальные вопросы и основополагающие критерии
при проектировании конноспортивных комплексов в г. Волгограде70
ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ
Антонов А. И., Меркушева Н. П., Яровая Т. С.
Зависимость средней энергии от положения источника шума
в несоразмерном помещении
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ХОЗЯЙСТВО
И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
Лаптева Е. А., Булавина Л. В.
Совершенствование организации трамвайного движения на примере Екатеринбурга94
ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
Лебедь Н. М., Дементьева М. Е.
Современные проблемы и тенденции в управлении жилищным фондом
правила паписания и ожови пения статей
ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ114

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2020

CONTENTS

BUILDING CONSTRUCTION, BUILDINGS AND STRUCTURES Vidiukov M. A., Namestnikov N. A., Kovylin A. V.
Experimental determination of thermophysical properties
of heat-insulating mineral plate by method of non-destructive testing9
Abdullina Y. R., Barkaya T. R., Gavrilenko A. V., Kulyaev P. V.
Optimization of technological post-tensioning processes under construction conditions16
ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS
Enivatov A. V., Boykov V. E., Artemov I. I.
Increasing the energy efficiency of the system heat supply in Ardatov23
Kondaurov P. P., Niklyaeva N. A.
Comparative analysis of hydraulic characteristics of steel and polyethylene pipelines
when operating in heat supply systems
Rationale for the use of ethylene glycol in ventilation systems with variable air flow
Kononova M. S., Vorob'eva Yu. A., Zabara A. V.
The influence of the thermal protection characteristics of the heat network
on the temperature mode of the hot water system
·
CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION
AND LANDSCAPING
Kotenko I. A.
The influence of western and eastern traditions on the electric
architecture of Samara late XIX - beginning Xx century55
Fedorov V. V., Levikov A. V., Khanygin D. A.
Pandemic factor for the development of territorial settlement systems
Antonova N. N., Vilgelm A. V.
Current issues and fundamental design criteria equestrian sports complexes in the city of Volgograd
in the city of volgograd/0
ECOLOGY AND SAFETY OF THE URBAN ENVIRONMENT
Antonov A. I., Merkusheva N. P., Yarovaya T. S.
Dependence of the average energy on the position of the noise source
in a disproportionate room82
• •
ROAD TRANSPORT, AGRICULTURE
AND CONSTRUCTION MACHINES
Lapteva E. A., Bulavina L. V.
Improvement of tram service's organization in terms of Yekaterinburg94
ECONOMICS AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION
Lebed N. M., Dement'eva M. E.
Modern problems and trends in housing management
WDITING DIJLES AND CHIDELINES
WRITING RULES AND GUIDELINES

CTPOИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ BUILDING CONSTRUCTION, BUILDINGS AND STRUCTURES

УДК 536.24.08

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛИТЫ МЕТОДОМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

М. А. Видюков, Н. А. Наместников, А. В. Ковылин

Видюков Максим Алексеевич, магистр кафедры энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный технический университет", Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(960)888-25-80; e-mail: maksvid002@mail.ru

Наместников Никита Андреевич, магистр кафедры энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный технический университет", Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(906)171-88-10; e-mail: Namestnikovn@mail.ru

Ковылин Андрей Васильевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный технический университет", Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(961)688-74-04; e-mail: Kovylin.andrei@mail.ru

Приведено описание применения разработанного метода неразрушающего контроля для определения теплофизических характеристик строительных и теплоизоляционных материалов. Выполнены экспериментальные исследования теплофизических свойств материала по разработанному методу. Объектом исследования является образец из минеральной ваты. Экспериментальные исследования проводились без нарушения структуры и целостности образцов. По полученным данным в ходе двух экспериментальных исследований построены графики изменения температуры в образце от времени. Произведёны расчёт коэффициента теплопроводности и сравнение полученных результатов с паспортными данными исследуемого образца.

Ключевые слова: теплофизические свойства; неразрушающий контроль; коэффициент теплопроводности; коэффициент температуропроводности.

В современных условиях, ориентированных на сокращение энергопотребления во всех сферах деятельности, важную роль играет снижение тепловых потерь от наружных ограждений, поэтому актуально применять качественные теплоизоляционные материалы. Знание теплофизических свойств (ТФС) позволит выбрать теплоизоляционный материал с наилучшими теплоизоляционными характеристиками, что позволит сократить расходы на отопление, снизить тепловые потери здания [1, 2].

Для исследования ТФС был изготовлен образец из минеральной плиты с размерами $250 \times 250 \times 50$ мм. Образец представляет собой теплоизоляционную плиту из минеральной ваты, в состав которой входит базальтовое волокно, обладающее хорошим сочетанием огнезащитных и теплоизоляционных свойствам. Отличительной особенностью минеральной плиты является ее высокая теплоизоляционная эффективность.

Для исследования теплофизических свойств [3, 4, 5] исследуемого материала – минеральной плиты, был выбран метод, на который получен патент на изобретение №2530441 РФ МПК⁸G01N25/18 «Способ неразрушающего контроля комплекса теплофизических твердых строительных материалов и установка для его осуществления». Порядок проведения экспериментального исследования состоит в следующем. Помещают исследуемый образец в специальное устройство. Измерение температуры исследуемого образца осуществляется с помощью дополнительной термопары, установленной на середину поверхности образца со стороны нагревателя, для выявления температурной волны, образующейся до

© Видюков М. А., Наместников Н. А., Ковылин А. В., 2020

наступления стационарного режима.

В ходе проведения испытаний определяют коэффициент теплопроводности, коэффициент термического сопротивления, плотность стационарного теплового потока, выявляют температурную волну на поверхности исследуемого материала со стороны нагревателя.

Используя полученные экспериментальные данные, по формулам определяют искомые теплофизические характеристики.

Ниже приведены результаты проведения расчетов, основанных на проведении двух экспериментов, проведенных с образцом минеральной ваты.

На рис. 1 приведено распределение температуры исследуемого образца по времени при первом экспериментальном исследовании.

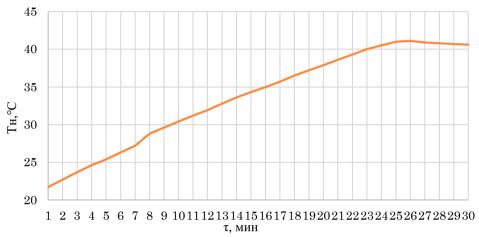


Рис. 1. Температурный график теплоизоляционной минеральной плиты (І эксперимент)

В начальный период температура образца была 19 °C. До наступления стационарного теплового режима образец нагрелся от исходной температуры 19 °C до 40 °C за 24 минуты. Начиная с 24 минуты и до конца измерения температура образца со стороны нагревателя была равна $T_{\rm H} = 40$ °C.

Коэффициент теплопроводности вычисляется по формуле:

$$\lambda = \frac{q \cdot \delta}{T_{H} - T_{X}} = \frac{16,6 \cdot 0,05}{40 - 17} = 0,036 \,\mathrm{Br/M^{2}},\tag{1}$$

где q — плотность стационарного теплового потока, проходящая через исследуемый образец, $\mathrm{Br/m^2}$; δ — толщина образца, м; T_{H} — температура нагревателя, °C; T_{x} — температура холодильника, °C.

Коэффициент термического сопротивления [6] вычисляется по формуле (2) и числено равен:

$$R = \frac{T_{\rm H} - T_{\rm x}}{q} = \frac{40 - 17}{16,6} = 1,385 \,(\text{m}^{2} \,^{\circ}\text{C})/\text{BT},\tag{2}$$

где $T_{\rm H}$ — температура нагревателя, °C; $T_{\rm X}$ — температура холодильника, °C; q — плотность стационарного теплового потока, проходящая через исследуемый образец, ${\rm BT/m^2}$.

Амплитуда колебаний температурной полуволны вычисляется по формуле (3) и численно равна [7]:

$$\theta_{\pi} = 0.5(T_{max} - T_{min}) = 0.5(41 - 17) = 12 \,^{\circ}\text{C},$$
 (3)

где T_{max} — максимальная температура исследуемого образца со стороны нагревателя, °C; T_{min} — минимальная температура поверхности исследуемого образца со стороны нагревателя, °C.

Тепловая активность вычисляется по формуле [8]:

$$B = \frac{q^{max}}{9_n} = \frac{85.6}{12} = 7.13 \text{ BT/(M}^{2\circ}\text{C}), \tag{4}$$

где q^{max} – максимальная плотность теплового потока, BT/M^2 ; ϑ_{π} – амплитуда колебаний температурной полуволны, °C.

Объемная теплоемкость исследуемого образца вычисляется по формуле (5) и численно равна:

$$c\rho = \frac{B^2 \cdot z}{\lambda \cdot 2\pi} = \frac{7,13^2 \cdot 1980}{0,036 \cdot 2 \cdot 3,14} = 445227,62 \, \text{Дж/(м}^{3.\circ}\text{C}), \tag{5}$$

где B – тепловая активность, $Bt/(M^2 \cdot {}^{\circ}C)$; z – время измерения температуры со стороны нагревателя до наступления стационарного режима, с.; λ –коэффициент теплопроводности, Bt/M^2 .

Коэффициент температуропроводности вычисляется по формуле (6) и численно равен:

$$a = \frac{\lambda}{c\rho} = \frac{0.036}{445227.62} = 0.08 \cdot 10^{-6} \,\text{m}^2/\text{c},\tag{6}$$

где λ – коэффициент теплопроводности, $B \tau / m^2$; $c \rho$ – объемная теплоемкость исследуемого образца, $\mathcal{I} ж / (m^{3.\circ} C)$

На рис.2 приведено распределение температуры исследуемого образца по времени при втором экспериментальном исследовании.

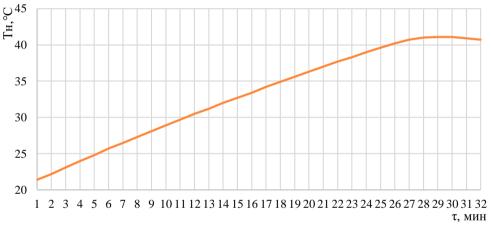


Рис. 2. Температурный график теплоизоляционной минеральной плиты (II эксперимент)

В начальный период температура образца была 17 °C. До наступления стационарного теплового режима образец нагрелся от исходной температуры 17 °C до 40 °C за 25 минут. Начиная с 25 минуты и до конца измерения температура образца со стороны нагревателя была равна $T_{\rm H} = 40$ °C.

Растёт теплофизических свойств образца проводился по методике, приведённой выше (см. формулы (1)...(6)). Полученные теплофизические свойства теплоизоляционной минеральной плиты на основе двух экспериментов приведены в таблице.

Теплофизические свойства теплоизоляционной минеральной плиты

Поличено поличение	Экспериментальные данные			
Наименование параметра	І эксперимент	II эксперимент		
Температура со стороны нагревателя $T_{\rm H}$, °C	40	40		
Температура со стороны холодильника T_x , °C	17	19		
Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К)	0,036	0,035		
Сопротивление теплопередаче R ,(м 2 ·K)/Вт	1,388	1,428		
Плотность стационарного теплового потока q , $Bt/м^2$	16,6	16,1		

Полученные экспериментальные значения коэффициента теплопроводности $\lambda = 0.036$ BT/(м·°C) и $\lambda = 0.035$ BT/(м·°C) сравнивались с паспортными данными коэффициента теплопроводности исследуемого образца, которые равны $\lambda = 0.036...0.0396$ BT/(м·°C). Расхождение составляет не более 10 %.

Заключение.

В результате проведения экспериментальных исследований образца минеральной ваты построены графики распределения температуры, а также получены необходимые данные для расчета теплофизических показателей исследуемого материала.

На основе полученных экспериментальных данных проведены расчеты, в результате которых установлено эмпирическое значение коэффициента теплопроводности образца из минеральной ваты.

Сравнение полученных результатов с паспортными данными исследуемого образца подтверждает достаточную точность используемого способа определения теплофизических свойств теплоизоляционного материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Якушкин, И. П.** Разработка модуля измерения потерь через ограждающие конструкции зданий для интеллектуальной энергосберегающей системы автоматического управления вентиляцией / И. П. Якушкин // Международный журнал теории управления и приложений. 2016. N 9. С. 1-7.
- 2. **Кузнецов,** Г. В. Анализ условий определения теплофизических характеристик энергетических материалов методом лазерного импульса / Г. В Кузнецов, М. Д. Кац // Российский физико-химический журнал. 2016. N 35. С. 978-982.
- 3. **Ковылин, А. В.** Определение теплофизических свойств ограждающей конструкции здания методом неразрушающего контроля в летний период / А. В. Ковылин, В. М. Фокин // Вестник волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. − 2009. − № 16(35). − С. 58-60.
- 4. **Тепло- и массообмен:** справочник. / Е. В. Аметистов, В. А. Григорьев, Б. Т. Емцев. М.: Энергоиздат, 1982. 512 с.
- 5. **Ковылин, А. В.** Инновационный метод исследования теплового режима ограждений зданий / А. В Ковылин , Д. Г. Усадский, В. И. Лепилов // Международная научная конференция «Строительство и архитектура: теория и практика инновационного развития» (САТРІD-2019) 01-05 октября 2019 г., Кисловодск, 2019. Vol. 698 С. 6. DOI: 10.1088 / 1757-899X / 698/5/055026.
- 6. **Перфилов, В.А.** Способ изготовления фибробетонной смеси для блоков ограждающих конструкций / В.А.Перфилов, В.И. Лепилов // Материалы и технологии в строительстве и архитектуре II: материалы 2 Международной научной конференции «Строительство и архитектура: теория и практика для инновационного развития» САТРІD-2019, Кисловодск, Россия). 2020. Vol. 974. № 22. С. 201-205. doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF. 974.201.
- 7. **Юрьев, Б. П.** Теплофизические свойства качканарских титаномагнетитовых окатышей: сталь в переводе / Юрьев Б. П., В. А. Гольцев // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2016. Т. 59. С. 329-333.
- 8. Джураев, Д. С. Исследования теплофизических свойств магнитных жидкостей / Д. С. Джураев, М. М. Сафаров // Измерительная техника. -2016. -№ 7. С. 43-45.
- 9. **Фокин, В. М.** Теоретические основы определения теплопроводности, объемной теплоемкости и температуропроводности материалов по тепловым измерениям на поверх-

ности методом неразрушающего контроля / В. М. Фокин, А. В. Ковылин // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2009. – Note 14(33). – С. 123-127.

- 10. **Фокин, В. М.** Научно-методологические основы определения теплофизических свойств материалов методом неразрушающего контроля. / В. М. Фокин. М.: Машиностроение. 2003. –140 с.
- 11. **Ковылин, А. В.** Методика определения коэффициентов теплопроводности, теплоусвоения, тепловой инерции, температуропроводности и объемной теплоемкости строительных и теплоизоляционных материалов методом неразрушающего контроля / А. В. Ковылин, В. М. Фокин // Вестник ВолгГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. −2010. − № 19(38). − С.112-117.
- 12. **Чернышов, В. Н.** Энергоэффективная измерительная система неразрушающего контроля теплофизических характеристик строительных материалов и изделий / В.Н. Чернышов, А.В. Чернышов, М.В. Жарикова // Актуальные проблемы энергосбережения и эффективности в технических системах. Тезисы докладов 3-ей Международной конференции с элементами научной школы, Тамбов. 2016. С. 374-375.
- 13. **Щукина, Т. В.** Исследование режимов энергосбережения при инсоляции строительных конструкций нового поколения: электронное издание международной мультиконференции по промышленному инжинирингу и современным технологиям / Р. А. Шепс., Е. Э. Бурак // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering . electronic edition. Cep. "IOP Conference Series: Materials Science and Engineering" 2018. № 4. С. 022072.
- 14. **Крючков, О. Б.** Исследование влияния начальной температуры печи на перепад температуры по сечению заготовки с помощью физического моделирования / О. Б. Крючков, П. И. Маленко, С. С. Коновалов, О. В. Костыгова // Черные металлы. № 12. 2018. С. 34-40.
- 15. **Лепилов, В. И.** Теоретические основы определения теплофизических свойств материалов и тепломассообменных процессов в ограждениях: учебное пособие / В. И. Лепилов, Н. Ю. Карапузова, А. В. Ковылин, А. В. Попова, Д. Г. Усадский. Волгоград: ВолгГАСУ, 2015. 113 с.

Поступила в редакцию 7 ноября 2020

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF HEAT-INSULATING MINERAL PLATE BY METHOD OF NON-DESTRUCTIVE TESTING

M. A. Vidiukov, N. A. Namestnikov, A. V. Kovylin

Vidiukov Maksim Alexeyevich, master of Departments power supply, heat engineering, heat and gas supply and ventilation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(960)888-25-80; e-mail: maksvid002@mail.ru

Namestnikov Nikita Andreevich, master of Departments power supply, heat engineering, heat and gas supply and ventilation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(906)171-88-10; e-mail: Namestnikovn@mail.ru

Kovylin Andrei Vasilevich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of Departments power supply, heat engineering, heat and gas supply and ventilation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(961)-688-74-04; e-mail: Kovylin.andrei@mail.ru

The description of the application of the developed method of non-destructive testing to determine the thermal characteristics of building and heat-insulating materials is given. Experimental studies of the thermophysical properties of the material have been carried out according to the developed method. The object of the study is a mineral wool sample. Experimental studies were carried out without disturbing the structure and integrity of the samples. Based

on the data obtained in the course of two experimental studies, graphs of temperature changes in the sample versus time were plotted. The thermal conductivity coefficient was calculated and the results obtained were compared with the passport data of the test sample.

Keywords: thermophysical properties; unbrakable control; coefficient of thermal conductivity; thermal diffusivity.

REFERENCES

- 1. Yakushkin I. P. Development of a module for measuring losses through the enclosing structures of buildings for an intelligent energy-saving system for automatic ventilation control. International Journal of Control Theory and Applications. 2016. No. 9. Pp. 1-7. (in Russian)
- 2. **Kuznetsov G.V., Katz M.D.** Analysis of the conditions for determining the thermophysical characteristics of energetic materials by the laser pulse method. Russian physical and chemical journal. 2016. No. 35 Pp. 978-982. (in Russian)
- 3. **Kovylin A. V., Fokin V. M.** *Determination of the thermophysical properties of the building envelope by the method of non-destructive testing in the summer.* Bulletin of the Volgograd state University of architecture and civil engineering, Series: Construction and architecture. 2009. No. 16(35). Pp. 58-60. (in Russian)
- 4. **Amethyst E. V.**, **Grigoriev V. A.**, **Emtsev B. T.** *Heat and mass transfer*. Moscow, Energoizdat. 1982. 512 p. (in Russian)
- 5. **Kovylin A. V., Usadsky D. G., Lepilov V. I.** *An innovative method of studying the thermal regime of building fences.* International Scientific Conference Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development (CATPID-2019), Kislovodsk. 2019. Vol. 698. Pp. 6. DOI: 10.1088 / 1757-899X / 698/5/055026. (in Russian)
- 6. **Perfilov V. A., Lepilov V. I.** *Method of manufacturing fiber-concrete mixture for blocks of enclosing structures.* Materials and Technologies in Construction and Architecture II: 2nd International Scientific Conference Construction and Architecture: Theory and Practice for Innovative Development (CATPID-2019), Kislovodsk, Russia .2020. Vol. 974. No. 22. Pp. 201-205. doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF. 974.201. (in Russian)
- 7. **Yuriev B. P., Goltsev V. A.** *Thermophysical properties of Kachkanartitanomagnetite pellets: steel in translation.* News of higher educational institutions. Ferrous metallurgy. 2016. Vol. 59. Pp. 329-333. (in Russian)
- 8. **Dzhuraev D. S.**, **Safarov M. M.** *Research of thermophysical properties of magnetic fluids*. Measurement technology. 2016. No. 7. Pp. 743-746. (in Russian)
- 9. **Fokin V. M., Kovylin A. V.** Theoretical foundations for determining thermal conductivity, volumetric heat capacity and thermal diffusivity of materials by thermal measurements on the surface by non-destructive testing. Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. 2009. No. 14(33). Pp. 123-127. (in Russian)
- 10. **Fokin V. M.** Scientific and methodological foundations for determining the thermophysical properties of materials by non-destructive testing. Moscow, Publishing house of mechanical engineering. 2003. 140 p. (in Russian)
- 11. **Kovylin A. V.** Methodology for determining the coefficients of thermal conductivity, heat assimilation, thermal inertia, thermal diffusivity and volumetric heat capacity of building and heat-insulating materials by non-destructive testing. Volgograd, Bulletin of VolgGASU, Series: Building and architecture. 2010. No. 19(38). Pp. 112-117. (in Russian)
- 12. Chernyshov V. N., Chernyshov A. V., Zharikova M. V. Energy-efficient measuring system for non-destructive testing of thermophysical characteristics of building materials and products. Tambov, Actual problems of energy saving and efficiency in technical systems Abstracts of the 3rd International Conference with elements of a scientific school. 2016. Pp. 374-375. (in Russian)

- 13. **Shchukina T. V., Sheps R. A., Burak E. E.** Study of energy saving modes during insolation of new generation building structures: electronic edition of the international multiconference on industrial engineering and modern technologies. Series of IOP Conferences: Materials Science and Engineering. 2018. No. 4. Pp. 022072.
- 14. **Kryuchkov O. B., Malenko P. I., Konovalov S. S., Kostygova O. V.** Study of the effect of the initial furnace temperature on the temperature drop over the section of the billet using physical modeling. Black metals. 2018. No. 12. Pp. 34-40. (in Russian)
- 15. Lepilov V. I., Karapuzova N. Yu., Kovylin A. V., Popova A. V., Usadsky D. G. Theoretical foundations for determining the thermophysical properties of materials and heat and mass transfer processes in fences. Volgograd, VolgGASU, 2015. 113 p. (in Russian)

Received 7 November 2020

Для цитирования:

Видюков, М. А. Экспериментальное определение теплофизических свойств теплоизоляционной минеральной плиты методом неразрушающего контроля / М. А. Видюков, Н. А. Наместников, А. В. Ковылин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. − 2020. – № 4(15). – С. 9-15.

FOR CITATION:

Vidiukov M. A., Namestnikov N. A., Kovylin A. V. Experimental determination of thermophysical properties of heat-insulating mineral plate by method of non-destructive testing. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 9-15. (in Russian)

УДК 69.057.1

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОСТ-НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Ю. Р. Абдуллина, Т. Р. Баркая, А. В. Гавриленко, П. В. Куляев

Абдуллина Юлия Ринатовна, магистрант кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация, тел. +7(4822)78-83-31; e-mail: july25abdullina@gmail.com

Баркая Темур Рауфович, канд. техн. наук, заведующий кафедрой конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация, тел. +7(4822)78-83-31; e-mail: btrs@list.ru

Гавриленко Алексей Владимирович, ассистент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация, тел. +7(4822)78-83-31; e-mail: gawaw@mail.ru

Куляев Павел Викторович, канд. техн. наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация, тел. +7(4822)78-83-31; e-mail: kalinin_kb@inbox.ru

В статье приводятся результаты исследования технологических процессов пост-напряжения монолитных железобетонных конструкций на примере применения системы «моностренд» в плите перекрытия. В рамках исследования была поставлена задача поиска оптимальных условий для сокращения сроков выполнения работ по пост-напряжению, минимизации расхода дополнительной ненапрягаемой арматуры, обеспечения требуемой передаточной прочности бетона, учитывая сроки демонтажа опалубки. В ходе работы был рассмотрен ряд параметров, определяющих условия и порядок производства работ по пост-напряжению. Расчет на смятие зон установки анкеров позволил провести сравнение полученных расчетов усилий смятия, воспринимаемых бетонами различных классов, с максимальными усилиями, воспринимаемыми различными классами канатной арматуры. В результате были выведены графические зависимости, позволяющие подобрать оптимальные комбинации классов бетона и напрягаемой арматуры, исключающие неполное использование прочностных характеристик применяемых материалов.

Ключевые слова: система преднапряжения без сцепления; технология преднапряжения в построечных условиях; оптимизация сроков возведения; пост-напряжение; сроки твердения бетона.

Высокие технико-экономические показатели конструктивных решений с системами предварительного напряжения монолитных конструкций в условиях строительной площадки определили их широкое применение по всему миру в зданиях и сооружениях различного назначения [1, 2, 3]. Опираясь на многолетний опыт применения пост-напряженных конструкций за рубежом, можно отметить высокую экономическую эффективность их использования в конструкциях резервуаров, защитных оболочек ядерных реакторов, большепролетных зданий различного назначения при действии на них больших нагрузок [3].

Для относительно тонких плит перекрытий гражданских зданий применение систем напряжения без сцепления оказывается более целесообразным, чем применение систем с восстановленным сцеплением [4, 5]. Данная система предполагает, что сцепление арматуры с бетоном отсутствует на протяжении всего срока эксплуатации. Это достигается за счет размещения канатной арматуры в защитной пластиковой оболочке со смазкой. Каждый отдельный напрягаемый элемент армирования при такой системе называется «моностренд». Технологически, эффективность системы без сцепления выражается в том, что натяжение каждого моностренда может производиться независимо от других, а в качестве оборудования могут быть использованы легкие домкраты, что не требует применения грузоподъемных машин и механизмов для их установки.

Согласно [6, 7], технология выполнения монолитных железобетонных плит с пост-напряжением в общем случае состоит из следующих операций:

© Абдуллина Ю. Р., Баркая Т. Р., Гавриленко А. В., Куляев П. В., 2020

- ✓ монтаж опалубки;
- ✓ армирование (установка монострендов или пучков канатов, пространственных каркасов, сеток дополнительного армирования);
 - ✓ бетонирование;
 - ✓ выдерживание бетона до набора им передаточной прочности;
 - ✓ натяжение (1-й этап);
 - ✓ выдерживание до набора бетоном проектной прочности;
 - ✓ натяжение (2-й этап).

Эффективность применения преднапряженного бетона оказывается наибольшей при возведении зданий с большими пролетами и сложными архитектурно-планировочными решениями. Снижение себестоимости зданий с применением технологии предварительного напряжения в общем случае достигает 30 % [8]. Помимо экономической эффективности, данные конструкции имеют более высокие эксплуатационные показатели в сравнении с традиционной технологией. Резюмируя, можно выделить следующие основные преимущества систем предварительного напряжения без сцепления с бетоном [3, 9, 10]:

- ✓ экономическая эффективность;
- ✓ расширение архитектурно-планировочных решений;
- ✓ повышение трещиностойкости конструкций;
- ✓ возможность контроля и замены прядей на этапах возведения и эксплуатации;
- ✓ снижение собственного веса каркаса здания;
- ✓ упрощение опалубочных работ.

Однако, несмотря на большое количество преимуществ, данная технология в России не находит широкого применения. Это обусловлено рядом сдерживающих факторов, включая сложности при проектировании, повышенные требования к контролю выполнения работ на стройплощадке и к квалификации рабочих. Поэтому разработку проектных и технологических решений и выполнение работ по преднапряжению в построечных условиях, как правило, передают специализированным организациям, что позволяет снизить риски. Помимо вышеперечисленных, одной из основных проблем применения данных систем является оптимизация времени отпуска арматуры на бетон и определение оптимального режима для обеспечения требуемых условий передачи усилий.

Исходя из данной проблематики, оказывается актуальной задача поиска оптимальных условий, при которых возможно минимизировать расход дополнительной ненапрягаемой арматуры, обеспечить требуемую передаточную прочность бетона, учитывая сроки снятия телескопических стоек опалубки перекрытий, тем самым позволяя обеспечить сокращение сроков выполнения работ.

Способы оптимизации рассматривались на примере пост-напряжения железобетонной плиты перекрытия в построечных условиях монострендами.

Оптимизация условий возведения выполнялась исходя из соблюдения следующих положений:

1. Рекомендуемая прочность бетона при демонтаже опалубки.

Согласно СП 435.1325800.2018 «Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ», демонтаж опалубки производится при наборе бетоном прочности не менее 70 % от проектной. Ниже приведена таблица с процентными отношениями набора бетоном прочности для основных марок бетонов при различных температурных режимах.

Более наглядно характер набора бетоном прочности в данные промежутки времени (табл. 1) можно выразить графически (рис. 1, а).

Таблица 1 Процентное отношение набранной бетоном прочности при заданных сроках твердения

		Срок твердения, сут.						
Марка бетона	Средняя температура бетона, °С	1	2	3	5	7	14	28
		% от марочной прочности						
	-3	3	6	8	12	15	20	25
	0		12	18	28	35	50	65
M200-M300, M400-M500	+5	9	19	27	38	48	62	77
	+10	12	25	37	50	58	72	85
	+20	23	40	50	65	75	90	100
	+30	35	55	65	80	90	100	

Наиболее оптимальными для твердения, являются температурные режимы выдерживания при +10 и +20 °С. Графики набора прочности бетонами наиболее распространенных классов B20...B50 в данных температурных условиях представлены на рис. 1, б.

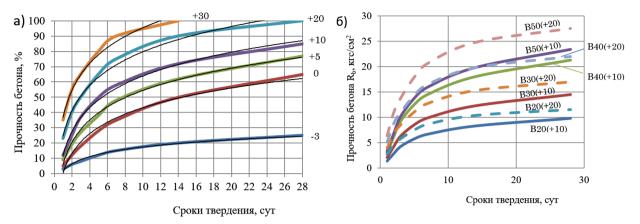


Рис. 1. Графики набора бетоном прочности в зависимости от сроков твердения: а – график набора прочности бетонами различных классов при разных температурных режимах; б – график набора прочности бетонами классов B20...B50 при температуре +10 и +20 °C

2. Прочность бетона в момент отпуска преднапряженной арматуры.

Передача напряжений на бетон, согласно СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции», может производиться при наборе бетоном передаточной прочности, равной не менее 50% от проектного класса бетона. Кроме того, данный параметр должен соответствовать прочности бетона на смятие в зонах установки анкеров, $R_{b,loc}$. При этом, минимальное значение передаточной прочности бетона в момент натяжения должно быть согласовано с минимально допустимой прочностью бетона при демонтаже опалубки.

Для определения расчетных усилий смятия, воспринимаемых бетонами различных классов, при использовании анкера марки SK6, был произведен расчет по п. 7.4.1 СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции», результаты расчета представлены в табл. 2. Принципиальная схема анкера и его расположение приведены на рис. 2, рис. 3.

3. Уровень натяжения арматуры.

 R_b , $\kappa \Gamma c/c M^2$

61,2

86,6

117

148

173

199

224

255

280

306

336

В

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

Определяется усилием смятия, воспринимаемым бетоном, N_b , из чего следует, что первичное натяжение N_{s0} не должно превышать усилий, воспринимаемых бетоном при смятии N_b , при этом сохраняя соответствие требованиям по срокам демонтажа опалубки. Данный параметр зависит от схемы расстановки анкеров, площади смятия ($A_{b,loc}$) и максимальной расчетной площади ($A_{b,max}$).

Расчетные усилия смятия для различных классов бетона $R_{b,loc}$, кг $\overline{\mathrm{c/cm}^2}$ N_b , кгс φ_b $A_{b,loc}$, cm² $A_{b,max}$, см² 130,6765 10290,78 184,9115 14561,78 249,8228 19673,54 316,0151 24886,19 29089,94 369,396 2,135237 78,75 561 424,9122 33461,84 478,2931 37665,59 42878,23 544,4855 597,8664 47081,98 653,3826 51453,88

717,4397

56498,38

Минимальное межосевое расстояние (a_x), согласно техническим характеристикам производителя, для данной конфигурации анкера SK6 по ETA 03/0036 (рис. 2) составляет 210 мм (рис. 3, а). При таком расположении возникают зоны наложения грузовых площадей $A_{b,max}$, что снижает расчетное усилие смятия, воспринимаемое бетоном. Для того, чтобы избежать наложения максимальных расчетных площадей, в расчетной схеме на смятие торцевых зон плиты межосевое расстояние a_x увеличено до 255 мм (рис. 3, б)

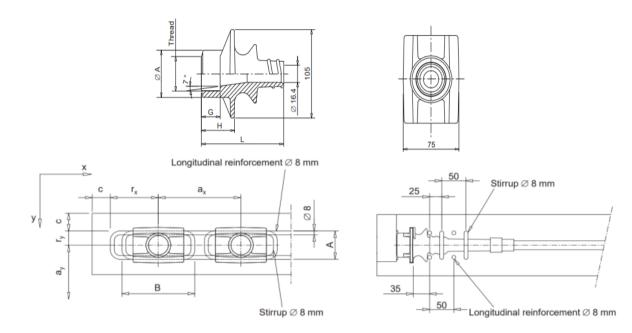


Рис. 2. Схема анкера SK6

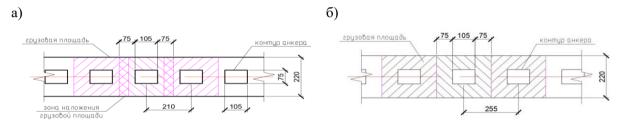


Рис. 3. Схема расположения анкеров при минимальном межосевом расстоянии: а – рекомендуемом производителем; б – принятом в исследовании

Помимо вышеперечисленного, условия наиболее эффективного использования постнапряжения определяются уровнем возможного напряжения канатов, которые, согласно СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции», должны быть не менее $0.3R_{\rm sn}$ и не более $0.8R_{\rm sn}$. Данное требование определяет верхние и нижние границы применения пост-напряжения для каждого этапа натяжения. В данном исследовании это обстоятельство учтено назначением максимального значения пост-напряжения без учета потерь в совокупности с рассматриваемыми случаями максимальной плотности армирования, обусловленной раскладкой монострендов с минимальными межосевыми расстояниями, не допускающими наложения максимальных расчетных площадей.

При оптимизации условий возведения постнапряжённой плиты перекрытия, с целью ускорения сроков снятия опалубки и продолжения работ принято, что эксплуатационная нагрузка в период возведения воспринимается за счет установки в растянутой зоне дополнительной арматуры.

Тем самым, задача сводится к поиску вариантов, при которых возможен минимальный расход арматуры, кратчайшие сроки набора бетоном передаточной прочности и возможности снятия опалубки после первого этапа натяжения. Рассматривая основные технологические этапы, можно выделить следующие пути сокращения сроков возведения:

- ✓ применение добавок и ускорителей твердения бетона;
- ✓ анализ сроков твердения различных марок бетона в нормальных условиях и подбор оптимальных параметров для обеспечения условия ускорения первичного натяжения;
- ✓ использование дополнительной ненапрягаемой арматуры, воспринимающей требуемый уровень монтажных нагрузок после первичного натяжения, т.е. до момента обеспечения пост-напряжением проектной несущей способности и жесткости конструкции;
- ✓ назначение наиболее ранних сроков демонтажа опалубки при удовлетворении остальных технологических требований.

Одним из этапов решения задачи оптимизации условий пост-напряжения является построение зависимостей сроков твердения бетона, усилий, воспринимаемых бетоном при натяжении после достижения передаточной прочности бетона и сравнение данных усилий с максимальным усилием, создаваемым в канатной арматуре, используемой в монострендсистемах. Для этого был получен результирующий график зависимости усилий при температуре $+10\,^{\circ}$ C, воспринимаемых бетонами наиболее распространенных классов B20...B50, от времени, с наложенными усилиями натяжения арматурных канатов различных классов (рис. 4).

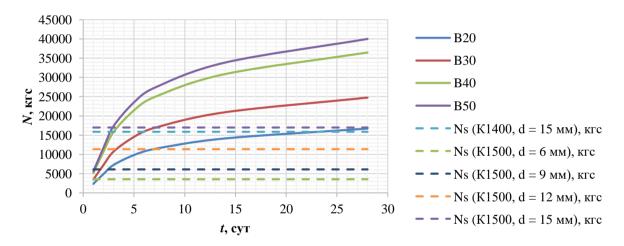


Рис. 4. График зависимости усилий, воспринимаемых бетоном различных классов, от времени при температуре $+10~^{\circ}\mathrm{C}$

Заключение.

Сравнение усилий смятия, воспринимаемых бетонами принятых в исследовании классов, с максимальными усилиями обжатия, создаваемыми канатами различных классов, позволяет определить наиболее оптимальный уровень использования материалов для различных уровней натяжения, снижая при этом вероятность чрезмерных затрат на бетон и арматуру.

Резюмируя вышеописанное, можно сделать вывод, что предложенный вариант подбора оптимальных комбинаций классов канатной арматуры и бетона позволяет достичь максимального использования прочностных резервов и повысить экономическую эффективность применения систем пост-напряжения в построечных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Мадатян**, **С. А.** Армирование без сцепления / С. А. Мадатян / Технологии строительств. -2009. -№ 2. Режим доступа: http://www.germostroy.ru/art_941.php.
- 2. **Bondy, K.** Two-way post-tensioned slabs with bonded tendons / Kenneth B. Bondy // PTI Journal. 2012. Pp. 43-48.
- 3. **Pawan, R.** Post-Tensioning Manual/ R. Gupta Pawan // Post-Tensioning Institute. Phoenix. -2006.-370 p.
- 4. **Портаев**, Д. В. Расчет и конструирование монолитных преднапряженных конструкций гражданских зданий: научное издание / Д. В. Портаев. М.: Ассоциация строительных вузов, 2011. 248 с.
- 5. **Ritz, P.** Post-tensioned slabs / P. Ritz, P. Matt, P. Schlub. Berne: VSL International, 1985. Vol. 4. N 2. 44 p.
- 6. **Леонович, С. Н.** Технология предварительного напряжения железобетонных конструкций в построечных условиях: монография / С. Н. Леонович, И. И. Передков, А. И. Сидорова Минск БНТУ, 2018. 279 с.
- 7. **Гавриленко, А. В.** Особенности технологии преднапряжения железобетонных конструкций в условиях производства строительно-монтажных работ / А. В Гавриленко, Ю. Р. Абдуллина, Т. Р. Баркая // Саморазвивающаяся среда технического вуза: научные исследования и экспериментальные разработки. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Тверь. 2020. С. 72-78.
- 8. **Асатрян,** Л. В., Эффективность строительства с применением технологии преднапряжения железобетона / Л. В. Асатрян, А. И. Звездов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. $-2008. \mathbb{N} 2. \mathbb{C}.$ 55-57.
- 9. **Cross**, **E.** Post-tensioning in Building Structures / E. Cross / Austress Freyssinet Pty Ltd. Режим доступа: https://www.academia.edu/7851178/Post_tensioning_in_Building_Structures.
- 10. **Bondy, K**. Post-tensioned concrete in buildings past and future an insider's view / Kenneth B. Bondy // PTI Journal. -2006. -N 12. Pp. 91-100.

Поступила в редакцию 12 ноября 2020

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL POST-TENSIONING PROCESSES UNDER CONSTRUCTION CONDITIONS

Y. R. Abdullina, T. R. Barkaya, A. V. Gavrilenko, P. V. Kulyaev

Abdullina Yulia Rinatovna, master's degree student of the Department of Structures and Facilities, Tver State Technical University, Tver, Russian Federation, phone: +7(4822)78-83-31; e-mail: july25abdullina@gmail.com
Barkaya Temur Raufovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, head of the Department of Structures and Facilities, Tver State Technical University, Tver, Russian Federation, phone: +7(4822)78-83-31; e-mail: btrs@list.ru
Gavrilenko Alexey Vladimirovich, assistant of the Department of Structures and Facilities, Tver State Technical University, Tver, Russian Federation, phone: +7(4822)78-83-31; e-mail: gawaw@mail.ru
Kulyaev Pavel Victorovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of Structures and Facilities. Tver State Technical University. Tver Russian Federation, phone: +7(4822)78-83-31; e-mail:

tures and Facilities, Tver State Technical University, Tver, Russian Federation, phone: +7(4822)78-83-31; e-mail: kalinin_kb@inbox.ru

The article presents the results of research of construction processes of post-tensioned concrete floor slab using the «monostrand» system. As part of the research, the task was set to find optimal conditions for reducing the time of post-tensioning, minimizing the additional non-stressed reinforcement consumption, ensuring the required transfer strength of concrete, and taking into account the start time of forms dismantling. In the course of the work, a number of parameters were considered that determine the conditions and post-tensioning procedure. The

bearing strength calculation of the anchor installation zones made it possible to compare received concrete bearing loads with the maximum forces perceived by different classes of wire-rope reinforcement. As a result, graphical dependencies were derived that allow choosing the optimal combinations of concrete and prestressing reinforcement classes, excluding incomplete material strength characteristics using.

Keywords: unbounded post-tensioning system; prestressing technology in construction site conditions; construction time optimization; post-tensioning, concrete hardening time.

REFERENCES

- 1. **Madatian S. A.** *Unbounded reinforcement*. Construction Technologies. 2009. No. 2. http://www.germostroy.ru/art_941.php. (in Russian)
- 2. **Bondy K**. *Two-way post-tensioned slabs with bonded tendons*. PTI Journal. 2012. Pp. 43-48.
 - 3. **Pawan R.** Post-Tensioning Manual. Phoenix, Post-Tensioning Institute. 2006. 370 p.
- 4. **Portaev D.V.** Calculation and design of monolithic prestressed structures of civil buildings. Moscow, Association of Construction Universities. 2011. 248 p. (in Russian)
- 5. **Ritz P.**, **P. Matt, P. Schlub.** *Post-tensioned slabs*. Berne, VSL International. Vol. 4. No. 2. 1985. 44 p.
- 6. Leonovich S. N., Peredkov I. I., Sidorova A. I. The technology of prestressing reinforced concrete structures in construction site conditions. Minsk, Belarusian National Technical University, 2018. 279 p. (in Russian)
- 7. **Gavrilenko A. V., Abdullina Y. R., Barkaya T. R.** *Reinforced concrete technology features under construction conditions and installation work.* Tver, Scientific research and experimental developments, Materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference. 2020. Pp. 72-78. (in Russian)
- 8. **Asatryan L. V., Zvezdov A. I.** Efficiency of construction using reinforced concrete prestressing technology. Building materials, equipment, technologies of the XXI century. 2008. No. 2. Pp. 55-57. (in Russian)
- 9. **Cross E.** *Post-tensioning in Building Structures*. Ed. Cross. Austress Freyssinet Pty Ltd. https://www.academia.edu/7851178/Post_tensioning_in_Building_Structures.
- 10. **Bondy K.** *Post-tensioned concrete in buildings past and future an insider's view*. PTI Journal. No. 12. 2006. Pp. 91-100.

Received 12 November 2020

Для питирования:

Оптимизация технологических процессов пост-напряжения в построечных условиях / Ю. Р. Абдуллина, Т. Р. Баркая, А. В. Гавриленко, П. В. Куляев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2020. - № 4(15). - С. 16-22.

FOR CITATION:

Abdullina Y. R., Barkaya T. R., Gavrilenko A. V., Kulyaev P. V. *Optimization of technological post-tensioning processes under construction conditions.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 16-22. (in Russian)

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

УДК 697.34

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. АРДАТОВ

А. В. Ениватов, В. Е. Бойков, И. И. Артемов

Ениватов Александр Васильевич, старший преподаватель кафедры теплоэнергетических систем, институт механики и энергетики, ФГБОУВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», Саранск, Российская Федерация, тел.: +7(342)25-41-01; e-mail: enivatovav@mail.ru

Бойков Василий Евгеньевич, магистрант, институт механики и энергетики, ФГБОУВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», Саранск, Российская Федерация, тел.: +7(902)-232-22-62; e-mail: bojkov.vasily@yandex.ru

Артемов Илья Игоревич, бакалавр, институт механики и энергетики, Φ ГБОУВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», Саранск, Российская Федерация, тел.: +7(342)25-41-01; e-mail: ilya.artemov.2002@inbox.ru

Обоснована актуальность выполняемых работ по повышению энергетической эффективности систем централизованного теплоснабжения города Ардатов. Выполнены оценка энергоэффективности и анализ производственных показателей. Рассмотрены перспективные направления модернизации систем централизованного теплоснабжения. Выбрана трассировка объединенных участков теплосети и разработан гидравлический режим. Разработана структурная схема энергоблока, включающая в себя котельную, газопоршневую установку и газогенераторную установку. Газогенераторная установка производит генераторный газ из твёрдого топлива и подает данный газ в котельную и газопоршневую установку соответственно для выработки тепловой и электрической энергии. Произведенная энергия отпускается потребителю и направляется на собственные нужды котельной и ГПУ, а также на собственные нужды газогенераторной установки (на линию подготовки твердого топлива и очистку газа). При этом в отдельных режимах и периодах года тепловыделения производства генераторного газа могут направляться потребителю тепловой энергии.

Ключевые слова: система теплоснабжения; газогенераторная установка; энергоблок; энергоэфективность; удельный расход топлива; котельная; гидравлический режим.

Технология производства тепловой энергии, применяемая в водогрейных котельных, при котором энергия топлива, полученная при ее сжигании в котлоагрегате, направляется для подогрева теплоносителя, позволяет добиваться значений удельного расхода топлива 136...138 м³/Гкал отпущенной тепловой энергии в сеть, что соответствует коэффициенту полезного действия котлоагрегатов 92...94 % [1, 2]. В последнее время в рамках концессионных соглашений по Республике Мордовия модернизированы более 30 систем централизованного теплоснабжения (СЦТ). Данный механизм реализации проектов модернизации, прежде всего касается источников тепловой энергии. При этом оптимизация тепловых потерь в теплосети зачастую сводится к снижению протяженности тепловых сетей за счет децентрализации СЦТ на более мелкие системы с модульными котельными. Децентрализация и применение модульных котельных в краткосрочной перспективе повышает эффективность теплоснабжения жилых и административно-бытовых зданий поселения. Однако в условиях оптимизации применение в данных модульных котельных оборудования с гарантийным сроком эксплуатации менее срока окупаемости данного оборудования может быть нецелесообразным.

© Ениватов А. В., Бойков В. Е., Артемов И. И., 2020

Кроме того, производственные показатели и фактические балансы, полученные при проведении технологических аудитов этих СЦТ, подтверждают невысокую эффективность их работы [3]. Это препятствует дальнейшей реализации мероприятий по реконструкции (перекладке теплосети, замене оборудования) СЦТ.

Решением вопросов по повышению энергетической эффективности СЦТ от квартальных (поселковых) котельных может является: комбинированное производство тепловой и электрической энергии; оптимизация собственных расходов тепловой энергии в котельной за счет утилизации тепловой энергии дымовых газов [4...7].

В связи с этим целью данной работы является разработка комплексного решения и оценка практического применения в системах теплоснабжения г. Ардатов энергосберегающих мероприятий. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач: актуализация вопроса и разработка комплексного решения для СЦТ г. Ардатов; разработка структурной схемы источника тепловой энергии; уточнение объема планируемых работ.

Одним из возможных вариантов повышения энергетической эффективности СЦТ от квартальных котельных может является совершенствование схем трассировки тепловых сетей за счет объединения тепловых источников средней мощности и внедрения в котельных комбинированных источников тепловой и электрической энергии на базе ДВС или газовых микротурбин. Возможно также использование местного твердого топлива (уголь, биомасса, торф) при реализации технологии газификации, позволяющей существенно снизить энергетическую себестоимость производимой тепловой и электрической энергии и эффективно заниматься утилизацией отходов различных производств и быта.

Для практического применения данного решения в системах теплоснабжении объектов г. Ардатов проведен анализ основных производственных показателей (таб. 1, 2). В целом отчетные производственные показатели (удельный расход топлива, электрической энергии, потери тепловой энергии в теплосети) позволяют эксплуатировать и поддерживать СЦТ в рамках экономически обоснованных в регионе средних тарифов. Однако данные показатели превышают (на 5...7 %) оптимальные значения и не создают условия для реализации инвестиционных программ обновления оборудования котельных и ремонта тепловых сетей.

Производственные показатели работы СЦТ за 2017-2019 г.г.

Таблица 1

		1 7		1			
Пе-	Выработка тепловой энергии,	Отпуск теп- ловой энер- гии в сеть,	Потери тепло- вой энергии в теплосети,	Отпуск теп- ловой энер- гии из сети	тыс.	од газа м ³ /Гкал	Расход элек- трической энергии, тыс.
1 ,,	Гкал	Гкал	Гкал	' (реализа- ция), Гкал	M ³		кВт×ч
2017	17100,29	16878,31	2422,66	14455,64	2532,31	150,03	369,72
2018	18551,25	18331,04	2536,61	15774,43	2764,65	150,82	373,96
2019	17331,06	17109,42	1898,83	15210,89	2508,97	146,64	379,42

Таблица 2

Плановые показатели и нормативы потерь и удельного расхода топлива

Выработка	Отпуск	Потери	Отпуск тепловой	Pacxo	д газа		
тепловой	тепловой	тепловой энергии	энергии из сети	тыс. м ³	${\rm M}^3/\Gamma$ кал		
энергии, Гкал	энергии в сеть, Гкал	в теплосети, Гкал	(реализация), Гкал				
17536,7	17310,47	2382,99	14927,48	2531,31	146,23		

В городе Ардатов в сфере теплоснабжения (производство и передача тепловой энергию для теплоснабжения жилых и административных зданий) работает одна организация — МУП «Ардатовтеплосеть». На балансе данной организации находятся котельные $N \ge 1$ и $N \ge 2$.

В котельной № 1 установлены четыре котла КВа-1,74 2006 г. выпуска. Суммарная присоединенная тепловая нагрузка потребителей равна 3,6228 Гкал/час. Тепловые сети от котельной № 1 выполнены в двухтрубном исполнении. Система отопления зданий подсоединена к тепловым сетям по зависимой схеме. Циркуляция и подпитка теплоносителя осуществляется насосами следующих марок (WilloIL 100/190-30/2, WilloIL 32/160-2,2/2).

В котельной № 2 установлены пять котла марки КСВ-1,86. Суммарная присоединенная тепловая нагрузка потребителей равна 3,5539 Гкал/ч, вся нагрузка является отопительной. Тепловые сети от котельной №2 выполнены в двухтрубном исполнении. Система отопления зданий подсоединена к тепловым сетям по зависимой схеме. Циркуляция и подпитка теплоносителя осуществляется насосами следующих марок (WilloIL 100/190-30/2, WilloIL 32/160-2,2/2).

В целом по двум СЦТ протяженность теплосети в однотрубном исчислении составляет 16044 м. Средний диаметр теплосети по материальной характеристике составляет 0,113 м. Основная доля (91,21 %) тепловых сетей надземного типа прокладки. Территориально данные котельные расположены в незначительной отдалённости друг от друга (не более 2 км.). Для каждой СЦТ характерны разветвленные сети. Потребители с существенной тепловой нагрузкой и тепловыми сетями до них расположены на удалении 400 м.

По совокупности условий (состояния котельной, год ввода оборудования, наличия площадки для строительства и т.д.) предлагается принять единым источником котельную № 1. Для оптимизации расходов на производство тепловой и электрической энергии при их комбинированном производстве предлагается внедрение газогенерирования твердых отходов (биомасса, ТБО и т.д.). Объем предполагаемых к использованию отходов определяется из условия работы газогенераторной установки в отопительном периоде для производства 10…15 % объема потребляемого газа. Так как калорийность генераторного газа ниже природного (примерно в 2,5…3 раза), объем произведенного газа должен составить более 750 тыс. м³. В этих условиях необходимо 2,5…3 тыс. м³ отходов.

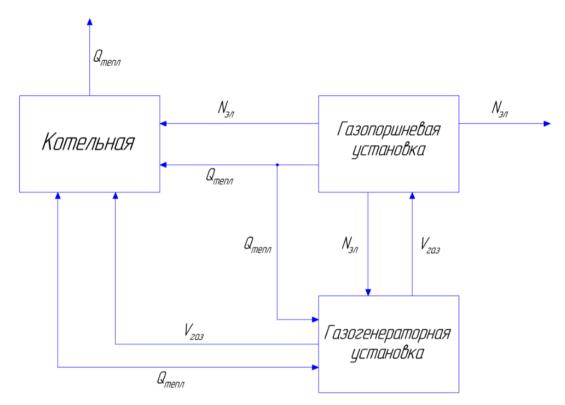
Единый источник тепловой энергии (далее энергоблок) включает отопительную котельную, газопоршневую установку (мини ТЭЦ на газовом топливе) и газогенераторную установку на твердом топливе. Включение газогенераторной и газопоршневой установки в тепловую схему энергоблока позволит частично вырабатывать тепловую энергию в комбинированном режиме, производить электрическую энергию на собственные нужды энергоблока. При этом полученный генераторный газ использовать как топливо в котельной и ГПУ. На рисунке представлена структурная схема энергоблока.

На структурной схеме энергоблока представлены энергетические линии (каналы) взаимодействия элементов (установок: котельная, газогенераторная установка (ГГУ) и газопоршневая установка). Газогенераторная установка производит генераторный газ из твёрдого топлива и подает его в котельную и газопоршневую установку соответственно для выработки теплой и электрической энергии. Произведенная энергия отпускается потребителю и направляется на собственные нужды котельной и ГПУ, а также на собственные нужды газогенераторной установки (на линию подготовки твердого топливо и очистку газа). При этом в отдельных режимах и периодах года тепловыделения производства генераторного газа могут направляться потребителю тепловой энергии. Такими режимами и периодом года может являться осенний период и режим работы газогенераторной установки, в том числе на газохранилище для преодоления зимнего максимума потребление газа котельной установкой.

Применение данной технологии при теплоснабжении в г. Ардатов предполагает выполнение следующего объема работ:

- ✓ прокладка участков теплосети для объединения СЦТ от котельной № 1, и № 2 под единый источник котельную № 1;
 - ✓ разработка и наладка гидравлического режима объединённой СЦТ;

- ✓ выбор, установка и подключение в единую тепловую схему энергоблока газопоршневой и газогенераторной установки;
 - ✓ организация сбора, хранения и подготовки сырья для газогенераторной установки. Данный объем работ выполняется с учетом рекомендаций [8…11].



Структурная схема энергоблока

Эффективность предлагаемой для практического применения технологии производства тепловой энергии оценивается на основе технико-экономических показателей применяемого оборудования (газопоршневой и газогенератной установки). Исходя из данных оценок капитальные вложения в объеме около 45000 тыс. руб. (в т.ч. 4329,2 тыс. руб. стоимость замены котлоагрегатов в котельной №1; 22642 тыс. руб. – стоимость строительства и реконструкции тепловых сетей; 2500 тыс. руб. – стоимость строительства откачивающей насосной станцией; 4500 тыс. руб. – стоимость модернизации тепловой схемы котельной (установка сетевых и подпиточных насосов, разработка и наладка гидравлического режима); 4000 тыс. руб. – стоимости ГПУ и 7000 тыс. руб. – стоимости ГГУ и цеха подготовки топлива).С учетом снижения себестоимости тепловой энергии на 30 % (что составляет 980 руб./Гкал), предполагаемый срок окупаемости составит 3,5 года.

Заключение.

Разработаны предложения по повышению эффективности производства тепловой энергии системы централизованного теплоснабжения г. Ардатов за счет объединения двух котельных и внедрения комбинированной выработки тепловой и электроэнергии в мини-ТЭЦ на базе газогенераторной установки.

Разработана структурная схема энергоблока и тепловая схема котельной с газопоршневой установкой. Проведенный анализа технических и технико-экономических показателей систем теплоснабжения г. Ардатов подтвердил обоснованность выбранного направления их модернизации.

Уточнен объем работ при реализации данного проекта и выполнена оценка эффективности, предлагаемой для практического применения технологии производства тепловой энергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Левцев, А. П.** Оценка среднего удельного расхода топлива по котельным АО "МЭК"/ А. П. Левцев, О. А. Кручинкина, А. В. Ениватов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Межвузовский сборник научных трудов, Саранск. 2017. С. 380-384.
- 2. **Левцев, А. П.** Экспресс-оценка эффективности функционирования систем централизованного теплоснабжения / А. П. Левцев, О. А. Кручинкина, А. В. Ениватов // Вестник НИИ гуманитарных наук при Правительстве Республике Мордовия. 2015. № 1(33). С. 79-88.
- 3. **Ениватов, А. В.** Альтернативная тепловая схема квартальных котельных / А. В. Ениватов, Р. В. Янгляев // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Материалы Международной научно-практической конференции, Саранск. –2018. С. 243-250.
- 4. **Ениватов, А. В.** Совершенствование теплового гидравлического режимов СЦТ от ТЭЦ-2 г. Саранск / А. В. Ениватов, В. Ю. Кочетков // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Материалы Международной научно-практической конференции, Саранск. –2018. С. 236-243.
- 5. **Ениватов, А. В.** Использование избыточного давления теплоносителя в СЦТ от ТЭЦ-2 г. Саранск / А. В. Ениватов, А. В. Учватов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Материалы Международной научно-практической конференции, Саранск. –2018. С. 227-235.
- 6. **Ениватов, А. В.** Оптимизация топливоиспользования в блочно-модульных котельных / И. Н. Артемов, А.В. Ениватов, А.С. Неясов // Инженерный вестник Дона. -2019. -№ 1(52). C. 199.
- 7. **Ениватов, А. В**. Оптимизация тепловой схемы котельной с утилизатором тепла дымовых газов / И. Н. Артемов, А. В. Ениватов, И. А. Савонин // Инженерный вестник Дона. -2019. -№ 1(48). -C. 12.
- 8. **Левцев, А. П.** Проектирование теплоснабжения предприятий / А. П. Левцев, А. Г. Ванин. Саранск: Издательство Мордовского университета, 2002. 65 с.
- 9. **Соколов, Е. Я**. Теплофикация и тепловые сети / Е. Я. Соколов. М.: Издательство МЭИ, 2001.-472 с.
- 10. **Калечина, И. В.** Химические вещества из угля / И. В. Калечина, М.: Химия, 1980. 616 с.
- 11. **Левцев, А. П.** Автономный источник энергоснабжения на базе дизель-генератора / А. П. Левцев, А. В. Ениватов // Тракторы и сельхозмашины. -2013. N = 9. C. 8-10.

Поступила в редакцию 28 октября 2020

INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF THE SYSTEM HEAT SUPPLY IN ARDATOV

A. V. Enivatov, V. E. Boykov, I. I. Artemov

Enivatov Alexander Vasilievich, Lecturer at the Department of Heat and Power Systems, Institute of Mechanics and Power Engineering, Mordovia State University named after N. P. Ogareva, Saransk, Russian Federation, phone: +7(342)25-41-01; e-mail: enivatovav@mail.ru

Boykov Vasily Evgenievich, undergraduate student, Institute of Mechanics and Power Engineering, Mordovia State

University named after N. P. Ogareva, Saransk, Russian Federation, phone: +7(902)232-22-62; e-mail: bojkov.va-sily@yandex.ru

Artemov Ilya Igorevich, Bachelor, Institute of Mechanics and Power Engineering, Mordovia State University N. P. Ogareva, Saransk, Russian Federation, phone+7(342)25-41-01; e-mail: ilya.artemov.2002@inbox.ru

The urgency of the work performed to improve the energy efficiency of the district heating systems in the city of Ardatov is substantiated. Energy efficiency assessment and performance analysis were carried out. The perspective directions of modernization of the district heating systems are considered. The routing of the combined sections of the heating network was selected and the hydraulic regime was developed. The block diagram of the power unit has been developed, which includes a boiler room, a gas piston unit and a gas generator unit. The gas generator plant produces generator gas from solid fuel and supplies this gas to the boiler room and gas piston plant, respectively, to generate heat and electricity. The generated energy is supplied to the consumer and directed to the own needs of the boiler house and the gas turbine plant, as well as to the own needs of the gas generator plant (to the line for solid fuel preparation and gas purification). In this case, in certain modes and periods of the year, heat release from the production of generator gas can be sent to the consumer of thermal energy.

Key words: heat supply systems; gas generating unit; power unit; energy efficiency; specific fuel consumption; boiler room; hydraulic mode.

REFERENCES

- 1. **Levtsev, A. P., Kruchinkina O. A., Enivatov A.V.** *Estimation of the average specific fuel consumption for boiler houses of JSC MEK*. Energy-efficient and resource-saving technologies and systems, Interuniversity collection of scientific papers. Saransk. 2017. Pp. 380-384. (in Russian).
- 2. Levtsev, A. P., KruchinkinaO. A., EnivatovA.V. Express assessment of the efficiency of centralized heating systems functioning. Bulletin of the Research Institute of Humanities under the Government of the Republic of Mordovia. 2015. No. 1(33). Pp. 79-88. (in Russian).
- 3. **Enivatov A.V., Yanglyaev R. V.** *Alternative heat scheme of quarter boiler houses* Saransk, Energy efficient and resource saving technologies and systems, Materials of the International Scientific and Practical Conference. 2018. Pp. 243-250. (in Russian).
- 4. **Enivatov, A.V., Kochetkov V. Yu.** *Improvement of the thermal hydraulic regimes of the SCT from CHP-2 of Saransk*. Saransk, Energy efficient and resource-saving technologies and systems, Materials of the International Scientific and Practical Conference. 2018. Pp. 236-243. (in Russian).
- 5. **Enivatov A. V., Uchvatov A. V.** *Use of excess pressure of the coolant in the CHP from CHP-2 in Saransk.* Saransk, Energy efficient and resource-saving technologies and systems, Materials of the International Scientific and Practical Conference. 2018. Pp. 227-235. (in Russian).
- 6. **Enivatov A. V., Artemov I. N., Neyasov A. V.** *Optimization of fuel consumption in block-modular boilers.* Engineering. Bulletin of the Don. 2019. No. 1(52). Pp. 199. (in Russian).
- 7. **Enivatov A. V., Artemov I. N., Savonin I. A.** *Optimization of the heating scheme of a boiler room with a heat utilizer of flue gases* Engineering Bulletin of the Don. 2019. No. 1(48). Pp. 12. (in Russian).
- 8. **Levtsev A. P., Vanin A. G.** *Designing of heat supply for enterprises*. Saransk, Publishing House of the Mordovian University. 2002. 65 p. (in Russian).
- 9. **Sokolov E. Ya.** *Heating and heating networks.* Moscow, Publishing house MEI. 2001. 472p. (in Russian).
- 10. **Kalechina I. V.** *Chemical substances from coal.* Moscow. Chemistry. 1980. 616 p. (in Russian).
- 11. **Levtsev A. P., Enivatov A. V.** *Autonomous power supply based on a diesel generator.* Tractors and agricultural machinery. 2013. No. 9. Pp. 8-10. (in Russian).

Received 28 October 2020

Для цитирования:

Ениватов, А. В. Повышение энергоэффективности системы теплоснабжения г. Ардатов / А. В. Ениватов, В. Е. Бойков, И. И. Артемов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2020. -№ 4(15). - C. 23-29.

FOR CITATION:

Enivatov A. V., Boykov V. E., Artemov I. I. *Increasing the energy efficiency of the system heat supply in Ardatov.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 23-29. (in Russian)

УДК 697.343:532.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЬНЫХ И ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

П. П. Кондауров, Н. А. Никляева

Кондауров Павел Петрович, канд. техн. наук, доцент кафедры энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, $\Phi\Gamma$ БОУ ВО «Институт архитектуры и строительства Волг Γ ТУ», Волгоград, Российская Φ едерация, тел.: +7(927)252-60-05; e-mail: pavka_kpp@mail.ru

Никляева Надежда Антоновна, магистрант, ФГБОУ ВО «Институт архитектуры и строительства ВолгГТУ», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(903)327-31-55; e-mail: tay-jay@rambler.ru

Рассмотрена возможность взаимозаменяемости труб стальных водогазопроводных по ГОСТ 3262-75 и электросварных прямошовных по ГОСТ 10704-91 на полиэтиленовые по ГОСТ 32415-2013 в системе горячего водоснабжения и тепловых сетей. Поставлена задача определения эквивалентных диаметров стальных и полиэтиленовых труб. Для решения данной задачи приведен порядок определения удельных потерь давления на трение обоих видов труб, а также влияние эквивалентной шероховатости на удельные потери. Произведены гидравлические расчеты представленных типов труб в диапазоне диаметров: от 15 мм до 150 мм по ГОСТ 3262-75, от 20 мм до 159 мм по ГОСТ 10704-91 и от 16 мм до 160 мм по ГОСТ 32415-2013. На основании полученных расчетов построены шесть графиков зависимости удельных потерь напора от расхода теплоносителя. Сформирован вывод с рекомендацией по эквивалентной замене стальных трубопроводов полиэтиленовыми с сохранением гидравлических характеристик сети.

Ключевые слова: стальные трубопроводы; полиэтиленовые трубопроводы; расход; удельные потери.

В связи с интенсивным развитием крупных городов и расширением их площади, остро встал вопрос модернизации централизованных систем теплоснабжения. Существующая инфраструктура имеет высокую степень износа, и как следствие, низкую надежность [1, 2]. В настоящее время, при реконструкции существующих систем коммунальной инфраструктуры городов, там, где это возможно, рекомендуют применять неметаллические трубопроводы [3, 4]. Хорошо себя зарекомендовали полимерные трубопроводы повышенной термостойкости марки PP-R, PE-X, PE-RT [5].

Преимущества труб из полимерных материалов по сравнению со стальными трубо-проводами заключаются в свойствах полиэтилена, таких как: коррозионная стойкость, которая влияет на устойчивый гидравлический режим и герметичность системы на протяжении всего периода эксплуатации, а это около 50 лет; диэлектрические свойства, препятствующие распространению блуждающих токов. Стоит отметить, что малый вес трубопроводов облегчает процесс монтажа, повышает производительность труда и снижает стоимость монтажных работ. За счет низкого коэффициента теплопроводности материала трубопровода существенно уменьшается толщина теплоизоляционного слоя. К недостаткам можно отнести: низкую стойкость к механическим повреждениям; горючесть материала; кислородопроницаемость. Одним из главных препятствий для широкого распространения неметаллических трубопроводов, является низкая стойкость к высоким температурам теплоносителя, поэтому на данный момент они занимают нишу низкотемпературных систем теплоснабжения (до 115 °C) и систем горячего водоснабжения.

Полиэтиленовые трубы обладают меньшей шероховатостью и, как следствие, меньшим коэффициентом гидравлического трения, что благоприятно сказывается на гидравлическом режиме работы сети [6...9]. Так же стоит отметить, что шероховатость полиэтиленовых трубопроводов не меняется в процессе эксплуатации, в отличие от стальных труб.

© Кондауров П. П., Никляева Н. А., 2020

Потери давления в трубопроводе (Р) прямо пропорционально зависят от удельных потерь давления на трение (R). В общем виде потери давления в трубопроводе можно определить по выражению:

$$P = R \cdot (l_{\perp} + \sum \xi \cdot l_{\exists}), \tag{1}$$

где R — удельные потери давления на трение, $\Pi a/m$; l_{\perp} — действительная длина участка газопровода, м; $\Sigma \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке газопровода; l_{\exists} – эквивалентная длина трубопровода, м.

Удельные потери на единицу длины трубопровода для труб из полимерных материалов i, без учета гидравлического сопротивления стыковых соединений по СП 40-102-2000 следует определять по формуле:

$$i_t = \frac{\lambda \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot d},\tag{2}$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления по длине трубопровода; υ – средняя скорость движения воды, м/c; g — ускорение свободного падения, м/c²; d— расчетный (внутренний) диаметр трубопровода, м.

Коэффициент гидравлического сопротивления следует определять по формуле:

$$\sqrt{\lambda} = \frac{0.5 \cdot \left[\frac{b}{2} + \frac{1.312 \cdot (2 - b) \cdot lg(3.7 \cdot \frac{d}{K_3})}{lg \, Re_{\phi} - 1} \right]}{lg(3.7 \cdot \frac{d}{K_3})},\tag{3}$$

где b — число подобия режимов течения воды; Re_{Φ} — число Рейнольдса фактическое; K_{Θ} коэффициент эквивалентной шероховатости, м, принимается в соответствии с СП124.13330.2012, но не менее 0,00001 м.

Число подобия режимов течения воды b определяют по формуле:

$$b = 1 + \frac{\lg Re_{\phi}}{\lg Re_{\kappa B}},\tag{4}$$

(при b > 2 следует принимать b=2).

Фактическое число Рейнольдса Re_{Φ} определяется по формуле: $Re_{\Phi} = \frac{v \cdot b}{v},$

$$Re_{\Phi} = \frac{v \cdot b}{v \cdot c}$$
 (5)

где ν – коэффициент кинематической вязкости воды, м²/с.

Число Рейнольдса, соответствующее началу квадратичной области гидравлических сопротивлений при турбулентном движении воды, определяется по формуле:

$$Re_{KB} = \frac{500 \cdot d}{K_9}. \tag{6}$$

Для стальных трубопроводов потери давления в трубе определяются по формуле [10]:

$$P = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2},\tag{7}$$

где L – длина трубопровода, м; ρ – плотность жидкости, кг/м³. — длина трубопровода, ..., . Определяем число Рейнольдса по формуле: $Re = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot d \cdot v \cdot \rho \cdot 3600} \, ,$

$$Re = \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot d \cdot \nu \cdot \rho \cdot 3600},\tag{8}$$

где G — расход теплоносителя, л/с.

Коэффициент гидравлического трения определяется по формуле Б. Л. Шифринсона:
$$\lambda = 0.11 \cdot (\frac{K_3}{d})^{0.25} \tag{9}$$

в зависимости от режима течения жидкости:

✓ при ламинарном режиме $\lambda = \frac{64}{Re}$, в диапазоне Re < 2320; ✓ при турбулентном $\lambda = 0.3164 \cdot Re^{0.25}$, где в диапазоне 3000 < Re < 100000.

$$\lambda = 1,01 \cdot Ig(Re)^{2,5}. (10)$$

Удельные потери определяются по формуле:

$$R = \frac{\lambda}{d \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}}.\tag{11}$$

Опираясь на выше изложенные формулы, был выполнены расчеты по определению удельных потерь на трение для стальных труб по ГОСТ 3262-75* и ГОСТ 10704-91*, и полиэтиленовых труб по ГОСТ 32415-2013. По полученным значениям построены графики зависимости удельных потерь на трение R, мм/м отрасхода G в диапазоне 0,1...53 л/с.

Графики зависимости удельных потерь напора от расхода теплоносителя при использовании трубопроводов в системах горячего водоснабжения, представлены на рис. 1-3. (Для стальных трубопроводов коэффициент шероховатости K_9 принят равным 0,001 м, для полиэтиленовых трубопроводов $K_9 = 0,00002$ м.)

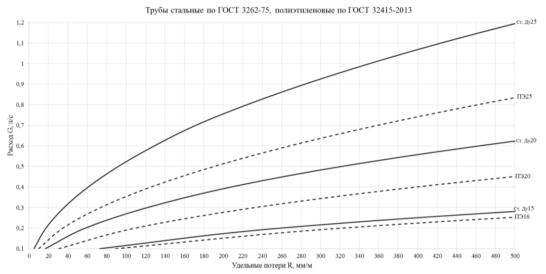


Рис. 1. График зависимости удельных потерь на трение R, мм/м, от расхода теплоносителя G, л/с: диаметры стальных трубопроводов — Ду15, 20, 25; диаметры полиэтиленовых трубопроводов —16, 20, 25 мм

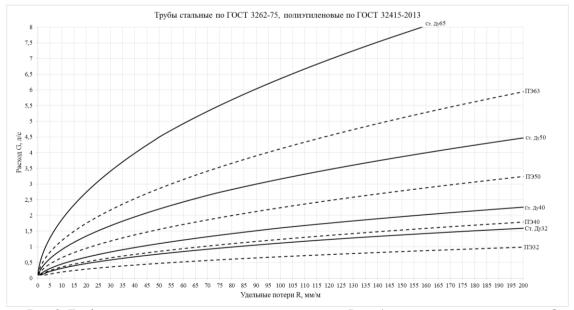


Рис. 2. График зависимости удельных потерь на трение R, мм/м, от расхода теплоносителя G, л/с: диаметры стальных трубопроводов – Ду32, 40, 50, 65; диаметры полиэтиленовых трубопроводов –32,40,50,63 мм

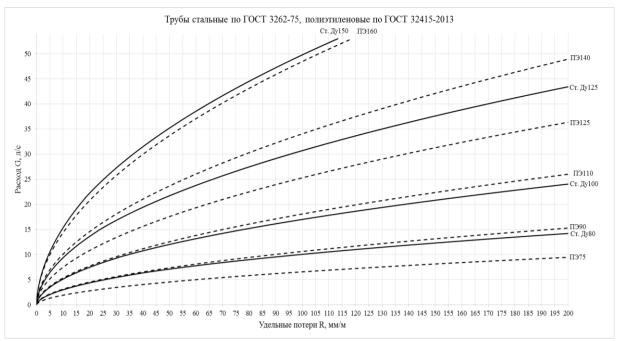


Рис. 3. График зависимости удельных потерь на трение R, мм/м, от расхода теплоносителя G, л/с: диаметры стальных трубопроводов — Ду80, 100, 125, 150; диаметры полиэтиленовых трубопроводов — 75, 90, 110, 125, 140, 160 мм

Для оценки взаимозаменяемости диаметров стальных и полиэтиленовых трубопроводов выполнялось сравнение удельных потерь напора при расходах теплоносителя, соответствующих скорости движения воды в пределах от 1 до 1,5 м/с по СП 30.13330.2016.

Таблица 1 Взаимозаменяемые диаметры трубопроводов при эксплуатации в системах горячего водоснабжения

Расход теплоносителя, л/с	Стальные трубы ГОСТ 3262-75*	Полиэтиленовые трубы ГОСТ 32415-2013(SDR 9)	Превышение удельных потерь в полиэтиленовых трубах над стальными, %
0,2	15×2,8	16×1,8	16,6
0,3	20×2,8	20×2,3	47,8
0,4	25×3,2	25×2,8	51,2
0,6	32×3,2	32×3,6	60,3
0,8	40×3,5	40×4,5	36,4
1,5	50×3,5	50×5,6	46,8
2,3	65×4,0	63×7,1	54,5
3,2	80×4,0	75×8,4	53,8
4,6	80×4,0	90×10,1	-4,8
6,9	100×4,5	110×12,3	-6,8
8,9	125×4,5	125×14,0	34,1
11,1	125×4,5	140×15,7	-14,3
14,5	150×4,5	160×17,9	11,1

Графики зависимости удельных потерь напора от расхода теплоносителя при использовании трубопроводов в системах теплоснабжения, представлены на рис. 4...6. (Для стальных трубопроводов K_3 принят равным 0,0005 м, для полиэтиленовых трубопроводов K_3 = 0,00002 м).

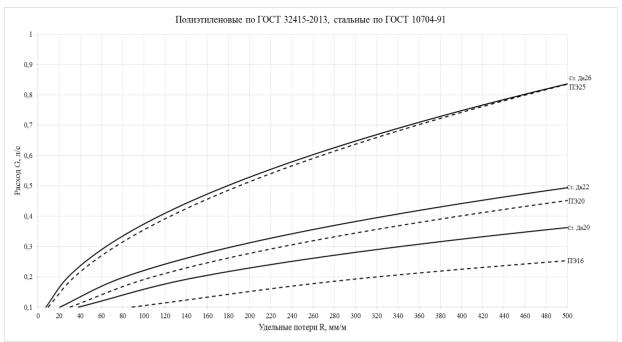


Рис. 4. График зависимости удельных потерь на трение R, мм/м, от расхода теплоносителя G, л/с: диаметры стальных трубопроводов — Дн 20, 22, 26; диаметры полиэтиленовых трубопроводов —16, 20, 25 мм

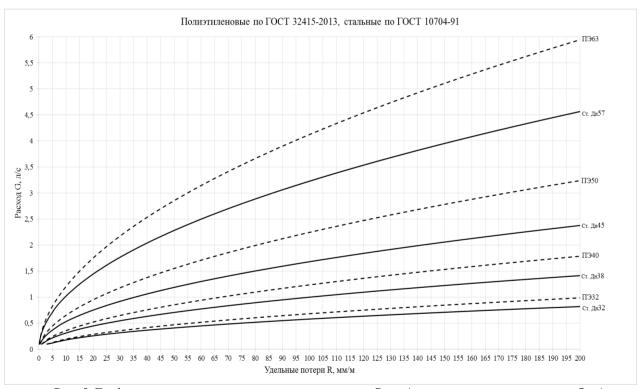


Рис. 5. График зависимости удельных потерь на трение R, мм/м, от расхода теплоносителя G, л/с: диаметры стальных трубопроводов — Дн 32, 38, 45, 57; диаметры полиэтиленовых трубопроводов —32,40,50,63 мм

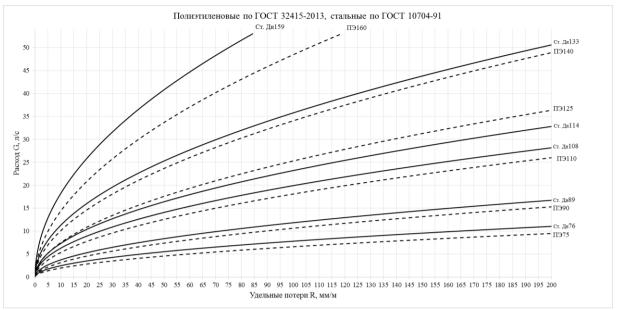


Рис. 6. График зависимости удельных потерь на трение R, мм/м, от расхода теплоносителя G, л/с: диаметры стальных трубопроводов — Дн 76, 89, 108, 114, 133, 159; диаметры полиэтиленовых трубопроводов — 75, 90, 110, 125, 140, 160 мм

Таблица 2 Взаимозаменяемые диаметры трубопроводов при эксплуатации в системах теплоснабжения

Boundary Milliant I by confederation and the second of the							
Расход теплоносителя, л/с	Стальные трубы ГОСТ 10704-91*	Полиэтиленовые трубы ГОСТ 32415-2013 (SDR 9)	Превышение удельных потерь в полиэтиленовых трубах над стальными, %				
0,2	20×2,0	16×1,8	52,6				
0,4	22×2,0	20×2,3	17,6				
0,7	26×2,0	25×2,8	2,2				
1,2	32×3,0	32×3,6	-48,1				
1,8	38×3,0	40×4,5	-59,6				
2,9	45×3,0	50×5,6	-83,9				
4,5	57×3,0	63×7,1	-64,4				
6,4	76×3,0	75×8,4	29,5				
9,2	89×3,0	90×10,1	19,7				
13,7	108×4,0	110×12,3	20,3				
17,7	114×4,0	125×14,0	-13,7				
22,2	133×4,0	140×15,7	11,4				
29	159×4,5	160x17,9	34,2				

Заключение.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что в системах горячего водоснабжения эквивалентную пару трубопроводов, без существенных отклонений гидравлических характеристик, возможно подобрать только в диапазоне диаметров более 80 мм. В свою очередь для трубопроводов систем теплоснабжения совпадений по удельным потерям менее 20 % практически не наблюдается. Такое отличие в гидравлических характеристиках сальных трубопроводов объясняется как различием номенклатуры диаметров, так и эквивалентной шероховатостью поверхности трубопроводов, эксплуатируемых в различных системах.

Рекомендации, полученные в результате аналитических расчетов, можно использовать при реконструкции существующих сетей, при этом необходимо выполнить оценку общих потерь давления в системе с помощью гидравлического расчета.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Некрасов, А. С.** Перспективы развития теплоснабжения России / А. С. Некрасов, Ю. В. Синяк, С. А. Воронина // Проблемы прогнозирования. 2011. № 2(125). С. 37-54.
- 2. **Хаванов, П. А.** Развитие, перспективы и состояние децентрализованных систем теплоснабжения в РФ / П. А. Хаванов // Вестник МГСУ. 2012. № 11. С. 219-226.
- 3. **Жданов, А. С.** Еще раз о стальных и металлополимерных трубопроводах / А. С. Жданов // Сантехника. -2016. -№ 3. -C. 48-52.
- 4. **Ефремова, Т. В.** Гидравлический расчет металлопластиковых газопроводов / Т. В. Ефремова, П. П. Кондауров // В сборнике: Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство. Материалы Международной конференции, посвященной 60-летию образования вуза: в 2-х частях. Волгоград, 2012. С. 88-90.
- 5. **Отставнов, А. А.** Стратегия повышения эффективности внутренних напорных трубопроводов на основе труб из полиэтилена последнего поколения / А. А. Отставнов // Сантехника. $-2019. \mathbb{N}_2$ 3. C. 18-23.
- 6. **Сайриддинов, С. Ш.** Гидравлический расчет трубопроводов из полиэтиленовых труб при реконструкции сетей водоснабжения и водоотведения / С. Ш. Сайриддинов, Е. Рукша // В сборнике: Состояние биосферы и здоровье людей. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, Пенза. 2008. С. 125-129.
- 7. **Альтшуль, А.** Д. Гидравлика и аэродинамика / А. Д. Альтшуль, Л.Д. Животовский, Л. П. Иванов. Москва: Стройиздат, 1987. 414 с.
- 8. **Гусев**, **А. А.** Гидравлика. Теория и практика / А. А. Гусев. М.: Издательство Юрайт, 2014. 285 с.
- 9. **Кочуева, О. Н.** Аппроксимация зависимости коэффициента гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса с применением аппарата нечетких множеств / О. Н. Кочуева, Л. Г. Зайнетдинова // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2020. № 4(561). С. 68-71.
- 10. **Соколов, Е. Я.** Теплофикация и тепловые сети / Е. Я. Соколов. М.: МЭИ, 2001. 360 с.

Поступила в редакцию 14 ноября 2020

COMPARATIVE ANALYSIS OF HYDRAULIC CHARACTERISTICS OF STEEL AND POLYETHYLENE PIPELINES WHEN OPERATING IN HEAT SUPPLY SYSTEMS

P. P. Kondaurov, N. A. Niklyaeva

Kondaurov Pavel Petrovich, Cand. tech. Sciences, associate Professor of the Department of Energy Supply, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(927)252-60-05; e-mail: pavka_kpp@mail.ru Niklyaeva Nadezhda Antonovna, master, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(903)327-31-55; e-mail: tay-jay@rambler.ru

The possibility of interchangeability of pipes of steel water and gas pipelines as per GOST 3262-75 and electric welded straight-joint as per GOST 10704-91 for polyethylene pipes as per GOST 32415-2013 in the system of hot water supply and heat networks is considered. The task is to determine equivalent diameters of steel and polyethylene pipes. To achieve the set task, the procedure for determining specific pressure losses on friction of both types of pipes, as well as the effect of equivalent roughness on specific losses is given, then hydraulic calculations of the presented types of pipes in the range of diameters: from 15 mm to 150 mm according to GOST 3262-75, from 20 mm to 159 mm according to GOST 10704 91 and from 16 mm to 160 mm according to GOST 32415-2013 are made. On the basis of the obtained calculations, six graphs of the dependence of specific head losses on coolant flow are built. A

conclusion was formed with a recommendation for equivalent replacement of steel pipes with polyethylene pipes while preserving the hydraulic characteristics of the network.

Keywords: steel pipelines; polyethylene pipelines; water discharge; specific losses.

REFERENCES

- 1. **Nekrasov A. S., Sinyak Yu. V., Voronina C. A.** *Prospects for the development of heat supply in Russia.* Forecasting problems. 2011. No. 2 (125). Pp. 37-54. (in Russian)
- 2. **Khavanov P. A.** *Development, prospects and state of decentralized heat supply systems in the Russian Federation.* Herald of the MGSU. 2012. No. 11. Pp. 219-226. (in Russian)
- 3. **Zhdanov A.S.** *Once again about steel and metal polymer pipelines.* Plumbing. 2016. No. 3. Pp. 48-52. (in Russian)
- 4. **Efremova T. V., Kondaurov P. P.** *Hydraulic calculation of metal-plastic gas pipelines*. In the collection: Science and Education: Architecture, Urban Planning and Construction. Materials of the International Conference dedicated to the 60th anniversary of the university. Volgograd, 2012. Pp. 88-90. (in Russian)
- 5. 5. **Otstavnov A.** A. Last Generation Polyethylene Internal Pressure Piping Efficiency Strategy. Plumbing. 2019. No. 3. Pp. 18-23. (inRussian)
- 6. **Sayriddinov S. S., Ruksha E.** *Hydraulic calculation of pipes from polyethylene pipes during reconstruction of water supply and drainage networks.* Penza, State of the biosphere and human health. Collection of articles of the VIII International Scientific and Practical Conference. 2008. Pp.125-129. (in Russian)
- 7. **Altshul A. D., Zhivotovsky L. D., Ivanov L. P.** *Hydraulics and aerodynamics*. Moscow, Publishing House of Stroyizdat. 1987. 414 p.(in Russian)
- 8. **Gusev A. A.** *Hydraulics. Theory and practice.* Moscow, Publishing House of Yurait. 2014. 285p. (in Russian)
- 9. **Kochueva O. N., Zainetdinova L. G.** *Approximation of the dependence of the coefficient of hydraulic resistance on the Reynolds number using an apparatus of fuzzy sets.* Automation, telemechanization and communication in the oil industry. 2020. No. 4(561). Pp. 68-71. (in Russian)
- 10. **Sokolov E.Ya.** *Heating and heat networks.* Moscow, Moscow Energy Institute. 2001. 360 p. (in Russian)

Received 14 November 2020

Для цитирования:

Кондауров, П. П. Сравнительный анализ гидравлических характеристик стальных и полиэтиленовых трубопроводов при эксплуатации в системах теплоснабжения / П. П. Кондауров, Н. А. Никляева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. − 2020. – № 4(15). – С. 30-37.

FOR CITATION:

Kondaurov P. P., Niklyaeva N. A. Comparative analysis of hydraulic characteristics of steel and polyethylene pipelines when operating in heat supply systems. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 30-37. (in Russian)

УДК 697.97

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ С ПЕРЕМЕННЫМ РАСХОДОМ ВОЗДУХА

В. В. Шичкин, М. Н. Жерлыкина, К. В. Гармонов, С. А. Соловьев

Шичкин Виталий Владимирович, аспирант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7-980-544-13-89; e-mail: adiadi23@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

Гармонов Кирилл Валерьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-53-21; e-mail: garmonkir@mail.ru

Соловьев Сергей Анатольевич, ассистент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7-960-123-57-61; e-mail: swiftsnake@rambler.ru

Обоснована актуальность применения этиленгликоля в качестве промежуточного теплоносителя в системе вентиляции при обработке приточного воздуха. Представлено описание схемы работы системы холодоснабжения с промежуточным теплоносителем при переменном расходе приточного воздуха. На І*d*-диаграмме состояния влажного воздуха выполнено построение процессов обработки воздуха в центральном кондиционере для всех назначений трансформируемого помещения. Установлена необходимость в охлаждении и осушении приточного воздуха во всех режимах работы. С целью определения максимальной возможной нагрузки на элементы системы климатизации здания выбран тип помещения с наибольшим расходом приточного воздуха и выполнены построения процесса обработки воздуха на *Id*-диаграмме при различных температурах наружного воздуха. Разработана методика по расчету параметров холодоносителя и построены графики, позволяющие установить взаимосвязь параметров работы теплообменного оборудования и назначения помещения. Выявлены закономерности в изменении параметров теплохолодоносителя при регулировании работы системы в зависимости от изменения нагрузки на нее. Приведены рабочие диапазоны функционирования предложенной схемы обработки воздуха с промежуточным теплоносителем в теплый период года при переменном расходе обрабатываемого воздуха и различных параметрах наружного воздуха. Исходя из этого обоснована возможность составления алгоритма автоматизации системы вентиляции, адаптированной под здания культурно-развлекательного назначения.

Ключевые слова: теплообменник; этиленгликоль; холодоноситель; промежуточный теплоноситель; переменный расход воздуха; температура.

В настоящее время в современном градостроении Российской Федерации широко распространен перспективный и одновременно сложный формат – многофункциональные центры или комплексы. К ним относятся здания как жилого, так и общественного назначения, спортивные и концертные площадки. Также строятся объекты, в которых многопрофильная функциональная нагрузка сосредоточена в едином помещении большого объема. Трансформируемое помещение — это уникальный формат площадки под мероприятия, в котором за считанные минуты единый просторный зал можно разделить на несколько полнофункциональных модулей для эффективного использования рабочего пространства.

Следует отметить, что многоуровневый и разнохарактерный режим эксплуатации помещения необходимо учитывать при создании и автоматическом поддержании параметров внутреннего воздуха, комфортных для пребывания в нем людей. Задачей системы клима-

© Шичкин В. В., Жерлыкина М. Н., Гармонов К. В., Соловьев С. А., 2020

тизации трансформируемого помещения является обеспечение нормируемых параметров внутреннего воздуха в зависимости от его назначения и объема, которые могут быть различными в неодинаковые промежутки времени.

Вместе с тем, оценив вид и количество поступающих в помещение вредных веществ, установлено, что доминирующим фактором является теплота от людей, которая, в свою очередь, является переменной величиной в зависимости от назначения трансформируемого помещения.

Таким образом, исследование режимов работы вентиляционного оборудования системы климатизации трансформируемых помещений большого объема является актуальным

Для подготовки приточного воздуха в помещение и поддержания его параметров на заданном уровне применяется система климатизации. Очевидно, что для каждого назначения трансформируемого помещения следует индивидуально рассматривать и работу инженерной системы. Таким образом, целью настоящего исследования является разработка единого решения, адаптированного под многофункциональный тип здания.

В системе климатизации помещения для подготовки приточного воздуха используется оборудование, в состав которого входят теплообменники, элементы системы холодоснабжения, запорно-регулирующая арматура и другие вспомогательные элементы. Для общественных зданий большого объема наиболее часто проектируются системы с применением чиллеров — специальных высокопроизводительных агрегатов, предназначенных для охлаждения жидкого теплохолодоносителя. Основную роль по перемещению теплоты и холода от холодильной машины к обрабатываемому воздуху выполняют теплохолодоносители, наиболее популярной из которых в настоящее время является вода. Однако вода как хладоноситель обладает рядом недостатков — это высокая температура кристаллизации и большие потери энергии при транспортировке. При выборе холодоносителя для проведения исследования предпочтение отдано водному раствору этиленгликоля, обладающему рядом преимуществ: существуют различные концентрации продукта, стабильные рабочие параметры и теплофизические свойства на протяжении длительного периода, низкая температура кристаллизации по сравнению с водой.

На основании решений, представленных в [1, 2] разработана схема системы обработки приточного воздуха с промежуточным теплоносителем [3] (рис. 1). В качестве теплохолодоносителя принят раствор этиленгликоля 40 %. Как следует из рис. 1, наружный воздух с параметрами $t_{\rm H}$, $\varphi_{\rm H}$, $L_{\rm H}$ поступает в теплообменник рекуператора приточной системы 1, в котором происходит процесс теплообмена воздуха с раствором этиленгликоля. После рекуператора 1 воздух поступает в помещение с параметрами $t_{\rm II}$, $\varphi_{\rm II}$, $L_{\rm II}$. Внутри установки циркуляция раствора этиленгликоля происходит по малому кольцу «теплообменник холодильной машины — рекуператор 1». Рекуператор вытяжной системы 2 в теплый период года (ТПГ) с помощью трехходового крана 3 отключается. Раствор гликоля охлаждается в теплообменнике холодильной машины и использует теплообменник рекуператора в качестве воздухоохладителя для охлаждения наружного воздуха.

Объектом исследования является многоцелевой концертный зал Event-Hall, расположенный в г. Воронеж, площадь которого составляет 2100 м². В качестве исходных данных приняты результаты, представленные в [3]. На *Id*-диаграмме состояния влажного воздуха выполнено построение процессов обработки воздуха в центральном кондиционере для всех назначений помещения (рис. 2), а именно красная линия - трибуны с полной посадкой людей (1), желтая линия - танцевальный партер с трибуной (2), коричневая линия - танцевальный партер (3), зеленая линия - ринг плюс трибуны/торжественные мероприятия (4), синяя - выставочный павильон (5).

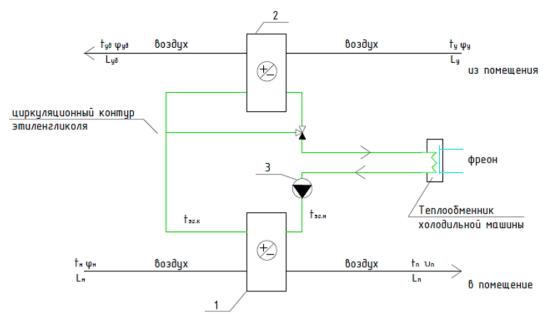
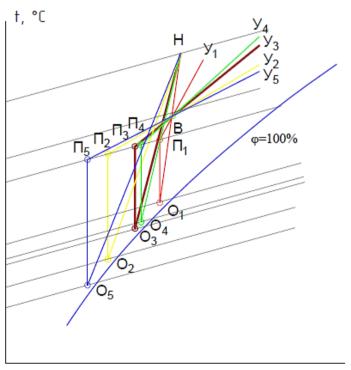


Рис. 1. Принципиальная схема системы обработки воздуха с промежуточным теплохолодоносителем в теплый период года:

1 - рекуператор приточной системы, 2 - рекуператорвытяжной системы, 3 - трехходовой кран; t_{y} , ϕ_{y} , L_{y} – температура, °C, относительная влажность, %, объемный расход, м³/ч, уходящего воздуха; $t_{yд}$, $\phi_{yд}$, $L_{yд}$ – температура, °C, относительная влажность, %, объемный расход, м³/ч, удаляемого воздуха; t_{n} , ϕ_{n} , L_{n} – температура, °C, относительная влажность, %, объемный расход, м³/ч, приточного воздуха; t_{yx} , t_{yy} , $t_{$



d, г /кгсух.возд

Рис. 2. Построение процессов обработки воздуха в центральном кондиционере в ТПГ: точка O_1 - O_5 — состояние воздуха на выходе из теплообменника, Π_1 - Π_5 — состояние приточного воздуха, Y_1 - Y_5 — состояние уходящего воздуха, H— состояние наружного воздуха

При подготовке приточного воздуха для трансформируемого помещения большого объема, предназначенных для проведения культурно-массовых мероприятий, необходимо осуществлять процессы обработки воздуха, а именно охлаждение и осущение его в воздухоохладителе.

Проанализирована работа теплообменника — рекуператора «воздух-этиленгликоль» при охлаждении наружного воздуха для всех режимов работы объекта исследования.

С целью определения максимальной возможной нагрузки на элементы системы климатизации здания выбран тип трансформируемого помещения с наибольшим расходом приточного воздуха. На *Id*-диаграмме выполнены построения процесса обработки воздуха при различных температурах наружного воздуха (рис. 3 и рис. 4).

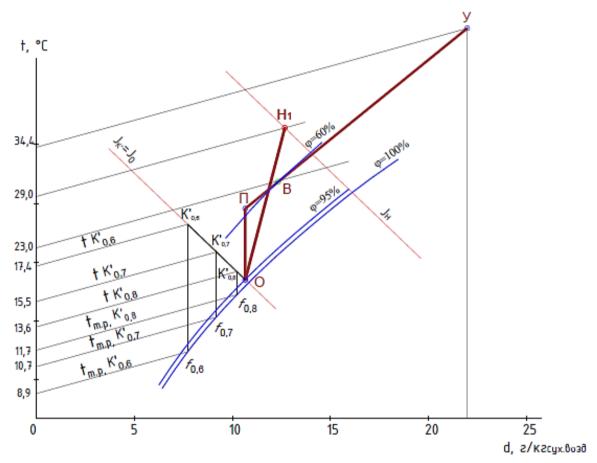


Рис. 3. Построение процессов обработки воздуха в центральном кондиционере в ТПГ: точка О — состояние воздуха на входе в теплообменник, П — состояние приточного воздуха, У — состояние уходящего воздуха, H_1 — состояние наружного воздуха при $t_{\rm H1}$ =29 °C, $t_{m.p}$ — температура точки росы, °C, f- состояние воздуха при температуре точки росы, $t_{\rm K}$ — начальная температура воздуха при «условно сухом охлаждении», °C

Таким образом (рис. 3, рис. 4) определены значения температуры промежуточного теплохолодоносителя, в частности, этиленгликоля, на выходе из теплообменника.

Методика расчета предусматривает замену реального процесса охлаждения и осущения воздуха на «условно сухой режим охлаждения» [4], эквивалентный по затратам холода. Включает в себя определение параметров охлаждаемого воздуха в теплый период года: начальных – G_{Π} , $t_{\rm H}$, $d_{\rm H}$, $J_{\rm H}$, $\phi_{\rm H}$ и конечных – $t_{\rm O}$, t_{\rm

На Id—диаграмме (рис. 3, рис. 4) определяется значение температуры точки росы, которое соответствует средней температуре наружной поверхности воздухоохладителя $t_{\kappa'}$, °C. На рис. 3, рис. 4 показано построение реального процесса охлаждения и осущения воздуха и «условно сухого режима охлаждения». Из точки K' (рис. 3, рис. 4) проводят линию по

 d_K =const до пересечения с φ =95 %. Получают отрезок – соответствующий лучу «условно сухого охлаждения» воздуха.

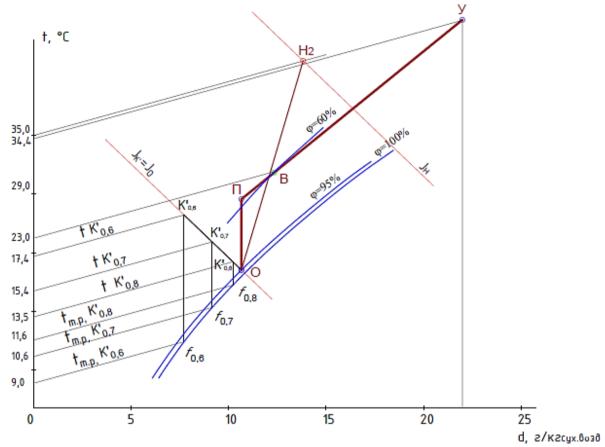


Рис. 4. Построение процессов обработки воздуха в центральном кондиционере в ТПГ: точка О — состояние воздуха на входе в теплообменник, П — состояние приточного воздуха, У — состояние уходящего воздуха, H_2 — состояние наружного воздуха при $t_{\rm H2}$ =35 °C, $t_{m.p.}$ — температура точки росы, °C, f- состояние воздуха при температуре точки росы, $t_{\rm K'}$ — начальная температура воздуха при «условно сухом охлаждении», °C

Определяются фактические параметры температур этиленгликоля на входе и на выходе из теплообменника при различных показателях теплотехнической эффективности по формуле:

$$\Theta_t = \frac{t_{\scriptscriptstyle H} - t_{\scriptscriptstyle K'}}{t_{\scriptscriptstyle H} - t_{\scriptscriptstyle 3K,H}},\tag{1}$$

где $t_{\text{эк.н}}$ — начальная температура среды на выходе из теплообменника, °С.

Температура этиленгликоля на выходе из теплообменника определяется по формуле [5...8]:

$$t_{K'} = t_{H} - \Theta_{t} \cdot (t_{H} - t_{\mathfrak{I}K,H}), \tag{2}$$

где Θ_t — показатель теплотехнической эффективности, в исследованиях приняты значения 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 и 1.

Определяем конечную температуру среды на выходе из теплообменника, ${}^{\circ}\mathrm{C}$, по формуле:

$$t_{_{\mathfrak{K},K}} = t_{_{\mathfrak{K},H}} + W(t_{_{H}} - t_{_{O}}), \tag{3}$$

где W — показатель отношения теплоемкости потоков определяется по [9].

Результаты расчетов $t_{k'}$, $t_{_{\rm 9\Gamma,H}}$, $t_{_{\rm 9\Gamma,K}}$ при различных параметрах наружного воздуха представлены на рис. 5 и рис. 6.

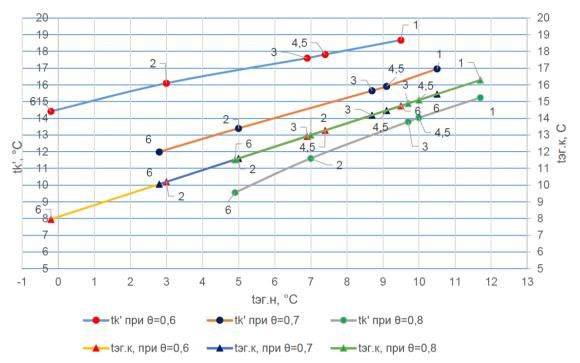


Рис. 5. Определение параметров промежуточного теплохолодоносителя в зависимости от теплотехнической эффективности процесса обработки воздуха при $t_{\rm H1}$ =29 °C

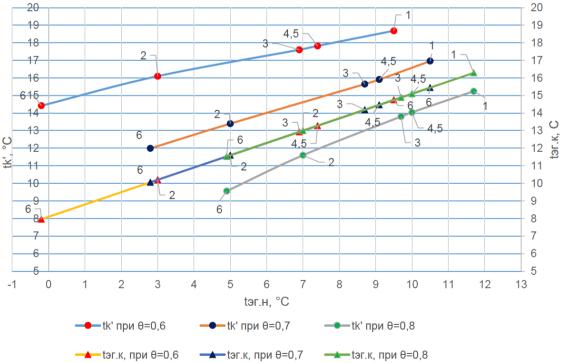


Рис. 6. Определение параметров промежуточного теплохолодоносителя в зависимости от теплотехничехнической эффективности процесса обработки воздуха при $t_{\rm H1}{=}35~{\rm ^oC}$

Таким образом, установлена взаимосвязь параметров работы теплообменного оборудования и режимов работы трансформируемого помещения. Выявлены закономерности при регулировании работы системы в зависимости от изменения нагрузки на систему.

Определена холопроизводительность установки в зависимости от режимов использования помещения при наружной температуре по формуле [9...11]:

$$Q_{\text{xoll}}^{\text{yct}} = 0,278 \cdot G_{\text{II}} \cdot \left(I_{\text{H}} - I_{\text{O}}\right),\tag{4}$$

где $G_{\rm II}$ — расход воздуха, кг/ч; $I_{\rm H}$ — энтальпия наружного воздуха в ТПГ, кДж/кг; $I_{\rm O}$ — энтальпия воздуха, выходящего из воздухоохладителя, кДж/кг.

Результаты расчета зависимости температур этиленгликоля на входе и на выходе из холодильной машины от холодопроизводительности $Q_{\text{хол}}^{\text{уст}}$ представлена на рис. 7 и рис. 8.

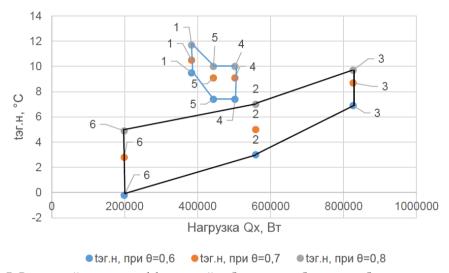


Рис. 7. Расчетный диапазон эффективной работы теплообменного оборудования при $t_{\rm H}$ =29 °C

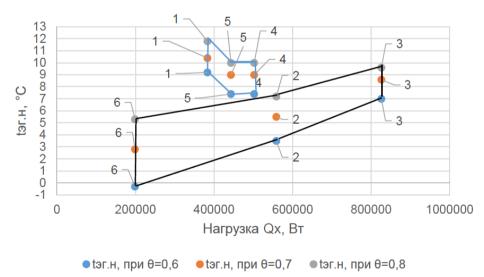


Рис. 8. Расчетный диапазон эффективной работы теплообменного оборудования при $t_{\rm H}$ =35 °C

Таким образом, полученные результаты позволяют задаваться последовательностью переключения режимов работы теплообменного оборудования в зависимости от параметров внутренней среды помещения в искомом диапазоне теплотехнической эффективности. В результате возможно составление алгоритма работы системы климатизации трансформируемого помещения.

Заключение.

Установлено, что для обеспечения энергосбережения системы кондиционирования воздуха многофункциональных помещений общественных зданий наиболее рациональным решением является применение системы холодоносителя с промежуточным теплоносителем этиленгликолем.

Выполнены исследования режима работы теплообменного оборудования в допустимом диапазоне значений его теплотехнической эффективности. Определены параметры промежуточного теплохолодоносителя — этиленгликоля, и установлены их граничные значения для предложенной установки обработки приточного воздуха трансформируемого помещения.

Приведены рабочие диапазоны разработанной схемы при переменном расходе обрабатываемого воздуха и различных параметрах наружного воздуха. На основе полученных результатов возможно составление алгоритма автоматизации системы вентиляции, адаптированной под быстро трансформируемые помещения зданий культурно-развлекательного назначения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Свердлов, А. В.** Современные технологии рекуперации тепла в климатическом оборудовании / А. В. Свердлов // АВОК. 2014. № 3. С. 28-30.
- 2. Свердлов, А. В. Температурный расчет системы рекуперации тепла Econet / А. В. Свердлов // ABOK. -2015. -№ 2. C. 22.
- 3. **Шичкин, В. В.** Теплотехническое моделирование теплообменника системы рекуперации холодоносителя с переменным расходом воздуха / В. В. Шичкин, М. Н. Жерлыкина, К. В. Гармонов, С. А. Соловьев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2020. № 2(13). С. 46-56.
- 4. **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). C. 34-42.
- 5. **Богуславский, Л. Д.** Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: справочное пособие / Л. Д. Богуславский [и др.]. М.: Стройиздат, 1990. 624 с.
- 6. **Мерщиев, А.А.** Рекуперация тепла в здании / А. А. Мерщиев, И. П. Мерщиева // Инженерные системы и сооружения. -2013. -№ 4. C. 16-21.
- 7. **Шичкин, В. В.** Обоснование применения рекуперации теплоты вентиляционного воздуха при климатизации универсальных быстротрансформирующихся зданий / В. В. Шичкин, М. Н. Жерлыкина, С. А. Яременко, С. А. Соловьев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. − 2020. № 1(12). С. 34-42.
- 8. **Лобанов,** Д. В. Учет комплекса параметров при оценке состояния микроклимата в помещении / Д. В. Лобанов, В. В. Шичкин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2017. N = 4(3). C. 70-75.
- 9. **Жерлыкина, М. Н.** Кондиционирование воздуха и холодоснабжение общественных зданий: учебное пособие / М. Н. Жерлыкина. Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2011. 128 с.
- 10. **Белова**, **Е. М.** Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях / Е. М. Белова. М.: Евроклимат, 2006. 640 с.
- 11. **Ливчак, В. И**. О нормах воздухообмена общественных зданий и последствиях их завышения / В. И. Ливчак // ABOK. -2007. -№ 6. C. 4-9.

Поступила в редакцию 11 декабря 2020

RATIONALE FOR THE USE OF ETHYLENE GLYCOL IN VENTILATION SYSTEMS WITH VARIABLE AIR FLOW

V. V. Shichkin, M. N. Zherlykina, K. V. Garmonov, S. A. Solovyov

Shichkin Vitaly Vladimirovich, graduate student, Voronezh state technical University, phone: +7(980)544-13-89; e-mail: adiadi23@mail.ru

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

Garmonov Kirill Valer'evich, Cand. Tech. Sciences, associate Professor, Department hydraulics, water supply and sanitation Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-53-21; e-mail: garmonkir@mail.ru

Solovyov Sergey Anatolyevich, assistant, Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(960)123-57-61; e-mail: swiftsnake@rambler.ru

The relevance of the use of ethylene glycol as an intermediate heat carrier in the ventilation system during the processing of supply air is justified. a description of the operation scheme of the cooling system with an intermediate heat carrier at a variable flow rate of supply air is presented. On the Id-diagram of the state of humid air, the construction of air treatment processes in the central air conditioner for all purposes of the transformed space is performed, the need for cooling and dehumidification of the supply air in all operating modes is established. In order to determine the maximum possible load on the elements of the building's air conditioning system, the type of room with the highest supply air consumption was selected and the air treatment process was plotted on an Id diagram at different outdoor temperatures. A method for calculating the parameters of the cooling medium is developed and graphs are constructed that allow us to establish the relationship between the parameters of the heat exchange equipment and the purpose of the room. Regularities in the change in the parameters of the heat and cold carrier when regulating the operation of the system depending on the change in the load on it are revealed. The operating ranges of the proposed scheme of air treatment with an intermediate heat carrier in the warm period of the year with a variable flow rate of the treated air and various parameters of the outdoor air are given. Based on this, the possibility of drawing up an algorithm for automating the ventilation system adapted for cultural and entertainment buildings is justified.

Keywords: heat exchanger; ethylene glycol; cold carrier; intermediate heat carrier; variable air flow rate; temperature.

REFERENCES

- 1. **Sverdlov A. V.** *Modern technologies of heat recovery in climatic equipment.* AVOK. 2014. No. 3. Pp. 28-30. (in Russian)
- 2. **Sverdlov A.V.** *Temperature calculation of heat recovery system Econet.* AVOK. 2015. No. 2. Pp. 22. (in Russian)
- 3. Shichkin V. V., Zherlykina M. N., Garmonov K. V., Solovyov S. A. Thermal modeling of heat recovery system cooling medium with a variable air flow. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 2(13). Pp. 46-56. (in Russian)
- 4. **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)
- 5. **Boguslavsky L. D.** Energy saving in heat supply, ventilation and air conditioning systems. Handbook. Moscow, Stroyizdat.1990. 624 p. (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. Shichkin V. V., Zherlykina M. N., Yaremenko S. A., Solovyov S. A. *Justification of use heat recovery ventilation air in the air condition universal fast-transforming buildings*. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 1(12). Pp. 34-42. (in Russian)
- 8. **Lobanov D. V., Shichkin V. V.** *Onsideration of the complex parameters in the assessment of indoor climate.* Housing and municipal infrastructure. 2017. No. 4(3). Pp. 70-75. (in Russian)
- 9. **Zherlikina M. N.** *Air conditioning and cooling of public buildings.* Voronezh, Voronezh State Architectural and Construction University. 2011. 124 p. (in Russian)
- 10. **Belova E. M.** Central air conditioning systems in buildings. Moscow, Euroclimat. 2006. 640 p. (in Russian)
- 11. **Livchak V. I.** On the norms of air exchange in public buildings and the consequences of their overstatement. AVOK. 2007. No. 6. Pp. 4-9. (in Russian)

Received 11 December 2020

Лля питирования:

Обоснование применения этиленгликоля в системах вентиляции с переменным расходом воздуха / В. В. Шичкин, М. Н. Жерлыкина, К. В. Гармонов, С. А. Соловьев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2020. – № 4(15). – С. 38-47.

FOR CITATION:

Shichkin V. V., Zherlykina M. N., Garmonov K. V., Solovyov S. A. Rationale for the use of ethylene glycol in ventilation systems with variable air flow. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 38-47. (in Russian)

УДК 697.343

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОВОЙ СЕТИ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

М. С. Кононова, Ю. А. Воробьева, А. В. Забара

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

Воробьева Юлия Александровна, 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: cccp38@yandex.ru

Забара Анастасия Викторовна, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел. +7(473)271-52-49; e-mail: zabara.nastia@yandex.ru

Объектом исследований является внутриквартальная распределительная сеть системы централизованного горячего водоснабжения. Показана актуальность оценки влияния теплотехнических характеристик теплопроводов на температурный режим конечного потребителя. Приведены результаты расчетов по определению удельных потерь теплоты для труб различных диаметров. Расчеты проводились для двух вариантов конструкций тепловой сети: прокладка в непроходном канале с минераловатной изоляцией; бесканальная прокладка в пенополиуретановой изоляции. Показана существенная разница в величине удельных теплопотерь между сравниваемыми вариантами. Проведены расчеты по изменению температуры воды при транспортировке. Установлено, что улучшение теплозащитных свойств теплопроводов несущественно влияет на изменение температуры горячей воды у конечного потребителя.

Ключевые слова: горячее водоснабжение; потери теплоты; тепловая сеть; температурный режим.

Существующая структура систем теплоснабжения значительной части городской застройки предусматривает нагрев воды в центральных тепловых пунктах (ЦТП) [1]. Температура горячей воды является одним из важнейших нормируемых параметров, так как влияет на состояние воды. Недостаточный контроль за температурным режимом воды может привести к заражению ее легионеллой, инфекционное поражение которой является достаточно опасным заболеванием. Наиболее благоприятной для её распространения является вода в температурном диапазоне от 32 °С до 45 °С [2]. Проблема профилактики легионеллеза требует внимания на этапах как приготовления, так и распределения горячей воды [3, 4].

Задача выбора правильной схемы горячего водоснабжения является многофакторной и требует учета как санитарно-гигиенических ограничений, так и требований по энергосбережению [5...7]. Одним из параметров, влияющих на температуру горячей воды, является место расположения источника нагрева (в котельной, в центральном или индивидуальном тепловом пункте), от которого зависит расстояние, которое проходит вода, прежде чем попадет к потребителю. Немаловажное значение при этом имеют теплотехнические характеристики транспортирующих трубопроводов. Следует отметить, что существующая структура систем горячего водоснабжения имеет ряд недостатков, связанных как с особенностями схемного решения, так и с износом трубопроводов и теплообменного оборудования [8...10]. Повышенные потери теплоты при транспортировке не только увеличивают эксплуатационные затраты системы, но и могут приводить к снижению температуры до небезопасного уровня.

© Кононова М. С., Воробьева Ю. А., Забара А. В., 2020

В связи с этим актуальной является задача оценки влияния теплотехнических характеристик теплопроводов на температурный режим в системе централизованного горячего водоснабжения. В рамках поставленной задачи была проведена расчетно-аналитическая работа на примере внутриквартальной тепловой сети от ЦТП № 48/1, относящегося к котельной Северо-Восточного района г. Воронежа.

Расчеты проводились для двух вариантов конструкции тепловой сети. Первый вариант (существующая тепловая сеть) – прокладка в непроходном канале с изоляцией из минераловатных плит. Второй вариант (предлагаемый для замены в рамках капитального ремонта) – бесканальная прокладка из труб в монолитной пенополиуретановой изоляции.

Исходные данные, принятые при расчетах:

- ✓ средняя глубина заложения трубопровода H= 1,6 м;
- ✓ средняя за отопительный период температура грунта $t_H = 2.7$ °C;
- ✓ коэффициент теплопроводности грунта (суглинок со средней плотностью 1300кг/м³ и весовым влагосодержанием грунта 15 %) $\lambda_{\rm rp} = 1,2{\rm Br}/({\rm M}\cdot{\rm ^{\circ}C})$.

Согласно СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003» тепловые потери трубопроводов двухтрубных тепловых сетей бесканальной прокладки, расположенных в грунте на одинаковом расстоянии от поверхности до оси труб, Н, м, определяются по формулам:

$$q_{12}^L = q_1^L + q_2^L, (1)$$

$$q_1^L = \frac{(t_{\text{B1}} - t_{\text{H}})(R_{\text{H32}}^L + R_{\text{rp2}}^K) - (t_{\text{B2}} - t_{\text{H}})R_0}{(R_{\text{H31}}^L + R_{\text{rp1}}^K)(R_{\text{H32}}^L + R_{\text{rp2}}^K) - R_0^2} K, \tag{2}$$

$$q_2^L = \frac{(t_{\text{B2}} - t_{\text{H}})(R_{\text{H31}}^L + R_{\text{rp1}}^K) - (t_{\text{B1}} - t_{\text{H}})R_0}{(R_{\text{H32}}^L + R_{\text{rp2}}^K)(R_{\text{H31}}^L + R_{\text{rp1}}^K) - R_0^2} K, \tag{3}$$

где $q_1^L,\,q_2^L$ – линейные плотности теплового потока от подающего и обратного трубопроводов, Bт/м; t_{B1} , t_{B2} — температуры подающего и обратного трубопроводов, °C. t_{H} — температура окружающего воздуха, °C; $R_{из1}^{L}$, $R_{из2}^{L}$ — термические сопротивления изоляции подающего и обратного трубопроводов, м·°C/Bт, $R_{гр1}^{K}$, $R_{гр2}^{K}$ — термические сопротивления грунта при бесканальной прокладке, м·°С/Вт; R_0 – общее термическое сопротивление, обусловленное тепловым взаимодействием двух труб, м $^{\circ}$ C/Bt; K – коэффициент дополнительных потерь.

Тепловые потери через изолированную поверхность двухтрубных тепловых сетей, прокладываемых в непроходном канале определяются по формуле:

$$q_{1,2}^L = q_1^L + q_2^L = \frac{(t_{\text{KaH}} - t_{\text{H}})K}{R_{\text{KaH}} + R_{\text{FD}}^K},\tag{4}$$

 $q_{1,2}^L = q_1^L + q_2^L = \frac{(t_{\text{кан}} - t_{\text{н}})K}{R_{\text{кан}} + R_{\text{гр}}^K}$, (4) где $R_{\text{н1}}^L$, $R_{\text{н2}}^L$ — термические сопротивления теплоотдаче от поверхности изоляции подающего и обратного трубопроводов, м·°C/Вт; $R_{\text{кан}}$ — термическое сопротивление теплоотдаче от воздуха к поверхности канала, м·°C/Вт; $t_{\text{кан}}$ — температура воздуха в канале, °C, определяется по формуле:

$$t_{\text{KaH}} = \left(\frac{t_{\text{B1}}}{R_{\text{M31}}^{L} + R_{\text{H1}}^{L}} + \frac{t_{\text{B2}}}{R_{\text{M32}}^{L} + R_{\text{H2}}^{L}} + \frac{t_{\text{H}}}{R_{\text{KaH}} + R_{\text{rp}}^{\text{K}}}\right) / \left(\frac{1}{R_{\text{M31}}^{L} + R_{\text{H1}}^{L}} + \frac{1}{R_{\text{M32}}^{L} + R_{\text{H2}}^{L}} + \frac{1}{R_{\text{KaH}} + R_{\text{rp}}^{\text{K}}}\right).$$
(5)

Расчеты по формулам (1)...(5) проводились для различной температуры горячей воды, с тем, чтобы оценить степень её влияния на величину теплопотерь. Результаты расчетов для двух рассматриваемых вариантов приведены в табл. 1, табл. 2, а также представлены в виде графиков (рис. 1).

Анализ полученных данных показывает, что для расчетной температуры горячей воды 60 °C для труб диаметром 70 мм удельные потери теплоты при замене конструкции тепловой сети уменьшаются га 60 %. Для труб меньшего диаметра относительное снижение теплопотерь на так заметно, составляет 16...22 %.

Таблица 1 Результаты расчетов тепловых потерь для канальной прокладки трубопроводов с изоляцией из минеральной ваты

Диметр, d_1 , мм	Тепловые потери, $q_{1,2}^L$, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}}$, при расчетной температуре горячей воды $t_{\text{в1}}$, °С						
	60	55	50	45	40		
70	49,96	45,47	41,02	36,53	32,04		
50	35,80	32,59	29,39	26,17	22,98		
40	31,58	28,75	25,92	23,10	20,27		
32	30,23	27,55	24,83	22,14	19,43		

Таблица 2 Результаты расчетов тепловых потерь для бесканальной прокладки трубопроводов в монолитной пенополиуретановой изоляции

Диметр d_1 ,	Тепловые потери, $q_{1,2}^L$, Вт/м при расчетной температуре горячей воды $t_{\rm в1}$, °С					
MM	60	55	50	45	40	
70	29,26	26,66	24,05	21,45	18,84	
50	27,36	24,92	22,48	20,04	17,60	
40	26,25	23,90	21,56	19,21	16,87	
32	24,97	22,74	20,51	18,28	16,05	

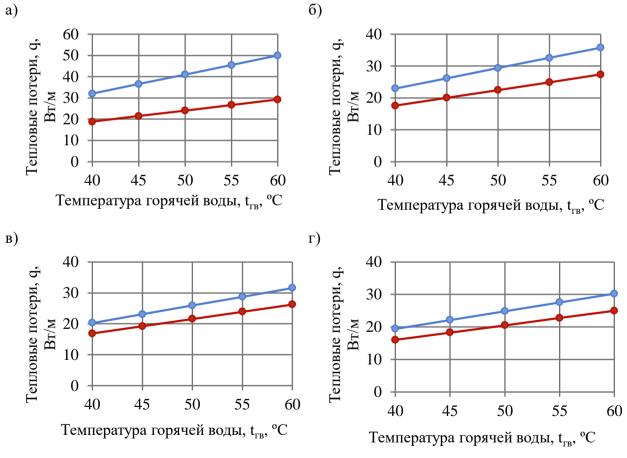


Рис. 1. Удельные потри теплоты трубопроводами горячего водоснабжения при значениях диаметров: а - d =70 мм; б - d =50 мм; в - d = 40мм; г - d = 32мм;

для канальной прокладки с минераловатной изоляцией;при бесканальной прокладке с изоляцией из пенополиуретана

Для оценки влияния теплотехнических характеристик рассматриваемых вариантов конструкции тепловой сети на температуру воды у конечного потребителя, был проведен расчет её остывания.

Температура в конце участка трубопровода определяется по формуле:

$$t_{\rm K} = t_{\rm H} - \frac{q \cdot l \cdot \beta}{G \cdot c},\tag{6}$$

 $t_{\rm K}=t_{\rm H}-\frac{q\cdot l\cdot \beta}{G\cdot c}, \tag{6}$ где $t_{\rm H}$ – температура в начале участка, \cdot° С, G – расход воды, кг/с; c – удельная теплоемкость, Дж/(кг \cdot °С); q – удельные потери теплоты, Вт/м.

Исходные данные и результаты расчетов представлены в табл. 3, табл. 4. Для наглядного представления полученных результатов построены графики изменения температуры теплоносителя (рис. 2, рис. 3).

Таблица 3 Изменение температуры горячей воды в трубопроводах канальной прокладки с изоляцией из минеральной ваты

№ уч.	Температура в начале участка, $t_{\rm H}$, °C	Удельные потери теплоты, q , $Bт/м$	Длина участка, <i>l</i> , м	Расход теплоносителя, G , $\kappa \Gamma / c$	Диаметр тру- бопровода, $d_{\scriptscriptstyle 1}$, мм	t _к ,°C
1	60	49,96	49	6,093	70	59,86
2	59,92	35,80	78	4,419	50	59,80
3	59,78	35,80	27	3,149	50	59,53
4	59,72	28.02	44	2,76	40	59,35
5	59,61	31,58	44	2,421	40	59,14
6	59,49	31,58	44	2,065	40	58,9
7	59,35	31,58	41	1,684	32	58,64
8	59,19	27.01	34	0,916	32	58,24
9	58,95	30,23	33	1,306	32	57,97

Таблица 4 Изменение температуры горячей воды в трубопроводах бесканальной прокладки с изоляцией из пенополиуретана

№ уч.	Температура в начале участка, $t_{\rm H}$, °C	удельные потери теплоты, q , B т/м	Длина участка, <i>l</i> , м	Расход тепло- носителя, <i>G</i> , кг/с	Диаметр трубопро- вода, d_1 , мм	t _к ,°C
1	60	29,26	49	6,093	70	59,94
2	59,94	27,36	78	4,419	50	59,80
3	59,80	27,36	27	3,149	50	59,74
4	59,74	26,25	44	2,76	40	59,63
5	59,63	26,25	44	2,421	40	59,5
6	59,50	26,25	44	2,065	40	59,35
7	59,35	24,97	41	1,684	32	59,18
8	59,18	24,97	34	0,916	32	58,93
9	58,93	24,97	33	1,306	32	58,76

Полученные результаты показывают, что для принятых исходных данных разница в снижении температуры воды тепловой сети составляет менее 1 °C при достаточно существенно протяженности сети, равной 354 м.

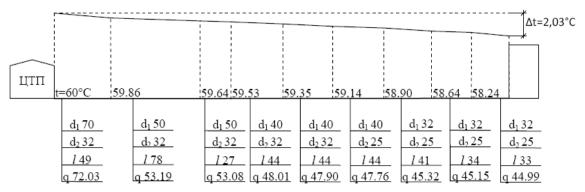


Рис. 2. Изменение температуры горячей воды по длине трубопровода при канальной прокладки с изоляцией из минеральной ваты: d_1 , d_2 — соответственно диаметр подающего и обратного трубопровода, м; l — длина участка, м; q — удельные потери теплоты, $B \tau / m$

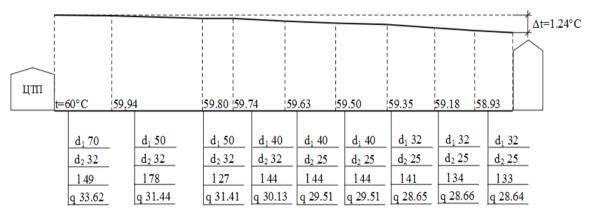


Рис. 3. Изменение температуры горячей воды по длине трубопровода при бесканальной прокладке с изоляцией из пенополиуретана: d_1, d_2 — соответственно диаметр подающего и обратного трубопровода, м; 1 — длина участка, м; q — удельные потери теплоты, B_T/M

Заключение.

В результате анализа влияния теплотехнических характеристик тепловой сети на температуру горячей воды у потребителя выявлено, что замена материала тепловой изоляции на другой, с большим коэффициентом теплопроводности, несущественно влияет на изменение температуры у потребителя.

Вместе с тем, уменьшение тепловых потерь может принимать существенные значения и должно учитываться при технико-экономическом обосновании выбора конструкции прокладки тепловой сети.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Кононова, М. С.** Сравнительный анализ вариантов расположения теплообменников в системах централизованного горячего водоснабжения жилой застройки // Известия вузов. Строительство. -2014. -№ 11. С. 49-54.
- 2. **Шонина, Н. А.** Выбор схемы распределения горячего водоснабжения для снижения риска распространения легионеллы / Н. А. Шонина // Сантехника. 2012. №4. С. 44-49.
- 3. **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.
 - 4. Китаев, Д. Н. Уточнение проектных значений среднегодовой температуры воды

в тепловой сети / Д. Н. Китаев, С. О. Харин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2020. - N 2 3 14 1. - C. 49-54

- 5. **Кононова, М.С**. О влиянии температуры теплоносителя на технико-экономические показатели проектируемых тепловых сетей / М. С. Кононова // Известия вузов. Строительство. -2012. -№ 10. C. 67-73.
- 6. **Kononova, M. S.** Substantiation of a Choice of Construction of The Thermal Networks In Monolithic Isolation of Polyurethane / M. S. Kononova, M. N. Zherlykina, A. D. Kononov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. Part 1. Pp. 022045. doi.org/10.1088/1757-899X/463/2/022045
- 7. **Мацко, И. И.** Анализ эффективности схем подключения современных водоподогревателей систем горячего водоснабжения / И. И. Мацко // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого. 2008. №3-4(35). С. 59-64.
- 8. **Кононова, М. С.** Алгоритм выбора оптимальной схемы централизованного теплоснабжения жилой застройки // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2016. № 1(7). С. 125-129.
- 9. **Шеина, Е. И**. Алгоритмы выбора мероприятий по реконструкции систем централизованного теплоснабжения / Е. И. Шеина, М. С. Кононова, Ю. А. Воробьёва // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. − 2019. − № 1(15). − C.131-134.
- 10. **Тютюнов,** Д. **Н.** Исследование зависимости температуры теплоносителя от длины трубопроводов системы отопления / Д. Н. Тютюнов, Н. С. Кобелев, С. С. Федоров, Л. И. Студеникина, А. Ф. Пихлап, А. В., Бойцов, В. А Минко, А. С. Семиненко // Известия Юго-Западного государственного университета. 2013. № 3(48). С. 167-171.

Поступила в редакцию 15 декабря 2020

THE INFLUENCE OF THE THERMAL PROTECTION CHARACTERISTICS OF THE HEAT NETWORK ON THE TEMPERATURE MODE OF THE HOT WATER SYSTEM

M. S. Kononova, Yu. A. Vorob'eva, A. V. Zabara

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

Vorob'eva Yuliya Aleksandrovna, 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: cccp38@yandex.ru

Zabara Anastasiya Viktorovna, student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: zabara.nastia@yandex.ru

The object of the research is the intra-district distribution network of the centralized hot water supply system. The relevance of estimating the influence of heat engineering characteristics of heat pipelines on the temperature regime of the end user is shown. The results of calculations for determining specific heat losses for pipes of different diameters are presented. The calculations were carried out for two variants of the thermal network structures: a gasket in an impassable channel and insulation made of mineral wool; a channel-free gasket with insulation made of polyurethane foam. A significant difference in the value of specific heat loss between the compared variants is shown. Calculations were made for the change in water temperature during transportation. It is established that the improvement of heat-shielding properties of heat pipelines does not significantly affect the change in the temperature of hot water at the end user.

Keywords: hot water supply; heat loss; heat network, temperature regime.

REFERENCES

- 1. **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)
- 2. **Shonina N. A.** Selection of hot water distribution scheme to reduce the risk of Legionella spread./ Plumbing. 2012. No. 4. Pp. 44-49. (in Russian)
- 3. **Kononova M. S.** The algorithm for determining the optimal parameters of transportation of the heat carrier in a heating system. Voronezh, Informatics: problems, methodology, technology, collection of articles of the XVI international scientific-methodical conference. 2016. Pp. 267-271. (in Russian)
- 4. **Kitaev D. N., Kharin S. O.** *Clarification of the design values of the average annual water temperatures in the heating network.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 49-54. (in Russian)
- 5. **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)
- 6. **Kononova M. S., Zherlykina M. N. Kononov A. D.** Substantiation of a Choice of Construction of The Thermal Networks In Monolithic Isolation of Polyurethane. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. Part 1. Pp. 022045. doi.org/10.1088/1757-899X/463/2/022045
- 7. **Matsko I. I.** Analysis of the efficiency of connection schemes for modern water heaters of hot water supply systems. Bulletin of The Gomel state technical University named after P. O. Sukhoi. 2008. No. 3-4(35). Pp. 59-64. (in Russian)
- 8. **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)
- 9. **Sheina E. I., Kononova M. S., Vorob'eva Y. A.** The selection algorithms of measures for the reconstruction of central heating systems. Information techniques in building, social and economical systems. 2019. No. 1-2(11-12). Pp. 18-21. (in Russian)
- 10. **Tyutyunov D. N., Kobelev N. S., Fedorov S. S., studenikina L. I., Pihlap A. F., Boitsov A. V., Minko V. A., Seminenko A. S.** *Investigation of the dependence of the temperature of the heat carrier on the length of the heating system pipelines.* Proceedings of the Southwest State University. 2013. No. 3(48). Pp. 167-171. (in Russian)

Received 15 December 2020

Для цитирования:

Кононова, М. С. Влияние теплозащитных характеристик тепловой сети на температурный режим системы горячего водоснабжения / М. С. Кононова, Ю. А. Воробьева, А. В. Забара // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2020.- № 4(15).- C. 48-54.

FOR CITATION:

Kononova M. S., Vorob'eva Yu. A., Zabara A. V. The influence of the thermal protection characteristics of the heat network on the temperature mode of the hot water system. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 48-54. (in Russian)

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО

CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION AND LANDSCAPING

УДК 72.03

ВЛИЯНИЕ ЗАПАДНЫХ И ВОСТОЧНЫХ ТРАДИЦИЙ НА АРХИТЕКТУРУ ЭКЛЕКТИКИ САМАРЫ КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX ВЕКА

И. А. Котенко

Котенко Ирина Александровна, канд. архитектуры, доцент кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, Российская Федерация, тел: +7(917)106-44-87; e-mail: urban64@inbox.ru

В статье рассматриваются экзотичные для российского поволжского города конца XIX века – начала XX века стили деревянных жилых зданий. В деревянной архитектуре поволжского города Самары данного времени в большинстве своём преобладали подражания народным традициям русской деревянной архитектуры, подробно исследовавшийся разными авторами. Среди редких примеров «экзотики» известны купеческие дачи в «неомавританском» духе. Однако практически не исследовались необычные городские здания, имеющие черты влияния восточной (японо-китайской) и скандинавской архитектуры. Их не так много в Самаре, но они интересны именно своими уникальными характеристиками. Целью статьи является анализ формальных особенностей не характерных для Самары зданий периода эклектики и модерна. В первую очередь, исследуются здания с явными признаками подражательства западной и восточной архитектуре для установления выбранных для подражания образцов. Прежде всего, в статье отмечаются отличительные формально-стилевые особенности архитектурных форм в виде завершений крыш. В исследовании используются методы сравнительного и архитектуроведческого анализа местных зданий и возможных подлинных архитектурных образцов для подражания. Делается вывод о частичном использовании в местной архитектуре эклектики не только образцовых проектов в стиле классицизма и русской деревянной архитектуры, но и известных восточных и западных форм архитектуры.

Ключевые слова: Самара; деревянная архитектура; формально-стилевые особенности; эклектика в архитектуре; модерн; восточные влияния; скандинавская норвежская церковная архитектура; западноевропейские традиции.

Введение.

Время рубежа XIX и XX веков явилось в Самаре временем пышного расцвета эклектики. Самара стала городом, где в силу отсутствия одной преобладающей традиции сформировалось множество подражаний разнообразным архитектурным образцам. А.И. Власюк, в частности, отмечал: «В Самаре утверждалась не сдерживаемая определёнными традициями разнохарактерная по стилю застройка с обилием самых разнообразных композиционных приёмов и декоративных деталей, т.е. сильнее сказалось влияние тенденций эклектизма, в принципе присущих архитектуре рассматриваемого времени» [1]. О пестроте городских стилей писал и известный самарский краевед, художник К.П. Головкин [2]. Начало XX века знаменовалось в городе интересом архитекторов и заказчиков к новому стилю модерн, образцы которого в Самаре считаются исследователями выдающимся архитектурным наследием провинциального модерна [3, 4]. Однако модерн большинства самарских зданий соседствует с ретроспективизмом. Поэтому стили некоторых зданий, как и положено эклектике, получили определения «классицизированного модерна» или «модер-

© Котенко И. А., 2020

низированной классики» [2].

Деревянная застройка конца позапрошлого — начала прошлого века на окраине города в большей степени отвечала разнообразным вариантам «ропетовского» направления псевдорусского стиля [5, 6]. Часть каменно-деревянных зданий могла сочетать разные стили на разных этажах, например, классический и псевдорусский. Большинство богатых купеческих дач на волжских берегах были построены в «неомавританском» либо в «русском» духе [Артёмов, А. Шесть соток по-купечески. Приволжские дачи самарских торговцев ушедших лет. 05.09.2017. Режим доступа: https://drugoigorod.ru/dachas].

Модерн, провозгласивший себя свободным от исторических реминисценций прошлых стилей, на русской почве стал столь же своеобразным явлением, как и на любой национальной. В том числе, не только в Самаре, но и в других годах России здания в стиле модерн существовали иногда в разных ретроспективных вариациях. Например, о харьковском модерне и не только свидетельствуют Т.Ф. Давидич и Л.В. Качемцева: «В крупных городах возникало множество построек со смешанными элементами неостилистики (историзма) и модерна на основе эклектичного метода» [7, 8].

В других поволжских городах в начале XX века некоторые авторы отмечают параллельное существование наряду с модерном многих ретроспективных направлений. Так, О.В. Орельская пишет о Нижнем Новгороде: «Первым проявлением историзма в начале XX века стал ретроспективизм, который также синхронно развивался с европейским (в основном с Северным, Скандинавским) ретроспективизмом и отличался от эклектизма и стилизаторства XIX века, тем, что основным методом его было не копирование, а интерпретация на тему выбранного стиля» [9].

В данной статье исследуются ранее не изученные композиционные особенности единичных деревянных и каменно-деревянных зданий, выполненных в стилях, с элементами западноевропейской и восточной архитектуры. Ставится цель определения прототипов форм в западноевропейской и восточной архитектуре.

Методика исследования основана на сравнительном и архитектуроведческом анализе стилевых характеристик зданий, пространственных и плоскостных композиций и декора элементов. Рассматриваются предполагаемые аналоги подражательства.

В Самаре достаточно исследованными являются известные образцы стилей каменных доходных, общественных и культовых зданий, крупных особняков на центральных улицах города. Здесь есть кирпичные доходные «челышёвские» дома в русском стиле; красивейшие костёл и кирха в неоготике; бывшие здания Общественного собрания, банков (Крестьянского поземельного, Общества взаимного кредита) и особняков (А. Курлиной. В. Сурошникова, бр. Клодт и др.) в модерне; великолепная неоклассика (Волжско-Камский банк). Однако некоторые деревянные здания не столь широко изучены и проанализированы.

Влияние, оказанное при их создании архитектурными прообразами, чувствуется в общем образно-композиционном решении. Здания необычно контрастны со своим окружением, обращают на себя внимание нетрадиционным для Самары архитектурным обликом.

Рассмотрим одно их них на ул. Арцыбушевской, 73 (рис.1, а, б). Это Дом включён в реестр памятников архитектуры в 2017 году как Дом на участке М.Н. Кананешиной, построенный в начале XX века. Здесь чувствуется влияние скандинавской народной деревянной архитектуры, в частности, своеобразных мачтовых конструкций верхушек крыш каркасных норвежских кирх (ставкирок). Надо признать, что эти прототипы далеко не широко использовались в архитектуре деревянной эклектики конца XIX – начала XX века. Тем удивительнее такое здание в провинциальном поволжском городе. Самой знаменитой в России постройкой этого времени является деревянный дом архитектора В. Оржешко в Томске. Однако автор использовал в томском здании не имитацию мачтовой конструкции, а формы

крестовых двускатных крыш норвежских церквей и верхним шатром со шпилем и украшениями в виде драконов. Сегодня норвежской деревянной архитектуре и её декоративным особенностям посвящены работы Е. В. Ходаковского [10] и Н. Н. Точиловой [11].

Самарский жилой дом асимметричен, правая часть выделена балконом, на столбы которого опирается остроконечная многоярусная крыша - шатёр на прямоугольном основании с четырёхгранным деревянным шпилем, по высоте соответствующая высоте этажа (рис.1, а, б). Конструкция самарской «северной» крыши отличается от своего прообраза ввиду своей декоративности, но образно-смысловая аллюзия явно связана здесь с норвежской формой (рис.1 в, г). Частично в здании чувствуется влияние модерна. Об этом говорит декор рельефной накладной резьбы и особенно криволинейный декор верхней части балкона в виде «рогалика» со стрелами. Корабельная рельефная резьба использована и в опорах колонн, и в мощных сдвоенных кронштейнах, и в верхней части прямых наличников, и в оконных сандриках. Однако этот декор сочетается с традиционными в городе подзорами карниза, балкона и окон с пропильной резьбой, выполненной на более мощных досках, чем обычно использовались в русских подзорах - «кружевах». К сожалению, нынешнее состояние уникального в городе дома в стилистике «деревянного модерна» плачевно.

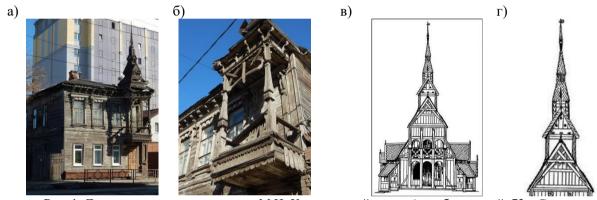


Рис. 1. Деревянное здание на участке М.Н. Кананешиной по ул. Арцыбушевской, 73 в Самаре и его прообраз: а — общий вид самарского дома; б - характерный декор балкона в стиле «модерн» (илл. с сайта vsedomarossii.samara.ru); в - разрез норвежской ставкирки; г - мачтовая конструкция крыши ставкирки (илл. с сайта https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/009/001/242299502.jpg)

Высокие «европейские шпили» использовались большей частью в каменной архитектуре самарского костёла, кирхи и Дома Субботиной — Маркинсон. Однако недавно была обнаружена старая фотография кирпичного жилого дома в стиле северного модерна. Это Дом Векчулина (К. М. Зорга) 1910 — 1911 гг. постройки с похожим высоким завершением в виде трёхъярусного купола барочного типа, впоследствии утерянного (рис. 2 а, б).

Так же как и в предыдущем доме, купол имел узкие слуховые окна с сандриками. Сегодня многие детали здания утрачены: нет маскарона над карнизом и лепных украшений над окнами. Недавно обрушилась часть этого дома.

Многие хозяева зданий, построенных под влиянием западноевропейских традиций, имели немецкие корни или отдавали предпочтения стилю модерн. Поэтому здания приобретали декор в виде фахверка на фасаде, что являлось отличительной чертой самарского деревянного модерна (Дом М.А. Тимрот по проекту Ф.П. Засухина, Дом В.Г. Прахова по проекту З. В. Клейнермана, Дом по ул. Некрасовской, 59, неизвестного автора). Однако дома, в отличие от европейских, имели под фахверк дощатую обшивку. Кроме этого, применялись круглые окна (Садовая, 105, Галактионовская) и крупномасштабная рельефная барочная резьба деталей башенок в оформлении окон и стен (рис.2 в).

Новый стиль модерн отождествлялся с влиянием передового Запада. В духе модерна строились не только деревянные, но и каменные дома. В духе северного модерна возведены здания К. М. Зорга, Субботиной – Маркинсон, братьев Клодт, В. М. Сурошникова и другие

дома неизвестных хозяев, а также Крестьянский поземельный банк.). Единственный фахверковый дом, выполненный полностью по немецкой фахверковой системе (с заполнением каркаса кирпичом) был Дом адвоката О. Г. Гиршвельда.

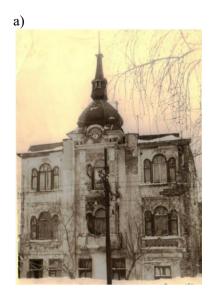






Рис.2. Жилой Дом Векчулина (К.М. Зорга), Галактионовская, 153: а — общий вид дома на 1963 г.; б — купол со шпилем в духе западноевропейского барокко (илл. с сайта https://drugoigorod.ru/25photo_samaras/); в — шпиль собора св. Вита в Праге (илл. с сайтаhttps://ready2travel.ru/praga/obyazatelno/sobor-svyatogo-vita.html)

Другой разновидностью самарской архитектуры эклектики данного времени явилось подражание восточным образцам. Более известны купеческие дачи в «неомавританском» духе на берегу Волги. Но были и единичные примеры эклектичных зданий в духе китайских или японских национальных форм. Отличительными формальными чертами одного из зданий, выполненных в этом духе, стало многоярусное завершение крыши, напоминающее японские пагоды (рис. 3 а, б).

Таким зданием является Дом на усадьбе П. О. Тузлуковой 1900 года постройки по ул. Саловой, 124. Эклектика здесь проявляется в смешении классического стиля кирпичного фасада здания и необычной, устроенной в виде ступенчатой пирамиды деревянной крыши над центральным эркером. Вертикальные части уступов крыши были дополнены декоративными консолями (рис.3). Одним из прототипов здесь может быть пятиярусная пагода храма в Хорюдзи (рис.3, е) либо формы храмовых комплексов в Токайдзи и около Нары, описанных Н.И. Бруновым [7]. Завершение балкона имитирует японскую конструкцию крыши, о которой писал ещё О. Шуази [12], в виде соединения вертикальных и горизонтальных частей. Однако архитектор творчески интерпретирует традиционную восточную форму, превращая её в многоярусный шатёр.

Причудливым образом влияние восточных пагод сочетается с использованием стилистики «деревянного модерна» (рис.3, в, г). Нельзя не согласиться с теми исследователями, которые считают эклектику явлением довольно противоречивым [13]. Отсюда — проявление в композициях одного здания сочетания разных форм и стилей, часть которых может быть отнесена и к западной, и к восточной архитектурной традиции

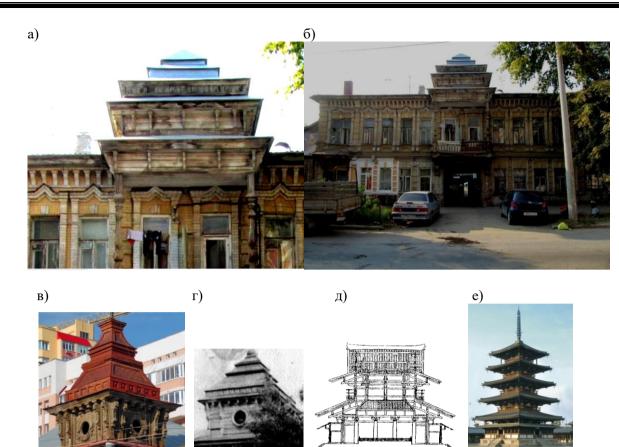


Рис. 3. Многоярусные шатры Самары и их возможные аналоги в японской архитектуре: а – общий вид Дома на усадьбе П.О. Тузлуковой на ул. Садовой, 124 (фото с сайтаhttps://domofoto.ru/photo/155427/); б – завершение здания в «японском» стиле; в – завершение башенки крыши дома по ул. Самарской, 151 (https://ele-n-a.livejournal.com/289271.html,); г – шатёр здания на ул. Некрасовской, 59; д – разрез здания в храмовом комплексе Нары, Япония [8]; е – пятиярусная пагода в храме Хорюдзи (https://bigenc.ru/fine_art/text/4697302)

Заключение.

Здания деревянной архитектуры конца XIX — начала XX века Самары имели региональные традиции стилевых предпочтений, связанных с псевдорусской архитектурой, богатой пропильной резьбой. В жилом деревянном строительстве широко применялись и формы немецких фахверковых домов.

Единичные примеры говорят о знании архитекторами формальных особенностей скандинавской деревянной архитектуры, не получившей в городе распространения. Однако применение этих традиций говорит о широких знаниях зодчих рассматриваемого времени исторических образцов мировой архитектуры.

Постройки, связанные с использованием в композициях восточных традиций, говорят о предпочтении «неомавританского» стиля для загородных дач богатых купцов (в данной статье не рассматривались). Установленное же влияние японской традиции на композицию некоторых зданий говорит о творческой интерпретации его на самарской почве. Особенно это выразилось в разнообразных завершениях крыш самарских зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Власюк, А. И.** Памятники русской архитектуры и монументального искусства. Стиль, атрибуции, датировки / А. И. Власюк, В. П. Выголов, В. И. Плужников. М.: Издво «Наука». 1983. С. 222-261.
- 2. **Головкин, К. П.** Вся Самара. 1925 г.: адресно-справочная книга / К. П. Головкин. Самара: Полиграфпром. 1925. С. 44-46.

- 3. **Борисова, Е. А.** Русский модерн / Е. А. Борисова, Г. Ю. Стернин. М.: РИП-Холдинг. 2014. 351 с.
- 4. **Кириченко, Е. И.** Русская архитектура 1830-1910-х годов / Е.И. Кириченко. М.: Искусство, 1982.-400 с.
- 5. **Котенко, И. А**. Каменно-деревянные шатровые здания Самары / И. А. Котенко, А .С. Харитонова // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Градостроительство: сборник статей. 2015. С. 283-285.
- 6. **Котенко, И.А.** Шатровая архитектура Самары / И.А. Котенко, А.С. Харитонова, А.В. Сержантова // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Градостроительство. 2016. С. 281-285.
- 7. **Брунов, Н. И**. Очерки по истории архитектуры. Доклассовое общество. Восточные деспотии / Н. И. Брунов. М.: Центрполиграф, 2003. Т.1. 400 с.
- 8. Давидич, Т. Ф. Особенности эклектики в архитектуре Российской империи / Т. Ф. Давидич, Л. В Качемцева. // Academia. Архитектура и строительство. -2015. -№ 4. -C.16 -22.
- 9. **Орельская, О. В.** Историзм в архитектуре Нижнего Новгорода XX века / О. В. Орельская // Вестник КГУ им. Н. А. Некрасова. -2006. -№ 10. -ℂ. 98-102.
- 10. **Ходаковский, Е. В.** Деревянные мачтовые церкви средневековой Норвегии / Е. В. Ходаковский. СПб.: Изд-во Аврора, 2015. 256 с.
- 11. **Точилова, Н. Н.** Норвежские деревянные резные порталы XI-XII вв. Проблемы происхождения и развития стиля / Н. Н. Точилова // Российский журнал истории Церкви. -2020. №1(2). C.45-76. doi:10.15829/2686-973X-2020-2-20
- 12. **Шуази, О.** История архитектуры в 2-х томах. Т.1. / О. Шуази. М.: Изд-во Всесоюзной академии наук, 1937. 298c.
- 13. **Шульгина** Д. П. Эклектика в российской провинции: фактор архитектурного наследия при выявлении региональных особенностей / Д. П. Шульгина // Культура и искусство. -2012. -№1(7). С. 68-75.

Поступила в редакцию 15 ноября 2020

THE INFLUENCE OF WESTERN AND EASTERN TRADITIONS ON THE ELECTRIC ARCHITECTURE OF SAMARA LATE XIX - BEGINNING XX CENTURY

I. A. Kotenko

Kotenko Irina, Cand. Arch., Associate Professor, Department of Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage, Samara State Technical University, Samara, Russian Federation, phone: +7 (917)106-44-87; email: urban64@inbox.

The article examines styles of wooden residential buildings that are exotic for the Russian Volga city of the late 19th century - early 20th century. In the wooden architecture of the Volga city of Samara of this time, for the most part, imitations of the folk traditions of Russian wooden architecture, which were studied in detail by various authors, prevailed. Among the rare examples of "exoticism" are known merchant dachas in the «neo-Moorish» spirit. However, unusual urban buildings, which have features of the influence of Eastern (Japanese-Chinese) and Scandinavian architecture, have practically not been studied. There are not so many of them in Samara, but they are interesting precisely for their unique characteristics. The purpose of the article is to analyze the formal features of buildings of the eclectic and modern period that are not typical for Samara. First of all, buildings with clear signs of imitation of Western and Eastern architecture are examined in order to establish selected models for imitation. First of all, the article notes the distinctive formal and style features of architectural forms in the form of roof finishes. The study uses methods of comparative and architectural

analysis of local buildings and possible authentic architectural role models. The conclusion is made about the partial use of eclecticism in local architecture not only of exemplary projects in the style of classicism and Russian wooden architecture, but also of well-known eastern and western forms of architecture.

Keywords: Samara; wooden architecture; formal and style features; eclecticism in architecture; modernist style; oriental influences; Scandinavian Norwegian church architecture; Western European traditions.

REFERENCES

- 1. **Vlasyuk A. I., Vygolov V. P., Pluzhnikov V. I.** *Monuments of Russian architecture and monumental art. Style, attribution, dating.* Moscow, Science. 1983. Pp. 222-261. (in Russian)
- 2. **Golovkin K. P.** *All Samara.* 1925: address and reference book. Samara, Polygraphprom.1925. Pp. 44-46. (in Russian)
- 3. **Borisova E. A., Sternin G. Yu**. *Russian modern*. Moscow, RIP-Holding. 2014. 351 p. (in Russian)
- 4. **Kirichenko E. I.** *Russian architecture of the 1830-1910s.* Moscow, Art. 1982. 400 p. (in Russian)
- 5. **Kotenko I. A., Kharitonova A. S.** *Stone and wooden tent buildings in Samara*. Traditions and innovations in construction and architecture. 2015. Pp. 283-285. (in Russian)
- 6. **Kotenko I. A., Kharitonova A. S., Sergeantova A. V.** *Shatrovaya architecture of Samara*. Traditions and innovations in construction and architecture. 2016. Pp. 281-285. (in Russian)
- 7. **Brunov N. I.** Essays on the history of architecture. Vol. 1Pre-class society. Oriental despotism. Moscow, Centerpolygraph. 2003. 400 p. (in Russian)
- 8. **Davidich T. F., Kachemtseva L. V.** *Features of eclecticism in the architecture of the Russian Empire*. Academia. Architecture and construction. 2015. No. 4. Pages 16-22. (in Russian)
- 9. **Orelskaya O. V.** *Historicism in the architecture of Nizhny Novgorod of the XX*. Bulletin of KSU im Nekrasov. 2006. No. 10. Pp. 98-102. (in Russian)
- 10. **Khodakovsky E. V.** *Wooden mast churches of medieval Norway*. SPb, Aurora. 256 p. (in Russian)
- 11. **Tochilova N. N.** *Norwegian wooden carved portals of the XI-XII centuries. Problems of the origin and development of style*. Russian Journal of Church History. 2020. No. 1(2). Pp. 45-76. doi: 10.15829 / 2686-973X-2020-2-20(in Russian)
- 12. **Choisy O.** *History of architecture in 2 volumes.* Moscow, All-Union Academy of Architecture. 1937. Vol. 1. 575 p. (in Russian)
- 13. **Shulgina D. P.** *Eclecticism in the Russian provinces: the factor of architectural heritage in identifying regional features.* Culture and Art. 2012. No. 1(7). Pp. 68 75. (in Russian)

Received 15 November 2020

Для цитирования:

Котенко, И. А. Влияние западных и восточных традиций на архитектуру эклектики Самары конца XIX — начала XX века / И. А. Котенко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. — 2020. — № 4(15). — C. 55-61.

FOR CITATION:

Kotenko I. A. The influence of western and eastern traditions on the electric architecture of Samara late XIX - beginning Xx century. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 55-61. (in Russian)

УДК 711.4; 712

ПАНДЕМИЧЕСКИЙ ФАКТОР ОБУСЛОВЛИВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ

В. В. Фёдоров, А. В. Левиков, Д. А. Ханыгин

Фёдоров Виктор Владимирович, д-р культурологии, профессор, профессор кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация, тел.: +7(4822)78-89-00; e-mail: vvf322@yandex.ru

Левиков Александр Валерьевич, канд. филос. наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация, тел.: +7(4822)78-89-00; e-mail: leviksa@mail.ru

Ханыгин Дмитрий Александрович, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь, Российская Федерация, тел.: +7(4822)78-89-00; e-mail: mityay1980@yandex.ru

Рассмотрены разносторонние аспекты влияния пандемического фактора на процессы развития территориальных систем расселения на примере отечественных и зарубежных агломераций. Решается задача выявления доступных правовых мер регулирования сложившихся канонов градостроительного развития страны с целью их актуализации и адаптации к новым вызовам общества. Приведена зависимость плотности населенных районов, стимулирующая проявление агломерационных эффектов, к сложности санитарно-эпидемиологической обстановки в них. При проведении исследования учитывалась не только плотность населения, но и досуговое потребление городского пространства, транспортные потоки, стиль жизнедеятельности. Анализируются возможные варианты поэтапной корректировки отечественной нормативной базы градостроительного проектирования. Показана актуальность формирования полицентрических городских агломерации и ограничения параметров роста моноцентрических агломераций. Сформулированы ряд рекомендаций и положений, которые должны быть переосмыслены и внедрены в нормативно-правовую базу архитектурно-градостроительного проектирования. Исследования в данной области будут продолжены, однако сформулированные выводы помогут системе территориального планирования высокой плотности быть более устойчивой к чрезвычайным ситуациям.

Ключевые слова: городское планирование; реновация застройки; система расселения; пандемия.

В зависимости от масштаба и разнообразия выполняемых функций населенные места позиционируются по ступеням определенной иерархии. При этом характер их территориального распределения следует положениям теории центральных мест (А. Лёш, Ф. Ауэрбах, П. Хаггет, В.А. Шупер и др.). Система поселений, возникающая на территории региона, первоначально представляет собой некую целостность (сеть), которая по мере развития превращается в систему расселения, элементы которой располагаются в соответствии с правилом «ранг – размер» («правилом Ципфа») [1, с. 178].

Величина населения каждого города (точнее — логарифм людности) стремится быть равной населению самого крупного города конкретной системы расселения, деленному на порядковый номер данного города в ранжированном ряду поселений рассматриваемой системы. Однако в силу исторических, экономических и природно-климатических особенностей рассмотренные закономерности часто нарушаются. Процесс «вызревания» функционально взаимосвязанной совокупности населенных мест (системы расселения) идет крайне неравномерно в пространстве и времени. В итоге на территории любой страны присутствуют как ареалы с четко выраженными системами расселения, так и ареалы, где характер расселения сохраняется на «сетевом уровне».

Появляются «приматные» города-лидеры, многократно превосходящие по всем © Фёдоров В. В., Левиков А. В., Ханыгин Д. А., 2020

показателям другие города системы расселения. Так, население центра крупнейшей в Европе моноцентрической московской агломерации превышает людность крупных городовспутников в 150...200 раз (на порядок больше, чем это следует из теории). По мере совершенствования транспортных систем пределы подобного «пульсирующего» образования постоянно расширяются. В итоге его граница (2-х часовая изохрона, объединяющая остановки общественного транспорта, с каждой из которых можно добраться до центра агломерации менее чем за два часа) вышла за пределы Московской области.

Сегодня плотность населения в Москве 5 тыс. чел на 1 км², в Московском регионе – 173 чел/км², а, например, в примыкающей с севера Тверской области – менее 15 чел/км². Сверхконцентрация населения и разнообразных ресурсов создает максимально благоприятные условия для функционирования системы расселения, но одновременно порождает ряд серьезных проблем.

Основные проблемы, с которыми сталкиваются в своем развитии региональные системы расселения, относительно постоянны:

- 1) не соответствующая современным требованиям транспортная, инженерная и социальная инфраструктура;
 - 2) недостаток незастроенных и свободных территорий;
 - 3) относительно суровые климатические и природные условия и прочее.

В агломерациях, городах и районах с высокой плотностью населения создание допустимой социальной дистанции принципиально невозможно. Нарастающая санитарно-эпидемиологическая угроза и рассмотренные ранее проблемы системы расселения, с одной стороны, будут способствовать оттоку населения из центральных высокоплотных районов. С другой стороны, Тодд Литман, анализируя опыт высокоплотных районов Южной Кории и Японии, которым удалось не допустить высокого уровня инфицирования, говорит о том, что при одной и той же плотности населения иные принципы застройки создают разную морфологию «необязательных контактов» (рис. 1).

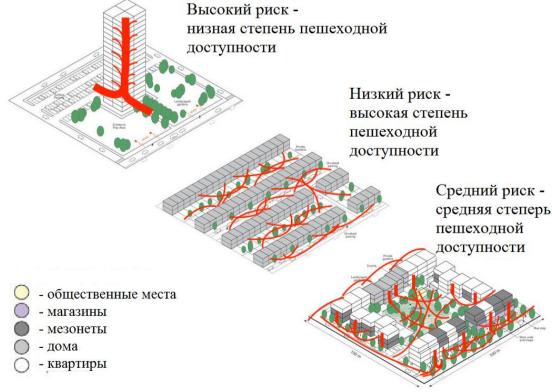


Рис. 1. Риски «необязательных контактов», степень пешеходной доступности застройки при одинаково высокой плотности населенного места

Застройка зданиями повышенной этажности (не только жилыми, но и многофункциональными жилыми комплексами) с хорошей доступностью для личного транспорта в современных условиях оказывается эпидемиологически рисковой и объединяет пешеходные потоки при входе и внутри здания. Малоэтажная жилая застройка с высокой степенью пешеходной доступности так же оказывается неэффективной для современных городов – нет возможности создать доступный полноценный современный комплекс услуг. Среднеэтажная застройка жилых районов, как правило, улучшает взаимодействие внутри района, повышает комфорт проживания и доступность услуг. Такая застройка ориентирована на переходную доступность и является самым выигрышным вариантом расселения [2].

Некоммерческая исследовательская и образовательная организация, занимающая вопросами жилищной политики и планирования в Нью-Йорке Citizens housing & planning council провела исследования на предмет плотности населения районов Нью-Йорка и количества заболевших короновирусной инфекций в этих районах. Результаты исследования представлены на рис. 2 и рис. 3.

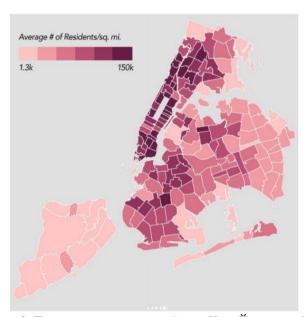


Рис. 2. Плотность населения районов Нью-Йорка, чел/кв. милю

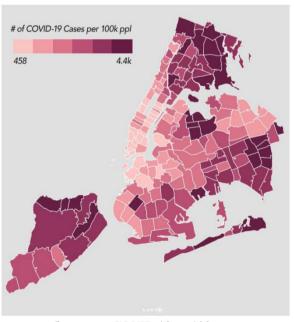


Рис. 3. Количество заболевших COVID 19 на 100 тысяч человек населения

Анализ результатов в Нью-Йорке показывает отсутствие прямой зависимости между исследуемыми показателями. Наиболее пострадавшими районами оказались места со средней плотностью населения от 1,3 до 15 тысяч человек на квадратную милю. Авторы работы обосновывают данный результат с более высоким качеством жизни густонаселенных областей: наличие развитой и более доступной системы услуг по доставке продуктов на дом (с более низкими ценами на доставку), наличие сетей магазинов первой необходимости в шаговой доступности, высокоскоростного подключения к сети интернет создают полноценные условия выполнения режима самоизоляции. Более того, такие районы обеспечены лучшим доступом к медицинской помощи, население придерживается более здорового образа жизни.

Помимо этого, выявлен феномен, при котором наличие в домохозяйствах личного транспорта повышает уровень инфицирования в сравнении с высокоплотными районами, где население пользуется преимущественно общественным транспортом. Гипотеза основана на том, что по одним и тем же городским маршрутам общественного транспорта передвигаются устойчивые группы горожан, поэтому возникающая санитарно-эпидемиологическая угроза не распространяется за пределы этой группы. В тоже время, наличие личного автомобиля предполагает большую мобильность, возможность посещать разные пространства агломерации, контактировать с разными группами населения, посещать большее количество мест и, как следствие, ухудшать ситуацию с пандемией.

Бесспорно, пандемия COVID-19, будет иметь глобальные последствия не только в экономике, организации здравоохранения, организации социальных взаимодействий, но и внесет определенные коррективы в систему представлений о градостроительном развитии страны [3].

В общем-то, не происходит ничего принципиально нового, кроме масштаба угрозы. Волны бубонной чумы, опустошившей мир в середине XIV века, во многом способствовали переходу от градостроительных канонов Средневековья к новым принципам организации урбанизированной среды эпохи Ренессанса [5]. Постепенно сформировался массив знаний о характере организации территории поселений и систем расселения, отвечающих санитарно-эпидемиологическим требования. Все это нашло отражение в планировочных решениях застройки, ее ориентации, в обустройстве лепрозориев и выделении карантинных территорий (например, остров с говорящим названием Лазаретто в лагуне Венеции) и прочее.

Но мир городов очень сильно изменился с тех пор. Опыт прохождения страной пандемии обнаружил ряд новых моментов санитарно-эпидемиологического плана. Итоги архитектурно-градостроительного противостояния COVID-19 подводить еще рано, но практика ведущих архитектурных бюро мира уже позволяет сделать определенные выводы [4, 5].

Например, полицентрические агломерации, обеспечивающие меньшую величину и более равномерное распределение населения по территории, де-факто сохранили свое присутствие лишь в ресурсодобывающих зонах. В то же время они имеют более высокий потенциал противостояния эпидемиям [6].

В своем стремлении использовать территориальные образования, обладающие максимальным потенциалом развития («точки роста»), Минэкономразвития РФ выделяет 20 агломераций первого порядка и 20 агломераций второго порядка. С точки зрения достижения результата, подобная стратегия пространственного развития путем концентрации ресурсов вполне оправдана (хотя и порождает определенное социальное напряжение в депрессивных регионах).

В любом случае, должны быть вдумчиво переосмыслены многие положения и подходы к создания комфортной и безопасной среды обитания. В ряду необходимых мер, прежде всего, находятся:

1. Междисциплинарные комплексные исследования специфики распространения инфекции, вызванного:

- а) циркулированием воздушных масс в микрорайонах/ кварталах (городским рельефом и растительностью, соотношением застройки, розой ветров);
- б) образованием локальных сгущений и очередей скопления и потоков горожан в зонах транспортного обеспечения.
- 2. Пересмотр существующих представлений о разумной плотности населения в агломерациях в поиске баланса между социальными, экономическими, санитарными, градостроительными и др. требованиями к среде проживания.
- 3. Увеличение нормативных санитарных разрывов для объектов, нацеленных на противодействие возможным эпидемиям.
- 4. Широкое применение многофункциональных зданий, комплексно застроенных районов средней этажности и пространств для более гибкого и эффективного использования в пропорционально меняющейся санитарно-эпидемиологической обстановке (с целью организации временных больниц, стоянок спецтранспорта, мест размещения пунктов помощи и т.п.).
- 5. Создание условий для масштабного контроля потоков населения: а) увеличение полос одновременной проверки; б) сокращение зон пересечения пассажиропотоков; в) введение бесконтактного сканирования; г) минимизация контактных точек пассажиров и работников общественного транспорта.
- 6. Обеспечение селитебных территорий сервисами шаговой доступности (магазины, бытовые услуги) и медицинскими обслуживанием, с целью уменьшения времени перемещения людей и исключения массового скопления горожан в отдельных помещениях.
- 7. В пешеходной доступности повсеместное устройство «зон здоровья» (2 км или 15 минут) открытых ландшафтных территорий, где жильцы могут удовлетворить свои потребности в занятии спортом, свежем воздухе, отдыхе.

Подобный подход соответствует тематике дискуссий международного сообщества, что показывает общность путей решения проблем российских городов с международными тенденциями. Как следствие, рекомендации экспертов международных организаций должны быть приняты во внимание при внесении предложенных изменений в градообразующие нормативно-правовые документы [7, 8, 9].

При этом отдельного разговора заслуживает тема инсоляции помещений и территорий при формировании этажности и состава застройки [10]. Действуют изменения №1 (2017 г.) в Санитарные правила и нормы 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий». Они внесены во исполнение п. 21 утвержденной Правительством РФ «дорожной карты» «Совершенствование правового регулирования градостроительной деятельности и улучшение предпринимательского климата в сфере строительства». Основной целью этих поправок является создание новых предпосылок для уплотнения существующей застройки, что актуально для агломераций с дефицитом территорий. Документ устанавливает:

- 1) параметры нормативной продолжительности инсоляции;
- 2) нормы продолжительности непрерывной инсоляции жилых и общественных зданий (дифференцированные в зависимости от типа квартир, функционального назначения помещений, планировочных зон городской территории и географической широты места расположения населенного места);
- 3) порядок расчета продолжительности инсоляции помещений на весь период; все это в совокупности дает проектировщикам новые расширенные возможности по размещению жилых домов, детских игровых площадок, спортивных площадок жилых домов, групповых площадок дошкольных организаций, спортивных зон, зоны отдыха общеобразовательных школ с учетом возможности их прерывистой инсоляции.

Оговоримся, что внесение быстрых и масштабных реальных изменений в сложившиеся системы расселения, практически невозможно (в силу инерционности идущих процес-

сов и величины необходимых ресурсов). Даже на уровне одного населенного места масштабная реконструкция и реновация застройки возможна только в крупнейших городах. Жизненный цикл зданий опорного фонда измеряется десятилетиями (иногда — столетиями), и при правильной эксплуатации физический износ развивается достаточно медленно. Но моральный (функциональный) и внешний (экономический) износ могут достаточно быстро поставить на повестку дня необходимость переустройства застройки.

Заключение.

Резюмируя, следует отметить, что пандемия COVID-19 как минимум ставит проблему актуализации вопросов корректировки нормативной базы градостроительного проектирования (в диапазоне от снижения плотности новой застройки, до соблюдения баланса полицентрических и моноцентрических агломераций, ограничения роста последних и т.д.). Выявленные изменения в подходах и положениях в уже ближайшее время могут быть рассмотрены и в определенном объеме приняты к реализации.

Показана актуальность формирования полицентрических городских агломераций и ограничения параметров роста моноцентрических агломераций. Сформулированные рекомендации и положения определяют основные направления для пересмотра нормативноправовой базы архитектурно-градостроительного проектирования с целью повышения устойчивости систем территориального планирования высокой плотности застройки к чрезвычайным ситуациям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Лаппо, Г. М.** География городов / Г. М. Лаппо. М.: ВЛАДОС, 1997. 480 с.
- 2. **Есаулов, Г. В.** Устойчивая архитектура: от принципов к стратегии развития / Г. В. Есаулов // Вестник ТГАСУ. -2014. -№ 6. С. 9-14.
- 3. **Шульц,** Д. Н. Вызовы посткризисного восстановления / Д. Н. Шульц, Е. В. Вихарева, А. А. Глазунова // Экономическое развитие России. 2020. Т. 27. № 8. С. 12-24.
 - 4. **Такман, Б.** Загадка XIV века / Б. Такман. М.: АСТ, 2019. 704 с.
- 5. **Мунен, Р.** Биоадаптивная оболочка зданий / Р. Мунен, А. Хайрулина, Я. Хенсен // Здания высоких технологий. -2014. -№3-3. -C. 50-57.
- 6. **Фёдоров, В. В**. Влияние эпидемиологического фактора на градостроительное развитие крупных городов / В. В. Фёдоров, Т. Р. Баркая, А. В. Гавриленко, А. В. Бровкин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2020. № 3(14). С. 55-60.
- 7. Долженков, А. Протокол выхода из кризиса / А. Долженков // Экспорт. 2020. № 24. С. 32-35.
- 8. **Ремизов, А. Н.** Стратегия развития экоустойчивой архитектуры в России / А. Н. Ремизов // Устойчивая архитектура: настоящее и будущее: тр. Международного симпозиума. 17-18 ноября 2011 г. Научные труды Московского архитектурного института (государственной академии) и группы КНАУФ СНГ, Москва. 2012. С. 40-50.
- 9. **Полянцева, Е. Р.** Сравнительный анализ концепций проектирования безопасной архитектурной среды / Е. Р. Полянцева, Ю. С. Янковская // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. -2015. -№ 3. С. 65-78.
- 10. Денякова, В. В. Нормы инсоляции и их влияние на архитектурный облик города / В. В. Денякова, Н. А. Шаров // International scientific review. 2017. № 7(38). С. 68-70.

Поступила в редакцию 15 ноября 2020

PANDEMIC FACTOR FOR THE DEVELOPMENT OF TERRITORIAL SETTLEMENT SYSTEMS

V. V. Fedorov, A. V. Levikov, D. A. Khanygin

Fedorov Viktor Vladimirovich, Dr. of Sn., Professor, Professor of the Department of Structures and Structures, Tver State Technical University, Tver, Russian Federation, phone: +7(4822)78-89-00; e-mail: vvf322@yandex.ru Levikov Aleksandr Valerievich, Cand. philosophical Sciences, Associate Professor of the Department of Structures and Structures, Tver State Technical University, Tver, Russian Federation, phone: +7(4822)78-89-00; e-mail: leviksa@mail.ru

Khanigin Dmitry Aleksandrovich, Associate Professor of the Department of Structures and Structures, Tver State Technical University, Tver, Russian Federation, phone: +7(4822)78-89-00; e-mail: mityay1980@yandex.ru

The multifaceted aspects of the influence of the pandemic factor on the processes of development of territorial settlement systems are considered on the example of domestic and foreign agglomerations. The task of identifying available legal measures for regulating the existing canons of urban development of the country is being solved with the aim of updating and adapting them to new challenges of society. The dependence of the density of populated areas, stimulating the manifestation of agglomeration effects, to the complexity of the sanitary and epidemiological situation in them is given. The study took into account not only population density, but also leisure consumption of urban space, traffic flows, and lifestyle. Possible options for the step-by-step adjustment of the domestic regulatory framework for urban planning are analyzed. The urgency of the formation of polycentric urban agglomerations and the limitation of the growth parameters of monocentric agglomerations are shown. A number of recommendations and provisions have been formulated, which should be rethought and introduced into the regulatory framework of architectural and urban planning. Research in this area will continue, but the conclusions formulated will help a high-density spatial planning system be more resilient to emergencies.

Keywords: urban planning; building renovation; settlement system; pandemic.

REFERENCES

- 1. **Lappo G. M.** Geography of cities. 1997. 480 p. (in Russian)
- 2. **Esaulov G. V.** *Sustainable architecture.* Bulletin TGASU. 2014. No. 6. Pp. 9-14. (in Russian)
- 3. **Shultz D. N., Vikhareva E. V., Glazunova A. A.** *Post-Crisis Recovery Challenges*. Economic development of Russia. 2020. T. 27. No. 8. Pp. 12-24. (in Russian)
 - 4. **Takman B.** Mystery of the XIV century. AKT. 2019. 704 p. (in Russian)
- **5. Munen R., Khairulina A., Khensen Ya.** *Bioadaptive building envelope.* High tech buildings. 2014. No. 3-3. Pp. 50-57. (in Russian)
- 6. **Fedorov V. V., Barkaya T. R., Gavrilenko A. V., Brovkin A. V.** *Influence of the epidemiological factor on the urban development of large cities.* Housing and communal infrastructure. 2020. No. 3(14). Pp. 55-60. (in Russian)
 - 7. **Dolzhenkov A.** *Crisis recovery protocol*. Export. 2020. No. 24. Pp. 32-35. (in Russian)
- 8. **Remizov A. N.** *Development strategy for sustainable architecture in Russia*. Moscow, Sustainable Architecture. 2012. Pp. 40-50. (in Russian)
- 9. **Polyantseva E. R., Yankovskaya Yu. S.** *Comparative analysis of design concepts for a safe architectural environment.* Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2015. No. 3. Pp. 65-78. (in Russian)
- 10. **Denyakova V. V., Sharov N. A.** *Insolation norms and their influence on the architectural appearance of the city.* International scientific review. 2017. No. 7(38). Pp. 68-70. (in Russian)

Received 15 November 2020

Для цитирования:

Фёдоров, В. В. Пандемический фактор обусловливания развития территориальных систем расселения / В. В. Фёдоров, А. В. Левиков, Д. А. Ханыгин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2020. -№ 4(15). - C. 62-69.

FOR CITATION:

Fedorov V. V., Levikov A. V., Khanygin D. A. *Pandemic factor for the development of territorial settle-ment systems.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 62-69. (in Russian)

УДК 798.2:711.16

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ КРИТЕРИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОННОСПОРТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ В Г. ВОЛГОГРАДЕ

Н. Н. Антонова, А. В. Вильгельм

Антонова Наталья Николаевна, доцент кафедры архитектуры зданий и сооружений, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(905)330-83-92; e-mail: antonovann.nata@mail.ru

Вильгельм Анастасия Владимировна, студент кафедры архитектуры зданий и сооружений, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(927)285-11-85; e-mail: anastasia051198@mail.ru

В статье рассматривается актуализация вопроса проектирования конноспортивных комплексов как многофункциональных объектов, оказывающих влияние на социальную, экономическую и культурную сферы жизни общества. Необходимость проведения данного исследования обусловлена отсутствием в Волгоградской области объекта, полностью соответствующего требованиям общества и тенденциям архитектуры современных конноспортивных комплексов. Представлены результаты анализа имеющейся архитектуры и инфраструктуры объектов данной специализации в г. Волгограде. Особое внимание уделяется выявленным в ходе анализа проблемам, на основе чего приводятся основополагающие критерии проектирования конноспортивных центров в данном регионе

Ключевые слова: конноспортивный центр; архитектура; объемно-планировочное решение; инфраструктура; многофункциональный центр; г. Волгоград; верховая езда; конный спорт; иппотерапия.

В основе современного подхода к проектированию конноспортивных комплексов (КСК), как многофункциональных объектов, должно быть положено комплексное рассмотрение ряда вопросов. Конный спорт, как и любой отдых или занятия с участием лошадей, является важным компонентом при организации активного отдыха. Важная проблема развития конного спорта как вида коммуникации — это недостаточно высокий уровень предоставления сервиса и услуг.

В России, зачастую, образ конных клубов складывается из узкого понятия – конюшни, манежа или ипподрома. Здания в виде сараев не имеют никакого архитектурного облика, часто нуждаются в ремонте, благоустройстве и нуждаются расширении инфраструктуры. Возведение новых современных конных комплексов в г. Волгограде будут способствовать развитию конного спорта и общего укрепления здоровья жителей. На фоне этого будут созданы новые места рекреаций и активного отдыха на природе.

Пассивный образ жизни городского населения приводит к разным видам заболеваний. Поэтому необходимо развивать наряду с конным спортом новые виды спортивно-оздоровительных занятий, таких как иппотерапия, задачи которой не имеют практически ничего общего с тем, на что нацелен конный спорт. Востребованным досуговым направлением в последнее время является также проведение фотосессий с лошадьми в стендовых условиях или на природе.

История иппотерапии в России как метода лечения берёт своё начало в 1991 году. Тогда же и открылся первый Детский экологический центр «Живая Нить», который заложил фундамент развития подобного спортивного направления в нашем государстве и странах Ближнего Зарубежья [1]. Вне зависимости от того, какой характер имеет взаимодействие с лошадью, верховая езда обладает рядом положительных моментов. Общение с лошадьми так же помогает людям с ограниченными возможностями повысить самооценку,

© Антонова Н. Н., Вильгельм А. В., 2020

развить выносливость и научиться преодолевать страхи.

Ухудшение экологии в современных городах, связанное с отдалением человека от природы, развитием стабильной гиподинамии влечет ухудшение здоровья человека. Поэтому возникает острая необходимость расширения сферы коммуникаций человека в спорте, активном отдыхе непосредственно с природной составляющей и лошадьми.

Многофункциональность современных КСК как объекта общественного назначения, расширяет возможность спектра представляемых услуг - обучение верховой езде, организацию конноспортивных соревнований, театральных и развлекательных представлений и прочих мероприятий с привлечением лошадей. Все это открывает потенциал элементов инфраструктуры объекта КСК, с интересным раскрытием архитектурного образа, объемнопланировочного решения, ориентированных на создание благоприятной среды для комфортного пребывания в ней человека.

Цель работы — оценка архитектуры, инфраструктуры и соответствия условий и услуг, предоставляемых конными центрами в Волгограде запросам населения и критериям, предъявляемым к исследуемой категории объектов.

Объектами исследования являлись конные клубы и конноспортивные объекты, функционирующие в Волгоградской области на данный момент.

Задачи исследования - изучить историю конного спорта и связанного с ним строительства конноспортивных объектов; выявить базовые принципы проектирования конно-спортивных центров, рассмотреть ряд примеров коневодческих объектов в России и за рубежом; рассмотреть причины, определяющие необходимость строительства и реконструкции конно-спортивных объектов в Волгоградской области; проанализировать инфраструктуру конноспортивных объектов, функционирующих в Волгоградской области; на основе анализа выявить основные проблемы, имеющиеся у исследуемых объектов; определить критерии, которые необходимо учитывать при проектировании конноспортивных центров в Волгоградской области.

Результаты.

Объём конноспортивного комплекса или конного клуба включает в себя несколько видов построек, которые отвечают определенным требованиям и целям: манежи, площадки, трибуны, поля, ветеринарный лазарет, конюшни и другие объекты, необходимые для развития тренировочного процесса [2].

Визуальный облик конноспортивных комплексов формировался на основе расположения ряда главных технологических элементов по горизонтали. Это закрытые помещения для содержания лошадей, которые и сейчас называют денниками. Вместе с акцентными объёмами манежей и подсобными помещениями они составляют основную концепцию объекта исследования и определяют его функциональное назначение.

Конный спорт был первым и наиболее популярным из всех видов спорта в России XIX в. Его развитию способствовали почти непрерывные войны второй половины XVIII и начала XIX столетий, они дали нашей коннице богатейший опыт и выдвинули требование постоянного совершенствования подготовки [3].

Ипподромы — наиболее древний тип сооружения конноспортивного направления. В России первый ипподром организован в 1826 г. в Тамбовской губернии — для испытаний (скачек) лошадей. В 1834 г. ипподром появился и в Москве для испытаний верховых и рысистых лошадей.

Предвестниками ипподромов в России являются манежи — здания для тренировки лошадей, обучения верховой езде, конноспортивных соревнований. Самым ранним манежем является манеж Кадетского корпуса на набережной Васильевского острова в Петербурге. Это был протяженный прямоугольный в плане одноэтажный корпус с плоским деревянным перекрытием зала для конных упражнений. Фасады обработаны пилястрами в стиле барокко [4].

До XX века коневодческие сооружения являлись практически архитектурой первого

сорта. К строительству привлекались известные зодчие. Манежи могли выполнять функции концертных залов в силу своей помпезности и т.д. В прошлом веке рассматриваемый вид построек стал более утилитарным.

До Олимпийских игр 1980 года массово строились коневодческие фермы. По своему назначению они разделялись на рабочие (конные дворы), племенные и товарные. Для всех типов ферм применялись три схемы внутренних планировок конюшен: с двухрядным расположением стойл и денников - у наружных продольных стен или по центру здания и с многорядным [5]. Конфигурация зданий была зачастую прямоугольной. Использование в планировке конюшен замысловатой формы могло усложнить устройство конструкций крыш и не обеспечило бы должной инсоляции.

Рекомендации по проектированию конных объектов были разработаны еще в 1950-е годы, когда коневодческие предприятия рассматривались только с позиции технологических решений агропромышленной направленности. В СП 106.13330.2012 «Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения» приводятся планировочные элементы, касающиеся исключительно животных и оборудования для их содержания, но не затрагиваются вопросы общего архитектурного образа и взаимосвязь объемно - планировочных элементов функциональных зон пребывания животных и персонала. Проблема решения помещений пребывания и досуговой деятельности посетителей КСК ранее также не ставилась [6].

В 1976 году в рамках подготовки к Олимпиаде-80 в Москве появляются конно-спортивные базы ЦСКА и Битцы, возникает понятие «конно-спортивный комплекс». В них входили крытый манеж, пред манежный корпус, конюшни, ветеринарный лазарет и кузница. Сооружения нового уровня стали многофункциональными и могли включать спортивные залы для проведения занятий по командам видам спорта, таких как баскетбол и волейбол.

Конноспортивный комплекс «Звездный» построенный в г. Москве (рис.1) интересен как объект в отношении общего визуального восприятия. Работа комплекса целиком сосредоточена на работе с лошадьми: конный спорт, обучение езде, фотосессии, экскурсии. Внешний облик рассматриваемого объекта носит целостный характер: общественная, спортивная, хозяйственные зоны подчинены единому стилевому решению, прослеживается концепция, заложенная автором. «Звёздный» построен из экологически чистых материалов, широко применяется дерево. Прилегающая территория благоустроена в соответствии с общей концепцией.

Ипподромный комплекс «Мейдан» в г. Дубай (рис. 2) состоит из ипподрома с трибунами, пятизвездочного отеля «Мейдан», кинотеатра, ресторанов, пристани для яхт, Музея истории скачек. Объёмно планировочное решение комплекса позволяет наблюдать скачки практически из любой точки объекта: пристани для яхт, номеров для гостей и т.д.



Рис. 1. КСК «Звёздный», г. Москва



Рис. 2. Ипподромный комплекс «Мейдан», г. Дубай

В здание отеля включены следующие блоки: концертная сцена, бассейн на крыше, терраса, фитнес-центр, спа-центр. Ложи ипподрома, предусмотрено использовать для проведения частных, корпоративных и общественных мероприятий и выставок.

В основу концепции объекта заложена интересная форма - бегущая волна. Фасад выполнен с использованием зелёного стекла. Крыша здания имеет консольную форму полумесяца. Солнечные батареи и титановые панели подчеркивают технологичность здания.

При формировании конноспортивных комплексов для соблюдения базовых принципов и технологий в первую очередь необходимо говорить о двух типах основных помещений, для содержания животных и вспомогательных помещениях. Для содержания лошадей
предназначены протяженные по горизонтали низкие конюшенные корпуса, расположенные
блоками. Лошади содержатся в конюшнях, как правило, одноэтажных и прямоугольных в
плане. Конюшни оборудуются денниками с выходом во внутренний коридор или прямо на
участок. Схемы размещения денников в конюшнях могут быть различными. Чаще всего
применяется размещение двухрядное, с одним центральным коридором или двумя вдоль
наружных стен. Иногда - четырехрядное или по ячеистой схеме - по четыре денника в каждой ячейке. В больших городах при ограниченной площади земельного участка конюшни
размещают и на втором этаже с устройством рампы для спуска на первый [7].

Подсобные помещения могут выполнять роль композиционных акцентов, разбивать монотонные конюшенные корпуса. Наиболее приемлемо их блочное расположение в центре или торцах. Вспомогательные помещения обычно включают конюшни с хозяйственными, ветеринарными и складскими помещениями, раздевальные для спортсменов, административные и бытовые помещения. Состав помещений зависит от уровня сооружения [8].

Самостоятельными планировочными элементами являются помещения со специальными приспособлениями для тренинга и отдыха спортивных животных. Ими являются конные бассейны, СПА, солярии, водила и т.д.

Второй этап - это формирование общественной зоны внутри объекта. Сюда можно отнести всё, что касается размещения зрителей и демонстрационной части в виде манежей. Манеж является главным объёмом композиции, в котором происходят тренинг и демонстрация лошадей. Большие крытые манежи позволяют проводить соревнования по выездке в холодное время года. Устройство трибун в исключительно тренировочных манежах необязательно. Важно соблюдение деталей: угла видимости с трибун, обустройство обходной галереи для зрителей и предманежного пространства для разминки и проводки лошадей после выступления.

К третьему этапу можно отнести пространства, функционал которых вышел за грани животноводства. Появление иппотерапии, конных театров, развитие туризма и т.д. формируют новый облик рассматриваемого объекта, включающий в себя помимо спортивной коневодческой части расширенную общественную зону с гостиницами, кафе, ресторанами, плавательными бассейнами и т.д. Имеющееся разнообразие функционала можно разделить

на ряд блоков:

- 1. Рекреационный, предназначенный для обслуживания посетителей (рис. 3, 4). В него входят все помещения, не связанные с пребыванием лошадей, а именно жилая, детская зоны, зона отдыха и содержания других видов животных.
- 2. Спортивный блок включает все помещения, где содержатся и тренируются лошади. В комплексе с манежами выступают заведения общепита, административно-общественная зона.
- 3. Иппотерапевтический блок работает отдельно от спортивного. Как было выявлено ранее, реабилитация преследует цели, отличные от того, на что направлен конный спорт. Поэтому необходимо выделение отдельных зон для занятий на лошади, а также вспомогательные помещения: массажные, кабинет врача, комната отдыха и т.д.

На основе всего вышеперечисленного можно определить иерархию, которая отражает формирование объёмно-планировочного решения современного конноспортивного комплекса:

- 1. Развивающиеся по горизонтали элементы первого уровня: манеж-домината, конюшни, кафе.
- 2. Элементы второго уровня: по вертикали развиваются доминирующие конюшни или элементы зоны тренинга, по горизонтали служебные помещения.

При этом элементы зоны тренинга и конюшни, являются конструктивно независимыми друг относительно друга, для чего объединяются коммуникационным элементом - проходом [9].

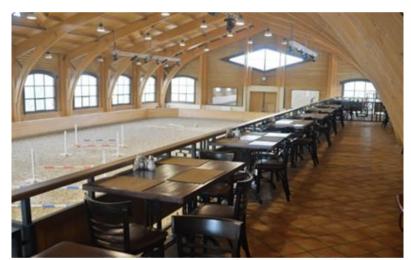


Рис. 3. Пример сочетания рекреационного и спортивного блоков в одном объёме, КСК «Пегас», г. Москва



Рис. 4. Пример выделения рекреационного блока в композиции фасада, КСК «Дерби», г. Санкт-Петербург

Строительство конноспортивного комплекса в Волгограде обусловлено рядом причин. Во-первых, это возможность популяризовать на местном уровне конный спорт и физическую культуру в целом. Основной тенденцией, в направлении которой развивается общество, является осознанность во всех сферах жизни. Занятия спортом или физкультурой являются основой здоровья, сидячий образ жизни населения приводит к разным заболеваниям. Поэтому необходимо развивать новые виды спортивно-оздоровительных занятий, в их числе иппотерапия и конный спорт [10].

Во-вторых, на базе конноспортивного центра может функционировать приют для лошадей, что может способствовать решению проблемы безответственного отношения к животным. Нельзя отрицать, что культура населения Волгограда по отношению к живым существам находится на низком уровне. Ежедневно зоозащитники выявляют новые случаи жестокого обращения. Появление специализированного учреждения, где за животными будут ухаживать, спасёт множество жизней. Кроме того, проведение в центре воспитательных бесед позволит развивать культуру и грамотность населения в вопросе взаимодействия с животными.

В-третьих, строительство конноспортивного комплекса приведёт к положительным изменениям в области экономики. Дополнительные рабочие места обеспечивают занятость населения. Содержание лошадей, строительство, работа предприятий общепита приведёт к развитию сопутствующих сфер сельского хозяйства, строительства, промышленности и т.д.

Были рассмотрены наиболее известные и сформированные на новых видах досуговых спортивно-оздоровительных занятий коневодческие объекты на территории области. Проведён анализ условий, предлагаемых населению услуг (таблица). Наличие базовых помещений для содержания лошадей является обязательным для рассматриваемой категории объектов, поэтому в таблице это условие не указывается.

Инфраструктура и услуги коневодческих объектов на территории Волгоградской области

Местораспо- ложение	Наименование	Характеристика объектов	Услуги
г. Волгоград, Среднеах тубинский район	Конно-оздоро- вительный центр «Солнечная до- лина»	манежи с возможно-	Конный туризм, анималотерапия, конные шоу, обучение верховой езде, организация фотосессий с животными, квесты, конные прогулки.
	Туристическая база «Дубров-ский»	домики и номера для посетителей, конференц-залы, спортивные площадки, откры-	Конные прогулки, походы, проведение фотосессий с животными, конные шоу. Проживание на территории базы, организация банкетов и корпоративных мероприятий. Проведение спортивных состязаний, аренда водного транспорта.
	Центр военно- спортивной и конной подго- товки "Щит"	Левада для выгула, палаточный лагерь, полевая кухня, гостевые домики, тир, стенды для метания ножей и работы с оружием.	Конные прогулки, иппотерапия. Обучение верховой езде, джигитовке, стрельбе, рукопашному бою, работе с холодным оружием.
г. Волгоград, Трактороза- водский район	Конно-спортив- ный центр «Кон- ный ген»	вотными проходят в	Обучение верховой езде, проведение фотосессий, организация мастер классов и приём лошадей на постой.

Продолжение таблицы

Местораспо- ложение	Наименование	Характеристика объектов	Услуги
г. Волгоград, Дзержинс кий район	Конно-спортив- ный центр «Золотая под- кова»	Конкурное поле, крытый манеж.	Конные прогулки, аренда конного экипажа, обучение верховой езде, проведение конно-спортивных состязаний, конные шоу.
г. Волгоград, Советский район	Школа верховой езды «Мицар»	Конкурное поле.	Обучение верховой езде, проведение конно-спортивных состязаний, конные прогулки.
	Конно-спортив- ный центр «Фа- ворит»	Левады для выгула и конкурное поле с возможностью размещения зрителей.	Обучение верховой езде, конкуру, вольтижировке, джигитовке. Конные прогулки и фотосесии, приём лошадей на постой. Услуги коневодов, кузнецов, ветеринарных врачей.
	Центр верховой езды при ВолГАУ «Добрыня»	Открытый и крытый манежи.	Обучение верховой езде, джигитовке, вольтижировке, конкуру, манежной езде, обучение уходу за лошадью, проведение конно-спортивных соревнований, анималотерапия. Экскурсии по конюшне и мини-зоопарку, прокат кареты, проведение фотосессий, организация детских праздников.
	Конно-спортив- ный клуб «За- става»	Конкурное поле с возможностью размещения зрителей.	Обучение верховой езде, джигитовке, владению оружием. Проведение конных походов и спортивных состязаний.
	Конно-спортив- ный клуб «Гер- мес»	Конкурное поле.	Обучение верховой езде, джигитовке, выездке, конкуру, манежной езде, обучение уходу за лошадью, проведение конноспортивных соревнований, анималотерапия. Конные прогулки, проведение фотосессий и организация выездов в конноспортивные лагеря.
г. Волгоград, Красноар- мейский район	МУ «Волгоградский казачий конно-спортивный клуб»	Конкурное поле.	Обучение верховой езде, конкуру, джигитовке, конные прогулки, анималотерапия, проведение районных спортивных мероприятий.
г. Волжский	Конно-спортив- ный клуб «Green horse»	Открытый манеж, конкурное поле, левады для выгула,	Конные прогулки, обучение верховой езде, конкуру для конно-спортивных состязаниях. Аренда лошадей для фотосессий.

Рассмотрев все имеющиеся коневодческие объекты в Волгоградской области, можно выделить ряд характерных проблем и недостатков.

Во-первых, рассмотренные коневодческие объекты не имеют единой архитектурной концепции. Интересное планировочное решение и достаточно отлаженная инфраструктура есть у объектов, основной функцией которых является развлечения и отдых. К таковым относится Парк-клуб «Дубровский» имеющий в своем составе конный клуб. Входящие в инфраструктуру туристического комплекса: жилые постройки — срубы, экохаусы, конференцзал, спортивные площадки, конюшни, бассейн и многое другое подчинены единой концепции (рис. 5, 6).



Рис. 5. Площадка для отдыха, Парк-клуб «Дубровский»



Рис. 6. Экохаус, Парк-клуб «Дубровский»

Архитектурный образ большинства специализированных коневодческих объектов области достаточно технологичен и малопривлекателен с точки зрения внешнего облика (рис. 7, 8). Это может быть продиктовано недостатком финансирования или тем, что в процессе строительства не был задействован компетентный в этом вопросе архитектор или дизайнер. Этим же можно оправдать и фактическое отсутствие интересных решений в области ландшафтной архитектуры. Прилегающие территории, богатые привлекательным окружающим ландшафтом позволяют создать запоминающийся образ и характерную рассматриваемой специализации ландшафтную композицию. Продуманность в этом плане есть только на территории базы «Дубровский».



Рис. 7. Конюшня, Конный центр «Щит»



Рис. 8. Крытый манеж, Конный центр «Добрыня»

С эстетической точки зрения общая масса объектов проигрывает визуально. Основной проблемой является недостаточное финансирование, так как владельцы конных клубов инвестируют средства в необходимое, на эстетику средств не остаётся.

Во-вторых, в большинстве своём каждый из рассмотренных объектов имеет узкую специализацию. За редким исключением есть центры, где помимо работы с лошадьми, функционирует общественная часть. Примером служит также Парк-клуб «Дубровский», где функционирует ресторан, конференц-залы и жильё для гостей. Центр «Щит» также проводит выезды в палаточные лагеря, имеет полевую кухню для посетителей. Но данные мероприятия сезонны. Практически каждая организация предоставляет лошадей для фотосессий. Это не требует дополнительных затрат, кроме содержания животных, что является первичной задачей для каждого объекта.

В-третьих, не все конноспортивные объекты имеют оборудованную площадку для занятий с животными. Работающие открытые манежи могут быть удовлетворительными по площади для иппотерапии и обучению верховой езде. Но практическая часть, которая включает наличие необходимого оборудования, и эстетическая играют не последние роли. Они сказываются на качестве работы, том, как человек будет чувствовать себя в окружающем его пространстве. Это хорошо иллюстрируют площадки для обучения верховой езде в центре «Щит». Базовое оборудование имеется, но ограждения из автомобильных шин не идут на пользу внешнему облику (рис. 9). Также конкурное поле КСК «Застава» по габаритам удовлетворяет тому, чтобы успешно проводить на нём занятия. Но внешняя незавершённость и первичная оснащённость говорят о том, что обустройство проводилось «своими силами» (рис. 10). При этом следует отметить, что площади для развития и преобразования в рассматриваемых объектах есть.



Рис. 9. Площадка для занятий в центре «Щит»



Рис. 10. Конкурное поле КСК «Застава»

В-четвертых, нужно учитывать расположение объекта относительно других районов. Добираться в рассмотренные коневодческие заведения достаточно затратное занятие по времени. Добраться на общественном транспорте можно до центров «Добрыня», «Щит», «Конный ген», «Фаворит», «Застава». До остальных объектов нужно добираться самостоятельно. На этот случай на сайте некоторых центров есть карта и подробная инструкция для гостей. Места для парковок есть практически у каждого объекта, но зачастую они случайны, формально не предусмотрены. Это обусловлено тем, что большинство объектов расположено на открытой местности. Таким образом, беспрепятственно посещать конные центры в Волгограде могут только граждане, имеющие в своём распоряжении личный транспорт.

Заключение.

Принимая во внимание выявленные проблемы, можно подытожить исследование оценкой соответствия конкретных конноспортивных сооружений запросам населения и критериям, предъявляемым к исследуемой категории объектов. Имеющиеся в Волгограде профильные объекты с практической точки зрения удовлетворяют потребностям в обучении верховой езде для неподготовленного посетителя. Для подготовки к спортивным состязаниям ресурсы тоже есть, но в большинстве случаев присутствует устаревшее оборудование.

Обоснована необходимость разработки целостной концепции рассматриваемых объектов, как при новом строительстве, так и при реконструкции, которая затронет как помещения для животных, общественную зону, так и ландшафтную архитектуру. Выделены основные критерии, характеризующие комплексный подход при разработке конноспортивных объектов:

- ✓ четкая организация архитектурного образа и стилевой направленности в фасадах и интерьерах зданий комплекса для привлечения посетителя.;
- ✓ поддержка природной целостности приёмами ландшафтного дизайна и благоустройством прилежащей территории.
- ✓ включение в функционал объекта ряда актуальных для населения услуг. Допустимый минимум составляют рекреационная и спортивная зоны.
- ✓ размещение вблизи объекта остановок общественного транспорта, обеспечение подъездов к объекту, разработка удобной транспортной схемы проезда к конному комплексу и стоянкам автотранспорта.
- ✓ обеспечение условий для беспрепятственного перемещения людей с ограниченными возможностями здоровья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Эскин, В. Я**. Иппотерапия как комплексный метод реабилитации и восстановления / В. Я Эскин., Т. Е. Левицкая // Сибирский медицинский журнал. 2009. Т. 24. № 2-2. С. 61-62.
- 2. **Кудрявцева, С. П.** Объемно-планировочные решения конноспортивного комплекса / С. П. Кудрявцева, Е. П. Бельцова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал 2016. № 1-2(15-16). С. 45-49.
- 3. **Алексеев, К. А.** Журнал «Русский спорт» (1882-1895) в становлении русской спортивной журналистики / К. А. Алексеев // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2013. № 4. C.144.
- 4. **Вилкова, А. С.** Спортивные сооружения: конно-спортивные центры (ипподромы, манежи): методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Типология зданий» / А. С. Вилкова, А. Е. Киреев. Пенза: Изд-во ПГУАС, 2014. 32 с.
- 5. **Гарнец, А. М.** Эволюция архитектуры конных сооружений: от конюшен Рамзеса II до современных конноспортивных комплексов. Часть 2. Новый и новейший периоды / А. М. Гарнец, Д. Д. Зыбина // Академия. № 3. 2015. 76 с.
- 6. **Зыбина,** Д. Д. Принципы формирования архитектуры конноспортивных комплексов: диссертация кандидата архитектуры. Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. 5 с.
- 7. **Зыбина**, Д. Д. Влияние технологических требований на архитектуру конноспортивных комплексов / Д. Д. Зыбина // Академия. №3. 2014. С. 29-30.
- 8. **Аристова**, **Л. В.** Физкультурно-спортивные сооружения / Л. В. Аристова. М.: СпортАкадемПресс, 1999. 365 с.
- 9. **Гарнец, А. М.** Формирование архитектуры современных конноспортивных комплексов / А. М. Гарнец, Д. Д. Зыбина // Архитектура и современные информационные технологии N2. 2015. С. 15-16.
- 10. **Куликова, К. А.** Реконструкция и модернизация пространственной среды конноспортивного клуба «Серебряное копытце»: диссертация магистра кафедры дизайна и изобразительных искусств. Челябинск: ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет». 2017. С. 3-4.

Поступила в редакцию 29 ноября 2020

CURRENT ISSUES AND FUNDAMENTAL DESIGN CRITERIA EQUESTRIAN SPORTS COMPLEXES IN the City of VOLGOGRAD

N. N. Antonova, A. V. Vilgelm

Antonova Natalia Nikolaevna, associate Professor the Department of architecture of buildings and structures, Volgograd state technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(905)330-83-92; e-mail: antonovann.nata@mail.ru

Vilgelm Anastasia Vladimirovna, student, Volgograd state technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(927)285-11-85; e-mail: anastasia051198@mail.ru

The article deals with the actualization of the issue of designing equestrian complexes as multifunctional objects that affect the social, economic and cultural spheres of society. The need for this research is due to the lack of an object in the Volgograd region that fully meets the requirements of society and trends in the architecture of modern equestrian sports complexes. The results of the analysis of the existing architecture and infrastructure of objects of this specialization in Volgograd are presented. Particular attention is paid to the problems identified in the analysis, which is based on the basic design criteria for equestrian sports centers in this region.

Keywords: equestrian center; architecture; infrastructure; multifunctional center; Volgograd; horse riding; equestrian sports; hippotherapy.

REFERENCES

- 1. **Eskin V. Ya., Levitskaya T. E.** *Hippotherapy as a complex method of rehabilitation and recovery.* Siberian medical journal. 2009. Vol. 24. No. 2-2. Pp. 61-62. (in Russian)
- 2. **Kudryavtseva S. P., Beltsova E.P.** *Space-planning solutions for equestrian sports complex.* Engineering herald of the Caspian region: scientific and technical journal. 2016. No. 1-2 (15-16). Pp. 45-49. (in Russian)
- 3. **Alekseev K. A.** Russian sports magazine (1882-1895) in the formation of Russian sports journalism. Herald of the Saint Petersburg University. 2013. No. 4. Pp. 144. (in Russian)
- 4. **Vilkova A. S. Kireev A.E.** Sporting facilities: equestrian sports centres (racecourses, arenas). Penza, PGUAS. 2014. 32 p. (in Russian)
- 5. **Garnets A. M. Zybina D. D.** Evolution of architecture of equestrian structures: from Ramses II stables to modern equestrian complexes. Part 2. New and recent periods. Academy. 2015. No. 3. 76 p. (in Russian)
- 6. **Zybina D. D.** *Principles of formation of architecture of equestrian complexes.* Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod state University of architecture and civil engineering. 2017. 5 p. (in Russian)
- 7. **Zybina D. D.** *Influence of technological requirements on the architecture of equestrian complexes.* Academy. 2014. No. 3. Pp. 29-30. (in Russian)
- 8. **Aristova L. V.** *Physical Culture and sports facilities.* Moscow Sportakadempress. 1999. Pp. 365. (in Russian)
- 9. **Garnets A. M. Zybina D. D.** Formation of architecture of modern equestrian complexes Architecture and modern information technologies. 2015. No. 3. Pp. 15-16. (in Russian)
- 10. **Kulikova K. A.** Reconstruction and modernization of the spatial environment of the silver hoof equestrian club. Chelybinsk, South Ural State University. 2017. Pp. 3-4.

Received 29 November 2020

Для цитирования:

Антонова, Н. Н. Актуальные вопросы и основополагающие критерии при проектировании конноспортивных комплексов в г. Волгограде / Н. Н. Антонова, А. В. Вильгельм // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2020. - № 4(15). - C. 70-81.

FOR CITATION:

Antonova N. N., Vilgelm A. V. Current issues and fundamental design criteria equestrian sports complexes in the city of Volgograd. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 70-81. (in Russian)

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

УДК 534.2

ЗАВИСИМОСТЬ СРЕДНЕЙ ЭНЕРГИИ ОТ ПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА ШУМА В НЕСОРАЗМЕРНОМ ПОМЕЩЕНИИ

А. И. Антонов, Н. П. Меркушева, Т. С. Яровая

Антонов Александр Иванович, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Архитектура и строительство зданий», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация, тел.: +7(4752)63-04-39; e-mail: ais@nnn.tstu.ru

Меркушева Наталия Павловна, инженер кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация, тел.: +7(4752)63-09-20; e-mail: gsiad@mail.tambov.ru

Яровая Татьяна Сергеевна, аспирант кафедры «Архитектура и строительство зданий», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Российская Федерация, тел.: +7(4752)63-04-39; e-mail: ais@nnn.tstu.ru

В помещениях с массовым пребыванием людей и в производственных помещениях имеются перемещающиеся источники звука. Расчет звуковых полей в таких случаях требует сложных вычислений. Расчеты можно существенно упростить, если получить спады уровней шума в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой, а влияние положения источника шума учесть в виде добавки к средней плотности звуковой энергии. В данной статье исследовано изменение среднего уровня звуковой энергии в помещениях различных пропорций и звукопоглощающих характеристик ограждений. Определены условия и зоны помещений, в границах которых перемещение источника шума не влияет на величину средней звуковой энергии и на спады уровней шума. Получены результаты, проверенные численным методом, показывающие зависимость средней плотности отраженной энергии от положения источника шума относительно ограждений. Приближение источника шума к поверхности, облицованной эффективным звукопоглощающим материалом, приводит к снижению средней плотности отраженной энергии или акустической мощности источника шума на 2...3 дБ. Результаты исследований создают предпосылки для разработки упрощенной методики расчета уровней звуковой энергии в помещениях с перемещающимися источниками шума.

Ключевые слова: отраженный звук; звукопоглощение; длинное помещение; плоское помещение; объекты с массовым пребыванием людей; перемещающиеся источники шума.

В промышленных и общественных зданиях часто встречаются перемещающиеся источники шума. К таким источникам относится также речь в помещениях с массовым пребыванием людей, например, в торговых и зрелищных зданиях. Для оценки шумовой ситуации в таких помещениях требуется выполнять большое количество расчетов от многочисленных источников шума в помещениях с массовым пребыванием людей или при достаточно большом количестве положений перемещающихся источников шума. Трудоемкость таких расчетов будет существенной, так как любое изменение положения источника шума вызывает необходимость выполнения новых расчетов и построения новых шумовых полей. То есть общее количество повторяющихся расчетов определяется произведением количества различных положений источников шума на количество расчетных точек. При этом значение звуковой энергии в расчетной точке зависит от положения этой точки и источника шума, соответственно от расстояния между ними и положения относительно ограждающих поверхностей, а также от других факторов.

© Антонов А. И., Меркушева Н. П., Яровая Т. С., 2020

Параметры звукового поля зависят от положения источника шума в помещении. Если в качестве исходной точки рассматривать геометрический центр помещения, то перемещение и приближение источника шума к ограждающим конструкциям (стенам) приводит к повышению энергии отраженного звука в отдельных частях помещения и к снижению ее в других. Степень изменения энергии зависит от звукопоглощающих свойств ограждений, к которым приближается источник шума.

Трудоемкость расчетов можно существенно снизить, если применить приближенные расчетные методы, которые не учитывают влияние конкретного положения источника шума и расчетной точки на величину уровней шума. Например, в методе, разработанном в НИИСФ, уровень звука рассчитывается в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой, среднего коэффициента звукопоглощения ограждений и средней длины свободного пробега звуковых волн в помещении. Этот и подобные ему методы применимы для определенного класса помещений, например, помещений в форме прямоугольного параллелепипеда. Вследствие применения усредненных статистических величин эти методы обладают определенной погрешностью. Погрешность будет оказывать влияние на спады уровней звука по мере удаления от источника шума, а также на величину средней по помещению звуковой энергии. Оценка этих погрешностей позволит очертить область применения упрощенных, но быстрых расчетных методов, а также определить условия, при которых необходимы трудоемкие, более точные методы расчетов шума в помещениях.

Согласно методу диффузного поля, средняя плотность отраженного звука не зависит от положения источника шума и рассчитывается по выражению[^]

$$\varepsilon = \frac{4W(1-\alpha)}{\alpha cS},\tag{1}$$

где W – акустическая мощность источника звука, Дж/с; α – средний коэффициент звукопоглощения ограждений; c – скорость звука в воздухе, м/с; S – площадь ограждающих конструкций, м².

Для расчета величины средней плотности отраженной звуковой энергии использованы более точные методы расчета на основе геометрической теории и статистического энергетического подхода.

В качестве объекта исследования выбраны длинные помещения коридорного типа. В таких помещениях звуковая энергия изменяется, как правило, в одном направлении, вдоль коридора. В поперечнике помещения коридорного типа изменением энергии звука можно пренебречь. В отличие от коридоров в плоских помещениях звуковые поля имеют более сложный характер, они изменяются в двух направлениях и присутствует дополнительный фактор, влияющий на формирование звукового поля - достаточно быстрое изменение отраженной энергии в ближней к источнику зоне за счет цилиндрического характера расширения фронта ранних отражений звука.

Вначале рассмотрен зеркальный характер отражения звука от ограждений. Анализ отраженного поля в таком случае удобно производить методом мнимых источников [1]. В коридорных помещениях мнимые источники располагаются в плоскостях, располагающихся достаточно далеко друг от друга (см. рис. 1).

На рис. 1 показана система мнимых источников звука, когда действительный источник шума размещен в центре помещения (см. рис. 1, а) и когда он находится в торцовой части помещения (см. рис. 1, б). Длина коридора – L, характерный размер поперечного сечения – B. Плоскости мнимых источников пронумерованы относительно источников, находящихся на продольной оси помещения: через действительный источник шума проходит плоскость номер «0», номера «1» и «2» имеют плоскости, походящие через мнимые источники на продолжении продольной оси помещения соответственно первого и второго порядка отражения. Расчетные точки T-I и I-I находятся на фиксированном расстоянии от реального источника шума.

Предположим, звукопоглощающие свойства ограждений одинаковые. Перемещение источника шума ближе к торцу помещения приводит к переформированию цепочек мнимых источников. К точке T-I приблизится одна из плоскостей под номером «1», а другая — наоборот удалится. С учетом спада энергии, обратно пропорционального квадрату расстояния, произойдет рост отраженной энергии в расчетной точке T-I. В точке T-I энергия отраженного звука не изменится. Смещение источника шума от центра помещения приведет к образованию зон в районе точки T-I, где будет достаточно низкая отраженная энергия.

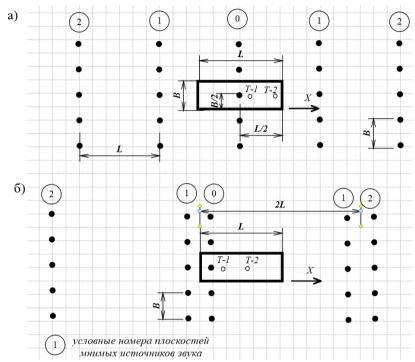


Рис. 1. Мнимые источники в помещении коридорного типа при расположении источника шума в геометрическом центре помещения (а) и рядом с торцевой стенкой (б)

При наличии эффективных звукопоглощающих поверхностей и, особенно, при различных акустических характеристиках противоположных поверхностей зависимость средней плотности отраженной энергии от положения источника шума должна проявляться более заметно. Данные выводы проверены численным расчетом.

Пример 1. Помещение с размерами $30\times3\times3$ м имеет средний коэффициент звукопоглощения всех ограждений a=0,15. Расчет распределения плотности отраженной звуковой энергии выполнен методом мнимых источников.

При одинаковых звукопоглощающих характеристиках всех поверхностей (a=0.15) изменение среднего уровня звуковой энергии в зависимости от положения источника шума в данном помещении не превышает 0.07 дБ. Таким образом, в помещении без эффективной акустической облицовки положение источника звука практически не влияет на величину средней плотности отраженной звуковой энергии.

Во втором случае поверхность торцовой стены (при X=0 м) облицована звукопоглощающим материалом с коэффициентом звукопоглощения ($\alpha=0.8$). В этом случае наблюдается заметное снижение уровня средней звуковой энергии, если источник звука находится рядом с торцовой поверхностью, облицованной эффективным звукопоглощающим материалом. Максимальный уровень среднего звука наблюдается при расположении источника звука на расстоянии 6 м от необлицованного торца помещения (координата источника $X_{\text{ист}}=24$ м). По мере приближения источника шума к торцовой стене с облицовкой звукопоглощающим материалом наблюдается уменьшение уровня средней звуковой энергии. Максимально снижение среднего уровня ΔL составляет почти 1 дБ (см. рис. 2).

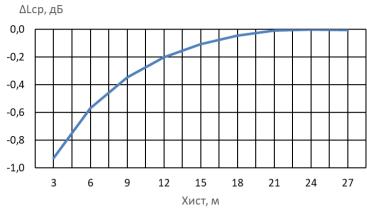


Рис. 2. График изменения среднего уровня звука в зависимости от положения источника звука

В помещениях сложной формы, при наличии технологического оборудования, мебели и других рассеивающих звук элементов используется модель диффузного отражения звука от ограждений. В этом случае звуковое поле при стационарных условиях возбуждения можно представить в виде дифференциального уравнения в частных производных второго порядка [2]:

$$0.5c\overline{l}\nabla^2\varepsilon - cm_{\rm B}\varepsilon = 0, (2)$$

где ε – плотность отраженной звуковой энергии, Дж/м³; c – скорость звука в воздухе, м/с; \bar{l} – средняя длина свободного пробега звуковых лучей, м, определяемая с учетом отсутствия или наличия в помещениях рассеивающих звук предметов; $m_{\rm B}$ – показатель затухания звука в воздухе. На основе дифференциального уравнения разработано большое количество аналитических, численных и упрощенных инженерных методов расчета [3, 4, 5].

В результате численного решения дифференциального уравнения (2) с соответствующими граничными условиями можно рассчитать уровень плотности отраженной звуковой энергии в различных точках помещения с произвольной формой плана и определить уровень средней плотности отраженного звука L_{cp} [6]. Численный метод расчета L_{cp} [7, 8] использован в данной статье для проверки других методов расчета.

Для помещений правильной геометрической формы в виде прямоугольного параллелепипеда использован аналитическое решение в виде метода разделения переменных, который приводит к простым выражениям. В этом случае решение записывается через собственные функции:

$$\varepsilon = \sum_{m} \sum_{n} \sum_{q} A_{mnq} \varphi_{m} \varphi_{n} \varphi_{q}, \tag{3}$$

где φ_i – значения собственных функций в расчетной точке с координатами (x_1, x_2, x_3) .

Амплитуды частных решений определяются параметрами помещения и источника шума:

$$A_{mnq} = W(1 - \bar{\alpha}) \frac{\varphi_m^0 \varphi_n^0 \varphi_q^0}{B_m B_n B_q U_{mnq}},$$
(4)

где φ_i^0 — собственные функции в точке источника с координатами (x_1^0, x_2^0, x_3^0); W — акустическая мощность источника звука, Дж/с; $\overline{\alpha}$ — средний по помещению коэффициент звукопоглощения.

В случае тригонометрических собственных функций φ_i в работе [9] приведены выражения для расчета собственных чисел, показателей затухания частных решений U_{mnq} , квадрат норм собственных функций B_i .

Для вытянутого помещения коридорного типа изменением звуковой энергии в поперечных сечениях можно пренебречь. С достаточной для практики точностью можно заменить тройной ряд в (3) на одинарный:

$$\varepsilon = \sum_{m} A_{m} \varphi_{m}, \quad A_{m} = W(1 - \bar{\alpha}) \frac{\varphi_{m}^{0}}{B_{m} U_{m}}.$$
 (5)

Средняя по помещению плотность звуковой энергии получится после интегрирования выражения (5)

$$\overline{\varepsilon} = \frac{1}{L} \int_0^L \varepsilon \, dx_1 \, \approx \frac{W(1-\bar{\alpha}) \, \varphi_1^0 \bar{l}}{cV(\bar{l} m_{\rm B} + \alpha)}. \tag{6}$$
 При интегрировании тройного ряда (3) все члены кроме первого стремятся к нулю.

Это связано со знакопеременным видом составляющих ряда кроме первого (см. рис. 3).

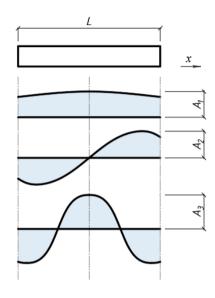


Рис. 3. Схема трех первых собственных функций φ_i

Средняя плотность отраженного звука (6) отличается от диффузной энергии по выражению (1) значением собственной функции φ_1^0 . Эта функция зависит от положения источника шума в коридоре, задаваемого координатой x_1^0 . Собственная функция вычисляется по выражению:

$$\varphi_1^0 = \cos \left[\mu_1 \left(\frac{2x_1^0}{L} - 1 \right) + \beta_1 \right]. \tag{7}$$

Собственное число
$$\mu_1$$
 находятся из решения трансцендентного выражения:
$$tg(\mu_1) = \frac{2\mu_1(k^0 + k^+)L}{4\mu_1^2 - k^0k^+L^2}, \tag{8}$$

где коэффициенты
$$k^0$$
 и k^+ задают граничные условия:
$$k^0 = \frac{\alpha_0}{(2-\alpha_0)\overline{l}}, \ k^+ = \frac{\alpha_+}{(2-\alpha_+)\overline{l}}$$
(9)

с коэффициентами звукопоглощения торцовых поверхностях α_0 и α_+ соответственно при $x_1 = 0$ и $x_1 = L$. Собственное число можно определить на основе численного решения уравнения (8) или из номограммы рис. 4.

Коэффициент β_1 приводит к сдвигу собственных функций при несимметричных граничных условиях:

$$\beta_1 = 0.5 \arctan\left(\frac{2\mu_1(k^+ - k^0)L}{4\mu_1^2 + k^0k^+L^2}\right). \tag{10}$$

При симметричных граничных условиях $\beta_1 = 0$ и все собственные функции симметричны относительно геометрического центра помещения(см. рис. 5). Значение коэффициента β_1 можно определить по номограмме (см. рис. 4).

Изменение уровня средней плотности отраженной звуковой энергии от положения источника шума в помещении рассчитывается по формуле:

$$\Delta L_{\rm cp} = k \log(\varphi_1^0). \tag{11}$$

Сравнение разности уровней средней плотности отраженной энергии, рассчитанной по приближенному выражению (11) и более точным численным расчетом уравнения (2) по-казал, что коэффициент k, учитывающий влияние остальных членов ряда в (3), следует принимать равным k=6.

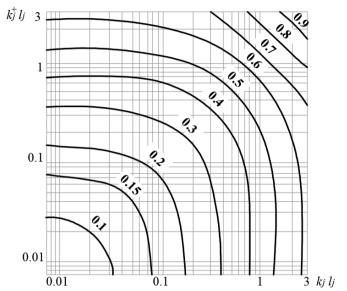


Рис. 4. Номограмма для определения первого собственного числа

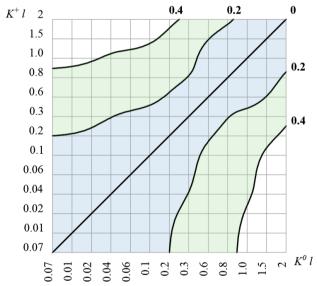


Рис. 5. Номограмма для определения коэффициента сдвига β_1 собственных функций

Представляет интерес случай равномерного заполнения помещения источниками шума. В этом случае средняя по помещению плотность отраженной звуковой энергии будет определяться на основе усреднения:

$$\tilde{\varepsilon} = \frac{1}{L} \int_0^L \overline{\varepsilon} \, dx_1^0 \approx \frac{4W(1-\bar{\alpha})}{cS(\bar{l}m_{\rm B}+\alpha)} \frac{\sin(\mu_1)\cos(\beta_1)}{\mu_1}.$$
 (12)

Из уравнения следует, что несимметричные граничные условия при прочих равных параметрах снижают среднюю по помещению плотность отраженной звуковой энерги- $u\cos(\beta_1) \leq 1$. Другой вывод, ожидаем $\tilde{\varepsilon} < \overline{\varepsilon}$, так как часть источников будет находиться в зоне с высокой «шумоотдачей», где $\varphi_1^0 \approx 1$, а другие источники будут находиться рядом с ограждениями, где $\varphi_1^0 < 1$.

Пример 2. Для условий, приведенных в примере 1 выполнен расчет и анализ средней плотности отраженной звуковой энергии в длинном помещении при диффузном отражении

звука от ограждений. Расчет распределения и величины средней плотности отраженной звуковой энергии по помещению выполнен численным решением уравнения (2) и на основе приближенного метода по выражению (11).

При одинаковых звукопоглощающих характеристиках всех поверхностей (α = 0,15) изменение среднего уровня звуковой энергии в зависимости от положения источника шума в данном помещении не превышает 0,25 дБ по уравнению (2) и 0,20 – по выражению (11). Как и при зеркальном отражении звука от ограждений влияние положения источника звука в помещении без звукопоглощающей облицовки незначительно.

Рассмотрен случай, когда оба торца коридора покрыты звукопоглощающим материалом с высокой акустической эффективностью ($\alpha = 0.8$). На рис. 6 приведены графики изменения ΔL_{cp} в зависимости от положения источника звука. Более точный численный метод показал снижение уровня среднего звука на $\Delta L_{cp} = 1,4$ дБ.

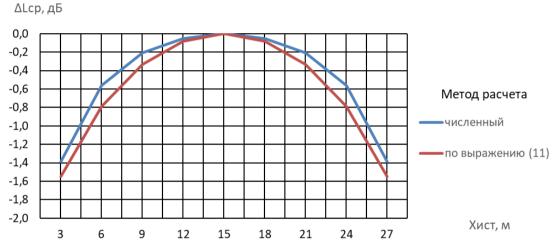


Рис. 6. График изменения среднего уровня звука в зависимости от положения источника звука в коридоре с облицованными торцами

В помещении с одним звукопоглощающим торцом приближение источника шума к поверхности с эффективным звукопоглотителем снижает величину отраженного звука на $\Delta L_{cp} = 1,6$ дБ (см. рис. 7). Результаты численного расчета уровней средней плотности отраженного звука показал слабую зависимость изменения уровня от количества облицованных торцов коридора. Согласно выражению (11) приближение источника шума к единственному облицованному торцу дает резкое снижение уровня ΔL_{cp} более 2 дБ. По-видимому, для такой ситуации следует использовать корректирующий коэффициент k = 0,35 (рис. 7).

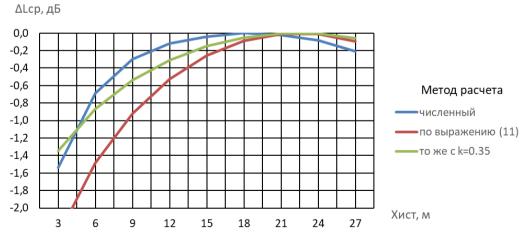


Рис. 7. График изменения среднего уровня звука в зависимости от положения источника звука в помещении с одним облицованным торцом

В плоском помещении зависимость уровня средней плотности отраженной звуковой энергии от положения источника шума рассчитывается по формуле:

$$\Delta L = k \log(\varphi_1^0 \varphi_2^0), \tag{13}$$

аналогичной формуле (11). В выражении (13) использовано значение собственной функции в точке источника φ_2^0 в направлении другой оси x_2 .В плоских помещениях следует принимать коэффициент равным k=6.

Остальные зависимости параметров звукового поля в плоском помещении можно получить аналогично выражениям (5)...(12).

Пример 3. Выполнены расчеты изменения средней плотности отраженной звуковой энергии в плоском помещении 30х30х3 м при перемещении источника шума. Звукопоглощающие характеристики помещения аналогичны ранее рассмотренным в примерах 1 и 2.

В помещении без эффективных звукопоглощающих покрытий изменение среднего уровня отраженной звуковой энергии не превышает 0,4 дБ. В случае облицовки поверхности потолка звукопоглощающим материалом (стены и пол при этом имеют $\alpha=0,15$) изменение среднего уровня отраженной звуковой энергии практически не зависит от положения источника шума ($\Delta L_{cp} < 0,2$ дБ).

В помещении со звукопоглощающей облицовкой величина средней по помещению плотности отраженной энергии зависит от положения источника звука относительно ограждений с эффективным звукопоглощением. На рисунке 8 показана схема помещения с указанием стен с эффективным звукопоглощением.

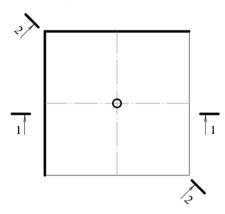


Рис. 8. Схема помещения с указанием сечений

На рис. 9 и рис. 10 приведены графики изменения уровня средней плотности отраженной звуковой энергии в зависимости от положения источника звука в различных точках по сечениям 1-1 и 2-2.

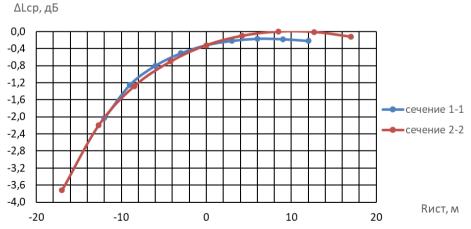


Рис. 9. График изменения среднего уровня звука в зависимости от положения источника звука на основе численного расчета

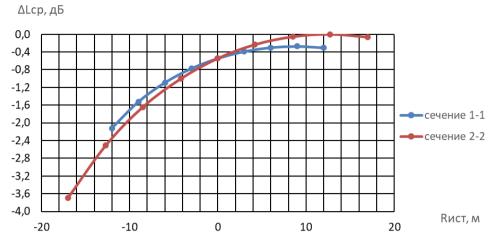


Рис. 10. График изменения среднего уровня звука в зависимости от положения источника звука на основе выражения (13)

На рисунках положение источника звука задается расстоянием $R_{\text{ист}}$ от геометрического центра помещения. В центре помещения $R_{\text{ист}} = 0$, отрицательное значение $R_{\text{ист}}$ при приближении источника к стене со звукопоглощающей облицовкой.

Расчеты $\Delta L_{\rm cp}$ выполнены численным методом по уравнению (2) (см. рис. 9) и приближенным методом по выражению (13) с соответствующим коэффициентом k.

Результаты расчетов показали следующее. Наибольшее снижение уровня средней энергии (до 3,7 дБ) наблюдается при нахождении источника шума в углу помещения, где сходятся две стены со звукопоглощающей облицовкой. При перемещении источника звука от геометрического центра в сторону звукопоглощающей облицовки величина спада уровня средней плотности отраженной энергии определяется расстоянием R_{ucm} от геометрического центра помещения. Перемещение источника звука по сечениям 1-1 и 2-2 приводит к графикам, которые почти накладываются друг на друга.

В плоском помещении со стенами, облицованными звукопоглощающим материалом, хорошо согласуются результаты расчета изменения уровней средней отраженной энергии численным методом и приближенным методом на основе выражения (13). Рассчитанные значения уменьшения уровней $\Delta L_{\rm cp}$ приведены на рис. 11 и рис. 12. Максимальное уменьшение уровня $\Delta L_{\rm cp}$ составляет 2,6 дБ в угловой точке помещения. Полученные данные согласуются с результатами работы [10].

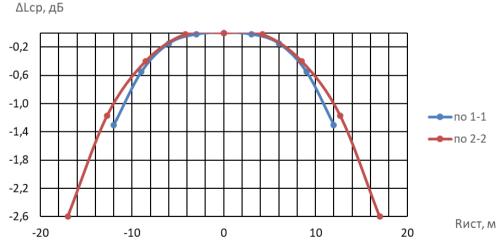


Рис. 11. График изменения среднего уровня звука в зависимости от положения источника звука на основе численного расчета. Все стены облицованы звукопоглощающим материалом

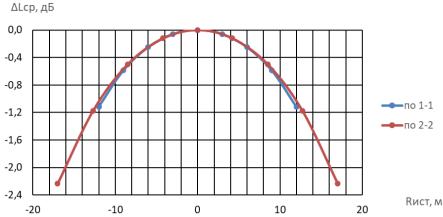


Рис. 12. График изменения среднего уровня звука в зависимости от положения источника звука на основе уравнения (13). Все стены облицованы звукопоглощающим материалом

Заключение.

Результаты выполненных исследований показали, что в помещениях, где акустические характеристики стен одинаковые и имеют невысокие коэффициенты звукопоглощения, величина уровня средней плотности отраженной звуковой энергии практически не зависит от положения источника звука.

В помещениях, где стены облицованы эффективным звукопоглощающим материалом имеются части помещения, при расположении в которых излучающая энергия источников шума снижается на 2...3 дБ и более. Расположение источника шума рядом с поверхностью с высоким коэффициентом звукопоглощения эквивалентно снижению его излучаемой акустической мощности. Результаты исследований позволяют определить зоны помещения, для которых следует использовать поправку, учитывающую «снижение» излучаемой мощности и величину этой поправки. При этом также может быть определена часть пространства помещения, где излучение шума практически не зависит от положения источника шума.

Полученные результаты создают предпосылки для разработки упрощенной методики расчета уровней звуковой энергии без привязки к положению источника звука, что может привести к значительному снижению трудоемкости расчетов, например, для производственных помещений с нестационарными (перемещающимися) источниками шума.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Розенберг, Л. Д.** Метод расчета звуковых полей, образованных распределенными системами излучателей / Л. Д. Розенберг // ЖТФ. 1942. № 12. С. 102-148.
- 2. **Леденев, В. И.** Опыт применения статистического энергетического метода расчета квазидиффузных полей производственных помещений железнодорожного транспорта / В. И. Леденев, А. И. Антонов, С. И. Крышов // Совершенствование и повышение долговечности зданий на железнодорожном транспорте: Сб. научных трудов Хабаровск: ХабИ-ИЖТ, 1988. С. 74-79.
- 3. **Матвеева, И. В.** Инженерный метод оценки распределения звуковой энергии в длинных помещениях / И. В. Матвеева, А. Ю. Воронков, В. И. Леденев, А. И. Антонов // Труды ТГТУ. 1997. Вып. 1. С. 293-300.
- 4. **Антонов, А. И.** Метод расчета шума в длинных помещениях / А. И. Антонов, Е. О. Соломатин, А. В. Цева // Научно-технический журнал Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 19-25.
- 5. **Леденев, В. И.** Расчет энергетических параметров шумовых полей в производственных помещениях сложной формы с технологическим оборудованием / В. И. Леденев, А. М. Макаров // Научный вестник ВГАСУ. − 2008. − № 2(10). − C.94-101.

- 6. **Леденев, В. И.** Статистическая энергетическая модель отраженных шумовых полей помещений и методы ее реализации / В. И. Леденев, А. И. Антонов // Архитектурная акустика. Шумы и вибрации, Москва. 2000. Т. 3. С. 67-70.
- 7. **Гусев, В. П.** Численный статистический энергетический метод оценки распространения шума в крупногабаритных воздушных каналах / В. П. Гусев, В. И. Леденев, Е. О. Соломатин // Фундаментальные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2009 году: науч. труды РААСН, Москва-Иваново. 2010. Т. 2. С. 271-278.
- 8. **Антонов, А. И.** Оценка способов ввода энергии первых отражений в помещение при численном статистическом энергетическом методе расчета шумовых полей / А. И. Антонов, А. Е. Жданов, А. Ю. Воронков // Труды ТГТУ. 2002. Вып. 12. С. 55-60.
- 9. **Леденев, В. И.** Использование статистического энергетического подхода для расчета шумовых полей в производственных помещениях / В. И. Леденев, А. И. Антонов // ТИХМ, Тамбов. -1986. -8ып. 3. -№ 7272. -16 с.
- 10. **Антонов, А. И.** О влиянии мест размещения звукопоглощающих облицовок в помещениях на их эффективность / А. И. Антонов, А. Е. Жданов, И. В. Матвеева // Труды ТГТУ. 2002. Вып. 12. С. 37-41.

Поступила в редакцию 30 ноября 2020

DEPENDENCE OF THE AVERAGE ENERGY ON THE POSITION OF THE NOISE SOURCE IN A DISPROPORTIONATE ROOM

A. I. Antonov, N. P. Merkusheva, T. S. Yarovaya

Antonov Alexander Ivanovich, Dr. of Sn., associate Professor, head of the department architecture and construction of buildings, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, phone: +7(4752)63-04-39; e-mail: ais@nnn.tstu.ru

Merkusheva Natalia Pavlovna, engineer of the department urban construction and highways, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, phone:+7(4752)63-09-20; e-mail: gsiad@mail.tambov.ru

Yarovaya Tatyana Sergeevna, post-graduate student, department of architecture and building construction, Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation, phone: +7(4752)63-04-39; e-mail: ais@nnn.tstu.ru

There are moving sound sources in rooms with a large number of people and in industrial premises. The calculation of sound fields in such cases requires complex calculations. It can be significantly simplified if you get noise level drops depending on the distance between the noise source and the calculated point. The influence of the noise source position is taken into account as an addition to the average sound energy density. This article examines the change in the average level of sound energy in rooms of different proportions and sound-absorbing characteristics of fences. The conditions and zones of premises within which the movement of the noise source does not affect the value of the average sound energy and the declines in noise levels are determined. Verified by numerical obtained results show the dependence of the average reflected energy density on the position of the noise source relative to the fences. Approaching the noise source to a surface lined with an effective sound-absorbing material reduces the average reflected energy density or acoustic power of the noise source by 2-3 dB. The results of this article create prerequisites for the development of a simplified method for calculating sound energy levels in rooms with moving noise sources.

Keywords: reflected sound; sound absorption; long room; flat room; objects with a mass presence of people; moving noise sources.

REFERENCES

- 1. **Rosenberg L. D.** Method for calculating sound fields formed by distributed systems of emitters. Technical physics journal. 1942. No. 12. Pp. 102-148. (in Russian)
- 2. **Ledenev V. I., Antonov A. I., Kryshov S. I.** Experience in applying the statistical energy method for calculating quasi-diffuse fields of industrial premises of railway transport. Improving and increasing the durability of buildings on railway transport, Khabarovsk, Khabarovsk Institute of railway transport engineers. 1988. Pp. 74-79. (in Russian)
- 3. Matveeva I. V., Voronkov Yu. A., Ledenev V. I., Antonov A. I. Engineering method for estimating the distribution of sound energy in long rooms. Proceedings of Tambov State Technical University. 1997. No. 1. Pp. 293-300. (in Russian)
- 4. **Antonov A. I., Solomatin E. O.** *Method of noise analysis inside long premises.* Vestnik Moscow state University of civil engineering. 2013. No. 1. Pp. 19-25. (in Russian)
- 5. Ledenev V. I., Makarov A. M. Calculation of the energy parameters of noise fields in production areas of complex shape with the technological equipment. Scientific Herald of Voronezh state technical University. 2008. No. 2(10). Pp. 94-101. (in Russian)
- 6. **Ledenev V. I., Antonov A. I.** Statistical energy model of reflected noise fields of premises and methods of its implementation. Mocsow, Architectural acoustics. Noise and vibration. 2000. Vol. 3. Pp. 67-70. (in Russian)
- 7. Gusev V. P., Ledenev V. I., Solomatin E. O. Numerical statistical energy method of assessing noise propagation in large air ducts. Moscow-Ivanovo, Fundamental research of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences on scientific support for the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2009. 2010. Vol. 2. Pp. 271-278. (in Russian)
- 8. **Antonov A. I., Zhdanov A. E., Voronkov A. Yu.** *Estimation of methods for entering the energy of the first reflections into a room using a numerical statistical energy method for calculating noise fields.* Proceedings of Tambov State Technical University. 2002. No. 12. Pp. 55-60. (in Russian)
- 9. **Ledenev V. I., Antonov A. I.** *Using a statistical energy approach for calculating noise fields in industrial premises.* Tambov, Tambov Institute of Chemical Engineering. 1986. Vol. 3. No. 7272. 16 p. (in Russian)
- 10. **Antonov A. I., Zhdanov A. E., Matveeva I. V.** On the influence of the placement of sound-absorbing linings in rooms on their efficiency. Proceedings of Tambov State Technical University. 2002. No. 12. Pp. 37-41. (in Russian)

Received 30 November 2020

Для цитирования:

Антонов, А. И. Зависимость средней энергии от положения источника шума в несоразмерном помещении / А. И. Антонов, Н. П. Меркушева, Т. С. Яровая // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2020. -№ 4(15). -C. 82-93.

FOR CITATION:

Antonov A. I., Merkusheva N. P., Yarovaya T. S. Dependence of the average energy on the position of the noise source in a disproportionate room. Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 82-93. (in Russian)

ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ХОЗЯЙСТВО И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА ROAD TRANSPORT, AGRICULTURE AND CONSTRUCTION MACHINES

УДК 656.02

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАМВАЙНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЕКАТЕРИНБУРГА

Е. А. Лаптева, Л. В. Булавина

Лаптева Елена Александровна, магистрант, $\Phi\Gamma$ АОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Екатеринбург, Российская Федерация, тел.: +7(982)610-41-19; e-mail: lapteva1995@bk.ru

Булавина Людмила Вениаминовна, канд. техн. наук, доцент кафедры городского строительства, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Екатеринбург, Российская Федерация, тел.: +7(904)986-81-84; e-mail: bullw@mail.ru

На основании натурных обследований рассмотрены основные недостатки скоростного режима трамвайного движения в городе Екатеринбурге. Выявлены причины низкой эффективности, связанной с отсутствием обеспечения приоритета движения. Приводятся результаты натурных обследований скоростей и затрат времени. Измерения проводились на двух наиболее загруженных трамвайных линиях, имеющих как обособленные, так и проходящие в одном уровне с проезжей частью участки. Обследование режима движения трамвая, проводилось в утренние и вечерние часы пик, а также в дневные часы, когда активность автомобилистов минимальна. Приведены графики, характеризующие сравнение скоростей сообщения и затрат времени при различных условиях движения. Предложены мероприятия по организации приоритета трамвайного движения на перегонах и регулируемых перекрёстках, позволяющие улучшить скоростной режим и эффективность работы.

Ключевые слова: скорость; задержки; трамвайное движение; приоритет трамвайного движения; эффективности поездок на трамвае.

Трамвайная система Екатеринбурга – третья по величине в России (после Москвы и Санкт-Петербурга), охватывает значительную часть городских районов. В городе работает 31 маршрут, общая протяжённость трамвайных линий в двухпутном исчислении составляет 81,3 км, из них 54,1 км проходят обособлено, а 26,5 км - в одном уровне с проезжей частью (рис. 1). Необособленные пути расположены преимущественно в центральной части города, характеризующейся наиболее высокой частотой трамвайного движения и наличием проблемных участков, где уширение невозможно из-за недостаточной ширины улиц в красных линиях [1, 2].

В городе действует только одна линия метрополитена, другие скоростные виды транспорта отсутствуют. Трамвай обладает наибольшей провозной способностью из уличных видов транспорта, но не может обеспечить высоких скоростей, двигаясь в одном уровне с автомобилями. При этом по протяженности сети трамвая город существенно отстает от европейских городов, соизмеримых по размерам (Прага, Вена, Будапешт) в 2-2,5 раза [3]. В условиях высокого уровня автомобилизации и перегрузки улично-дорожной сети основным направлением решения проблемы является повышение роли общественного транспорта [4].

В соответствии с проектом генерального плана г. Екатеринбург до 2035 г. предусмат-

© Лаптева Е. А., Булавина Л. В., 2020

ривается строительство новых трамвайных линий. Однако на данный момент в городе отсутствуют какие-либо системы, позволяющие обеспечить приоритет проезда общественного транспорта и повысить скоростные показатели.

В 2018 г. проведены натурные исследования скоростного режима на двух наиболее загруженных трамвайных линиях, имеющих как обособленные, так и проходящие в одном уровне с проезжей частью участки (табл. 1).

Согласно статистике 2018 г. доля перевозок пассажиров на трамвае составила 25 % (рис. 2).

Характеристика обследованных маршрутов

Таблица 1

	показатели	маршрут 1	маршрут 2
Протяженность,	KM	9,4 км	8,8 км
Протяженность о	тяженность обособленных участков 6,6 км		
Количество в	светофорных объектов	16	29
пути	промежуточных остановок трам-	14	27
	вая		

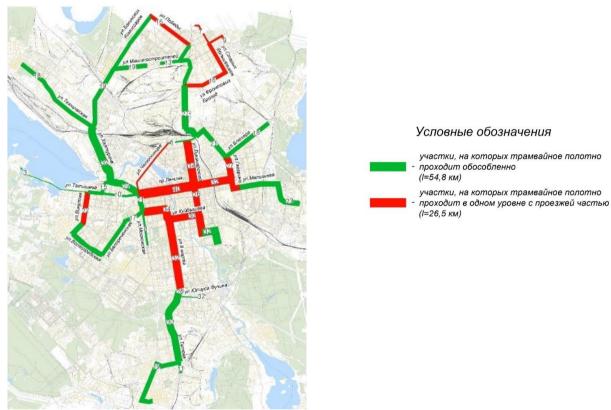


Рис. 1. Схема размещения участков обособления и частота трамвайного движения

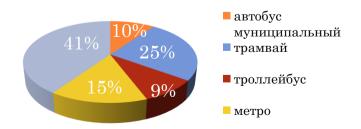


Рис. 2. Доля видов транспорта в общем объеме перевозок на общественном транспорте на 2018 г.

Маршрут обследования №1 проходит по ул. 2-ая Новосибирская — ул. Титова — ул. 8 марта (рис. 3), маршрут обследования № 2: ул. Волгоградская — ул. Викулова — ул. Татищева — пр. Ленина (рис. 4).



Рис. 3. План обследуемого маршрута №1 (ул. 2-ая Новосибирская – ул. Титова – ул. 8 марта)



Рис. 4. План обследуемого маршрута №2 (ул. Волгоградская – ул. Викулова – ул. Татищева – пр. Ленина)

Обследование режима движения трамвая проводилось как в утренние и вечерние часы пик, так и в дневные часы, когда активность автомобилистов минимальна. При обследовании учетчики находились внутри подвижного состава и фиксировали время начала движения, время задержек на остановках, у светофоров, в пробках, время окончания поездки. По результатам определены ходовые скорости на перегонах и скорости сообщения.

На рис. 5 представлено сравнение скорости сообщения и общего времени в пути в разное время суток на маршрутах обследования.

На первом маршруте, где 70 % пути проходит по обособленному полотну, время в пути и скорость сообщения остаются практически постоянными в течение дня. На втором маршруте, где обособлено только 48 % пути, время и скорость сообщения в вечерний час пик существенно отличаются от времени и скорости в утренний час пик и дневное время.

По результатам обследований определены скорости движения на перегонах между остановочными пунктами без учета задержек на посадку и высадку и на ожидание разрешающего сигнала светофора. На необособленных участках пути в центральной части города в вечернее время скорость снижается до 6...9 км/ч. На участках обособленного полотна скорости движения значительно выше, и составляют в основном 18...30 км/ч. Отмечается большая доля задержек времени у светофоров, как при размещении остановок перед перекрестками, так и в пути, а также из-за движения автомобилей по трамвайным путям (табл. 2).

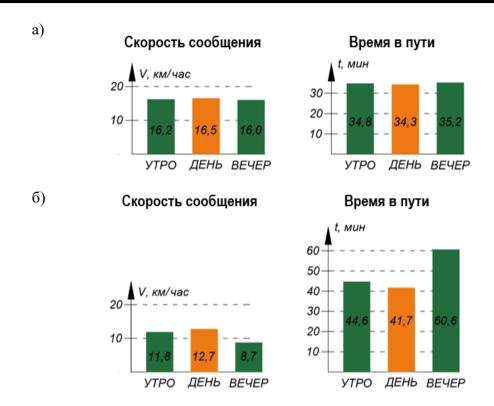


Рис. 5. Диаграммы сравнения скорости сообщения и общего времени в пути в разное время суток: а – маршрут № 1; б – маршрут № 2

Таблица 2 Составляющие затрат времени в пути по маршрутам обследований

составынощие заграт времени в пути по маршрутам соспедовании					
Время суток	Процент от общего времени поездки на маршруте				
	Задержки	Задержки пе-	Время дви-	Задержки из-за ав-	Итого
	на останов-	ред светофо-	жения	томобилей на	111010
	ках	рами		трамвайных путях	
Маршрут обследования № 1					
Утренний час пик	12,7	8,0	76,4	2,9	100
Вечерний час пик	13,5	7,5	79,0	0	100
Маршрут обследования № 2					
Утренний час пик	16,7	27,9	55,4	0	100
Вечерний час пик	12,6	21,1	44,0	22,3	100

Результаты обследований подтвердили, что низкие скоростные характеристики движения трамваев связаны с расположением трамвайных путей в одном уровне с проезжей частью, с непроизводительными затратами времени при прохождении регулируемых перекрестков, особенно с длительными циклами продолжительностью 90...100 с. В таких условиях пропускная способность остановочных пунктов трамвая снижается до количества циклов регулирования, затраты времени при поездках на трамвае не обеспечивают эффективности его использования. Снижение длительности циклов — это один из возможных резервов, повышения скорости движения и сообщения на трамвае [5]. Выявленные недостатки определили основные направления совершенствования организации трамвайного движения в городе Екатеринбурге (рис. 6).

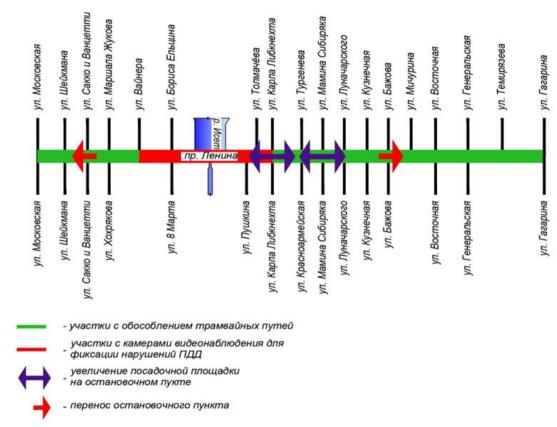


Рис. 6. Обобщённая схема предлагаемых мероприятий

Для разработки проектных предложений выбран наиболее неблагоприятный участок трамвайных путей маршрута обследования № 2 по проспекту Ленина от улицы Гагарина до улицы Московской, проходящий в центральном районе города и обладающий наибольшей частотой трамвайного движения.

Основными мероприятиями являются:

- ✓ обособление трамвайного полотна и ввод системы, позволяющей обеспечить безостановочный проезд трамвая через регулируемые пересечения;
- ✓ перенос остановочных пунктов Сакко и Ванцетти и Бажова и реконструкция остановочных пунктов Оперный театр и театр Музкомедии с целью увеличения длины посадочной площадки.

Проведён анализ возможности обособления трамвайных путей на различных участках, в ходе которого выявлено 4 типа (рис. 7):

- ✓ обособление не рекомендуется на участке от улицы Вайнера до улицы Карла Либкнехта (участки проведения парадов и демонстраций). На данном участке предлагается установка видеокамер для фиксации нарушений;
- ✓ обособление возможно при условии уширения проезжей части (участок от улицы Московской до улицы Вайнера);
- ✓ обособление возможно, при условии ввода ограничения скорости движения автотранспорта;
 - ✓ ограничение возможно без существенного сужения проезжей части.

На основе анализа ситуации в соответствии с нормативами проектирования, согласно СП 98.13330.2018 и СП 42.13330.2016, разработан детальный план обособления трамвайных путей, переноса и реконструкции остановочных пунктов в районе пересечения пр. Ленина с ул. Сакко и Ванцетти. Фрагмент данного плана, показывающий обособление трамвайных путей, уширение проезжей части, а также перенос остановочного пункта на улице представлен на рис. 8.

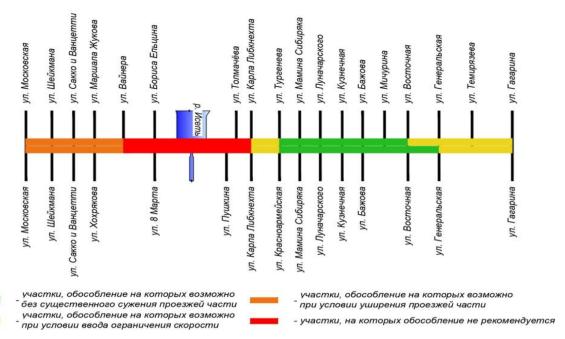


Рис. 7. Типы участков по возможности обособления трамвайных путей

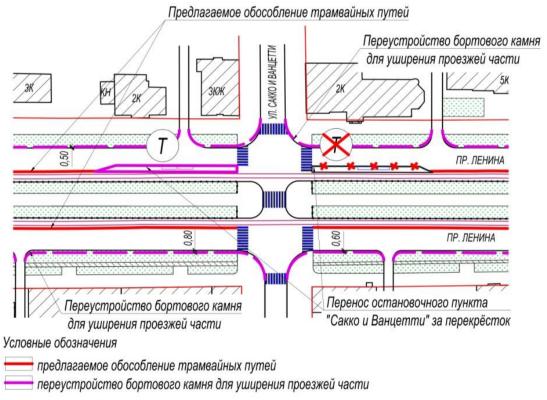


Рис. 8. Фрагмент плана проспекта Ленина с предлагаемыми мероприятиями

Для определения параметров движения трамвайного состава в условиях обособления трамвайных путей в программном комплексе Vissim [6] выполнена модель движения трамвайного состава по проектному участку. Модель выполнена на основе существующих циклов светофорного регулирования без предоставления приоритета трамвайному движению.

Сравнение общей скорости сообщения по всему маршруту и затрат времени в пути до введения и после введения обособления свидетельствует обувеличении скоростикак на участках обособления, так и скорости сообщения всей поездки по проектному участку маршрута и сокращения времени в пути, но при этом сохраняются значительные затраты

времени при преодолении регулируемых пересечений, соответственно по направлениям движения -36,26% и 39,77% (рис. 9).

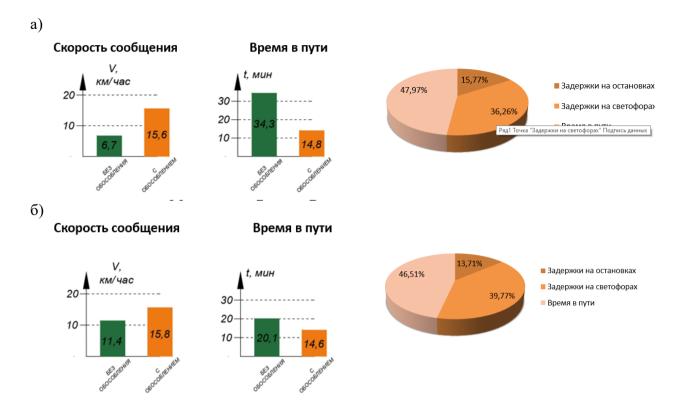


Рис. 9. Сравнение скоростей сообщения и затрат времени в пути: а –по направлению от ул. Гагарина к ул. Московской;

б – по направлению от ул. Московской к ул. Гагарина

Кардинальным решением для сокращения задержек при пересечении трамваем регулируемых перекрестков является система обеспечения приоритетного проезда трамвая через перекрестки. В зарубежной практике уже давно используются различные системы, позволяющие значительно сократить время сообщения при поездке на общественном транспорте, за счет обеспечения приоритета, показателен пример Бразильского города Куритибы [7]. В Мюнхене более 30 лет существует многоуровневая система «Зелёная волна», которая в первую очередь предоставляет приоритет трамваю, во вторую автобусу, только потом легковому автотранспорту [8].

Более 20 лет эксплуатируется подобная система в Лос-Анджелесе. На сегодняшний день реконструировано 211 светофорных объектов. В Копенгагене «Умные светофоры», способны отдавать приоритет не только общественному транспорту, но и велосипедистам.

Пилотное внедрение технологии приоритетного проезда наземного городского пассажирского транспорта (НГПТ) проведено на улично-дорожной сети (УДС) в Казани Показана эффективность организации для повышения качества транспортного обслуживания населения и решения проблемы заторов в городах [9]. На сегодняшний день в Казани автоматизированной системой управления дорожным движением оснащено более 100 перекрестков. Данная система, в первую очередь, отдаёт приоритет в движении общественному транспорту [10].

В июне 2017 года в Челябинске был запланирован ввод системы «Зелёная волна» для трамвая, но по техническим сложностям определения приоритетности проезда в случае одновременного приближения к перекрестку двух трамвайных составов в пересекающихся направлениях реализация проекта на данный момент перенесена.

Такая система работает за счёт датчиков, располагающихся под трамвайным полотном, и передающих сигнал на светофорный объект. Первый датчик регистрирует подъезжающий к перекрёстку трамвайный состав и посылает на светофорный объект сигнал, включающий «красный свет» для всех транспортных средств, препятствующих движению трамвая, второй датчик посылает сигнал, который возобновляет движение в прежнем режиме, как только трамвайный состав пересёк перекрёсток (рис. 10).

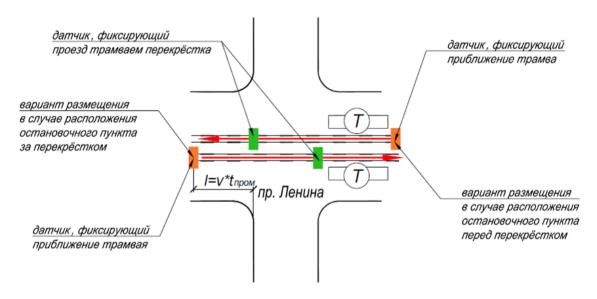


Рис. 10. Обобщённая схема расстановки датчиков, регистрирующих движения трамвая

Следует учитывать, что схема установки датчиков зависит от конфигурации перекрёстка, наличия остановочного пункта и его расположения относительно перекрёстка. При расположении остановочного пункта за перекрёстком, первый датчик устанавливается перед стоп-линией на таком расстоянии, чтобы за время подъезда трамвайного состава к перекрёстку движущиеся транспортные средства успели завершить манёвр и остановиться. Второй датчик устанавливается под трамвайными путями перед дальней по ходу движения границей перекрёстка.

При расположении остановочного пункта перед перекрёстком первый датчик необходимо располагать непосредственно перед началом посадочной площадки. В таком случае датчик должен передавать сигнал на светофорный объект с задержкой, необходимой для осуществления посадки и высадки пассажиров. Второй датчик располагается также, как в первом случае.

В случае пересечения трамвайных путей на кольце возможны три варианта организации движения при пропуске трамвая, в зависимости от того, как проезжают трамваи в противоположных направлениях перекресток одновременно или поочередно.

Для данных условий приоритетного движения трамвайного состава также выполнено моделирование в программном комплексе Vissim, которое показало существенное увеличение скорости движения по перегонам (рис. 11, рис. 12), в целом по маршруту только за счет приоритета движения скорость сообщения увеличивается в1,5...2,0 раза.

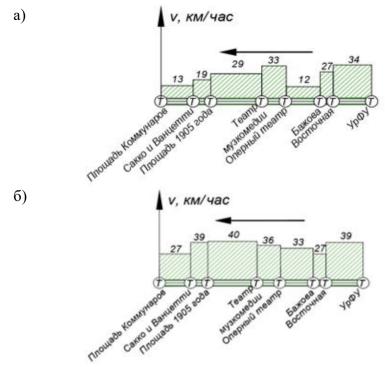


Рис. 11. Сравнение скоростей сообщения на перегонах по направлению от ул. Гагарина к ул. Московской: а, б — соответственно до и после ввода «зелёной волны»

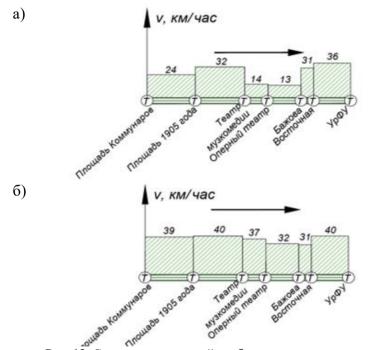


Рис. 12. Сравнение скоростей сообщения на перегонах по направлению от ул. Московской к ул. Гагарина: а, б – соответственно до и после ввода «зелёной волны»

Заключение.

В условиях перегрузки улично-дорожной сети общественный транспорт, в том числе и рельсовый в одном уровне с проезжей частью, движущийся в общем потоке, не может обеспечить высокие скорости сообщения и удобные затраты времени на передвижения.

Проведенное моделирование трамвайного движения при условии обособления трамвайного полотна подтверждает увеличение скорости движения и сокращение затрат времени, но при этом сохраняются значительные затраты времени при преодолении регулируемых пересечений — около 40 % всего времени движения.

Установлено, что только обособления трамвайного полотна недостаточно, необходимо обеспечение приоритетного движения трамвая через регулируемые перекрестки. Обеспечение приоритетного движения трамваю через перекрестки позволяет снизить время в пути на 35...40% и повысить скорость сообщения в 1,5...2,0 раза.

Сравнение скорости сообщения по всему маршруту и затрат времени в пути в существующих условиях, и при осуществлении комплекса мероприятий в условиях обособления трамвайного полотна и обеспечения приоритетного права проезда трамвая на регулируемых пересечениях показало ее увеличение в 2,0...3,0 раза.

Внедрение таких мероприятий позволит существенно повысить производительность каждой единицы подвижного состава и привлекательность наземного общественного транспорта для пассажиров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. **Цариков**, **А. А.** К вопросу организации трамвайного движения на проблемных участках на примере Екатеринбурга / А. А. Цариков // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XXIV Международной (двадцать седьмой Екатеринбургской и ІІ Минской) научно-практической конференции. Т. 1. 2018. С. 279-288.
- 2. **Цариков, А. А.** Проблемы обособления трамвайных путей в крупных и крупнейших городах России / А.А. Цариков // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы XXII Международной (двадцать пятой Екатеринбургской) научно-практической конференции, Екатеринбург. 2016. С. 357–363.
- 3. **Цариков, А. А.** О принципах формирования и функционирования сети городского общественного транспорта в странах Европы / А. А. Цариков // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы XXI Международной (двадцать четвертой Екатеринбургской) научно-практической конференции, Екатеринбург. 2018. С. 209-217.
- 4. **Вукан Р. Вучик**, Транспорт в городах, удобных для жизни / В. Вучик. М.: Территория будущего, 2011.-425 с.
- 5. **Цариков А. А.** Сравнение скорости сообщения трамвая в Праге и Екатеринбурге / А. А. Цариков // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы XXI Международной (двадцать четвертой Екатеринбургской) научно-практической конференции, Екатеринбург. 2015. С. 194-199.
- 6. **Якимов**, **М. Р.** Транспортное планирование: практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе PTV Vision ®VISUM / М. Р. Якимов, Ю. А. Попов. М.: Логос, 2014. 200 с.
- 7. **Блинкин, М. Я.** Почему этот город едет? Субъективные заметки о транспортной системе города Куритиба / М. Я. Блинкин, С. Гордеев //Архнадзор. -2008. -№ 10. -2001-2020. Режим доступа: www.archnadzor.ru/2008/10/10/pochemu-e-tot-gorod-edet.
- 8. Доль X. Немецкий опыт внедрения системы приоритетного движения трамваев и автобусов на регулируемых перекрёстках по методу «зелёной волны» / X. Долль, Г. Листль // Транспорт Российской Федерации. -2007. -№ 8. C. 76-79.
- 9. **Волкова, Р. Ю.** Автоматизированное управление дорожным движением по улице Мира (Дербышки) г. Казани / Р. Ю. Волкова, Р. Р. Загидуллин // Техника и технология транспорта. 2017. № 1(2).– С. 11.
- 10. **Курганский, С. Г.** Организация и внедрение приоритетного проезда наземного городского пассажирского транспорта на регулируемых перекрестках / С. Г. Курганский, П. С. Рожин // Транспорт Российской Федерации. Логистика. 2014. № 4(53). С.60-63.

Поступила в редакцию 2 октября 2020

IMPROVEMENT OF TRAM SERVICE'S ORGANIZATION IN TERMS OF YEKATERINBURG

E. A. Lapteva, L. V. Bulavina

Lapteva Elena Alexandrovna, undergraduate, Urals Federal University named after the first Russian President B. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation, phone: +7(982)610-41-19; e-mail: lapteva1995@bk.ru. Bulavina Lyudmila Veniaminovna, Cand. tech. sciences, associate Professor the Urban Development Department, Urals Federal University named after the first Russian President B. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation, phone: +7(908)63-85-237; e-mail: bullw@mail.ru

In this article, based on on-site inspections, the main disadvantages of the tram service's speed rate in Yekaterinburg, its low efficiency associated with the lack of ensuring the priority of movement are considered. There are presented the on-site inspections' results of speeds and time consumption. The measurements were carried out on the two most loaded tram lines, which have both separate and one-level sections with the carriageway. The survey of the tram movement mode was carried out both in the morning and evening hours, and in the hours when the activity of motorists is minimal. There are some graphs characterizing the comparison of speed imposition and time expenditures under different traffic conditions. Also there are proposed measures for organizing the tram service's priority on the track sides and at signaled crossings, allowing to improve the speed rate and efficiency.

Keywords: speed; delays; tram service; tram service's priority; improving the tram travel's efficiency.

REFERENCES

- 1. **Tsarikov A. A.** To the issue of tram traffic organization on problem areas from example of Yekaterinburg. Minsk, Social and Economic Issues of Development and Operations of City Transport Systems and Areas of Their Influence. Vol. 1. 2018. Pp. 475. (in Russian)
- 2. **Tsarikov A. A.** *Problems of tramline separation in major cities of Russia*. Yekaterinburg, Social and Economic Issues of Development and Operations of City Transport Systems and Areas of Their Influence. 2016. Pp. 357-363. (in Russian)
- 3. **Tsarikov A. A.** On principles of building-up and functioning of city public transit networks in European countries. Yekaterinburg, Social and Economic Issues of Development and Operations of City Transport Systems and Areas of Their Influence. 2018. Pp. 209-217. (in Russian)
- 4. **Vukan R. Vuchik**. *Transportin Cities Comfortable for Living*. Moscow, Territory of Future. 2011. 425 p. (in Russian)
- 5. **Tsarikov A. A.** *Comparison of tram service speed in Prague and Yekaterinburg*. Yekaterinburg, Social and Economic Issues of Development and Operations of City Transport Systems and Areas of Their Influence. 2015. Pp. 194-199. (in Russian)
- 6. Yakimov M. R., Popov Yu. A. Transport planning: practical recommendations for creating city transport models in the software package PTV Vision ® VISUM. Moscow, The Logos Publishers. 2014. Pp. 200. (in Russian)
- 7. **Blinkin M. Ya., Gordeev S.** Why is this city traveling? Subjective notes on the transport system of the city of Curitiba. Arhnadzor. No. 10. 2008. www.archnadzor.ru/2008/10/10/pochemue-tot-gorod-edet. (in Russian)
- 8. **Dole H., Listl. G.** German experience of introducing a system of priority movement of trams and buses at regulated intersections according to the green wave method. Transport of the Russian Federation. 2007. No. 8. Pp. 76-79. (in Russian)
- 9. **Volkova R. Yu.** *Automated control of road traffic in Mira Street (Derbyshki) in the city of Kazan.* Technics and Technology of Transport. 2017. No. 1(2). Pp. 11. (in Russian)

10. **Kurgansky S. G., Rozhin P. S.** *Organization and introduction of priority traffic for surface public transit at signalled crossings.* Transport of the Russian Federation. Logistics. 2014. No. 4(53). Pp. 60-63. (in Russian)

Received 2 October 2020

Для цитирования:

Лаптева, Е. А. Совершенствование организации трамвайного движения на примере Екатеринбурга / Е. А. Лаптева, Л. В. Булавина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2020. -№ 4(15). - C. 94-105.

FOR CITATION:

Lapteva E. A., Bulavina L. V. *Improvement of tram service's organization in terms of Yekaterinburg.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 94-105. (in Russian)

<u>ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА</u> ECONOMICS AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

УДК 332.87

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ЖИЛИЩНЫМ ФОНДОМ

Н. М. Лебедь, М. Е. Дементьева

Лебедь Никита Михайлович, магистрант, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Российская Федерация, тел.: +7(916)681-21-88; e-mail: dinamo.lebed@yandex.ru

Дементьева Марина Евгеньевна, канд. техн. наук, доцент кафедры жилищного коммунального комплекса, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Российская Федерация, тел.: +7(916)353-18-31; e-mail: 7dem@mail.ru

Рассмотрены основные проблемы, связанные с взаимодействием управляющих компаний с собственниками жилых помещений многоквартирных домов и поставщиками жилищно-коммунальных услуг. Поставлена задача повышения качества эксплуатации жилищного фонда. Установлены причинно-следственные связи проблем в рамках управления многоквартирными домами и их обслуживания, ключевыми из которых являются низкая конкурентоспособность в сфере управления жилищным фондом, рост задолженности перед поставщиками коммунальных услуг, неразвитость правового и законодательного регулирования деятельности управляющих компаний, правовая неграмотность населения, необоснованный рост цен на услуги ЖКХ, вызывающий недовольство со стороны собственников жилья многоквартирных домов. Приведено особенностей описание преимуществ И различных способов многоквартирными домами. Для достижения поставленных целей по повышению качества эксплуатации жилищного фонда предложен перечень мероприятий, которые позволят построить более эффективные взаимоотношения всех участников эксплуатационного процесса и нивелировать существующие проблемы в работе управляющих компаний при взаимодействии с собственниками жилья, обеспечив тем самым требуемое качество жилищно-коммунальных услуг.

Ключевые слова: техническая эксплуатация; жилищно-коммунальное хозяйство; управляющая компания; правовое и законодательное регулирование.

Переход с административно-командного типа хозяйствования Российской экономики на рыночные взаимоотношения привел к необходимости модернизации сферы жилищно-коммунального хозяйства. Остро встал вопрос о преобразовании жилищного фонда и коммунальной инфраструктуры, и в частности, о серьезной реорганизации управления и обслуживания многоквартирными домами для решения важнейшей задачи повышения качества эксплуатации жилищного фонда. Проведенные исследования опыта эксплуатации советского периода и современного этапа развития экономики, а также аналитический обзор законодательной базы в области эксплуатационной деятельности [1-5], позволили систематизировать основные проблемы и установить причинно-следственные связи, которые представлены на рис. 1.

Анализ показал, что указанные проблемы повлекли за собой необходимость законодательного определения взаимоотношений между собственниками жилья многоквартирных домов, муниципальными органами и организациями жилищно-коммунального комплекса. Так, Правительством РФ в 2002 году была сформулирована подпрограмма «Реформирование и модернизация жилищно-коммунального комплекса Российской Федерации», реализуемая в рамках Федеральной целевой программы «Жилище», принятая на основании

© Лебедь Н. М., Дементьева М. Е., 2020

решения о рациональности передачи управления и обслуживания многоквартирными домами на уровень муниципалитета.

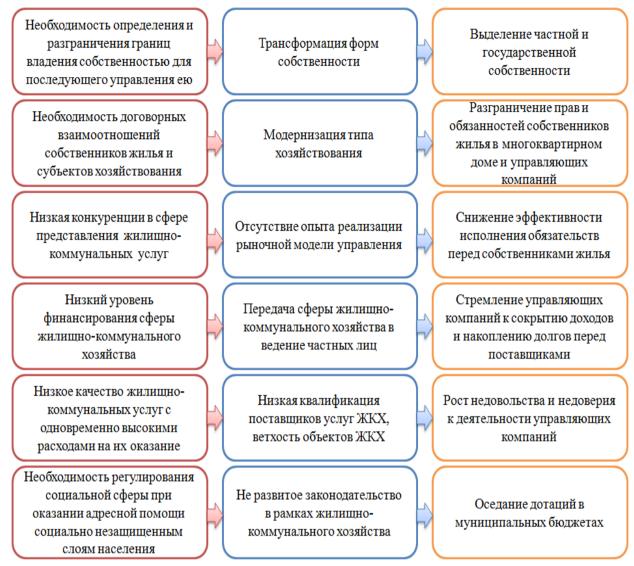


Рис. 1. Причинно-следственные связи проблем в рамках управления и обслуживания многоквартирных домов

Во исполнение указанной подпрограммы, в 2005 году был введен в действие Жилищный Кодекс РФ, определяющий порядок и способы управления многоквартирными домами. Так, в частности, статья 161 ЖК РФ определяет необходимость для собственников жилья осуществить выбор одного из вариантов управления, особенности которых приведены в таблице.

Как показывает практика, предпочтительными способами управления многоквартирными домами стали второй и третий способы, т.е. передача в управление и обслуживание МКД управляющей компании или управление созданными ТСЖ, ЖСК. Так, в частности в настоящее время, в России действует 49196 управляющих компаний и 32333 ТСЖ, ЖСК и иных специализированных кооперативов.

Управляющая компания в сфере жилищного хозяйства, как и любая организация, осуществляющая свою деятельность в социальной сфере в рамках рыночного механизма хозяйствования, сталкивается с двумя группами основных проблем [6...11]:

✓ первая группа проблем связана с взаимодействием с собственниками жилья;

✓ вторая группа проблем имеет непосредственное отношение к взаимодействию с поставщиками жилищных и коммунальных услуг.

Авторами были изучены обе группы проблем взаимодействия, установлены их причины и определены их последствия. Результаты представлены на рис. 2.

Преимущества и особенности способов управления многоквартирными домами					
Характеристика способа управления	Преимущества	Особенности			
1 способ – Управление многоквартирными домами непосредственно собственниками помещений	Возможность индивидуального регулирования объема и качества услуг ЖКХ	Активное участие собственников жилья в управлении многоквартирным домом, непосредственное взаимодействие с поставщиками услуг ЖКХ			
2 способ — Управление многоквартирными домами путем создания товариществ собственников жилья либо жилищных кооперативов или иной организации, специализирующейся на управлении	Большая степень влияния на политику и деятельность ТСЖ. Возможность выбора поставщиков услуг. Возможность получения дополнительного дохода от предпринимательской деятельности. Более высокое качество предоставляемых услуг.	Собственники имеют четкое разграничение обязанностей и осуществляют их на платной основе			
3 способ – Управление многоквартирными домами, осуществляемое управляющей организацией	Деятельность управляющей компании осуществляется на договорной основе. Управлением многоквартирным домом занимаются сторонние люди, имеющие специализированное образование	Содержание и ремонт контролирует управляющая компания. Если собственники задерживают выплаты, УК может провести запланированные работы за собственные средства. Профессиональный выбор подрядчиков			
Сложности выбора, смены способа управления, управляющей компании	Недоработка в законодательстве вопросов о порядке перехода, смены УК	Вся совокупность злоупотреблений со стороны УК			
Злоупотребления при начислении оплаты за жилищно-коммунальные услуги и при распределении денежных средств	Задержка перечислений от УК к поставщикам услуг ЖКХ	Увеличение размеров платежей Рост уровня просрочки платежей в отношении поставщиков услуг			
Низкое качество организации и проведения текушего и капитального ремонта, технического обслуживания	Перенос финансовой ответственности на жильцов и собственников	Снижение объемов и качества услуг ЖКХ			
Низкая открытость информации о целях создания ассоциаций, гильдий управляющих компаний	Стремление УК в первую очередь к защите своих интересов	Недобросовестность исполнения УК своих обязанностей			

Рис. 2. Проблемы управляющих компаний при взаимодействии с собственниками жилья

Рассмотрим каждую из приведенных на рис. 2 проблем более подробно.

Первая проблема связана со сложностью выбора и смены способа управления, а именно – выбора конкретной управляющей компании и возможностью перехода из-под управления одной компании к другой. Указанная проблема связана с несовершенством законодательного и правового регулирования в сфере жилищно-коммунального хозяйства и, в частности, в области деятельности управляющих компаний. На сегодняшний день, сфера жилищно-коммунального хозяйства и деятельность управляющих компаний регламентируются Жилищным Кодексом РФ. В ст. 161 ЖК РФ указано то, что в случае отсутствия единогласного согласия в выборе метода управления многоквартирным домом и конкретной управляющей компании, назначается открытый конкурс. В рамках конкурса выбирается управляющая компания. Однако, в случае желания собственников жилья осуществить смену управляющей компании, последняя в данном процессе может не оказать должного содействия при передаче всей технической и экономической документации, вследствие чего, на протяжении определенного периода многоквартирный дом остается без управления и может быть прекращено оказание услуг поставщиками. Как результат, собственники многоквартирных домов могут пострадать. При этом законодательством не определены четкие сроки, в период которых вся документация должна быть передана от одной управляющей компании к другой.

Вторая проблема связана с перечислением денежных средств за оплату жилищно-коммунальных услуг поставщикам, а также их последующее распределение между ними, организуемое непосредственно управляющей компанией. Представленная проблема связана с тем, что согласно законодательству РФ, все собственники жилья обязаны оплачивать стоимость оказанных им жилищно-коммунальных услуг согласно установленным тарифам и нормам потребления, на основании договора. Распределением денежных средств занимается управляющая компания, которая направляет их, во-первых, на собственные расчетные счета с целью перевода их компаниям поставщикам услуг ЖКХ, во-вторых, на счета ресурсоснабжающих компаний в случае подтверждения объема и качества услуг, в-третьих, остаток денежных средств направляется на выполнение работ по обслуживанию жилого дома. Однако, вследствие износа коммунальной инфраструктуры, часто бывают ситуации, связанные с низким качеством коммунальных услуг, оплата которых, тем не менее, производится в полном объеме. Такая ситуация влечет за собой недовольство со стороны собственников жилья многоквартирных домов, и их нежелание оплачивать счета, что в свою очередь, приводит к росту задолженности управляющей компании перед ресурсоснабжающими компаниями. Кроме того, при определении суммы расходов, оплачивать которые обязаны собственники жилья, на оплату капитального ремонта многоквартирного дома не принимается в расчет его текущее состояние.

Третья проблема связана с ранее упомянутым капитальным и текущим ремонтом жилых домов, в частности связана с проблемой содействия со стороны местных органов власти в планировании и организации ремонтов. При рассмотрении данной проблемы отметим тот факт, что согласно жилищному законодательству РФ, собственники многоквартирных домов также несут ответственность за часть имущества (несущие стены, трубопроводы, места общего пользования и т.д.), находящегося в общем пользовании, ремонт и обустройство которых ложится на их плечи. При этом многие собственники в силу правовой неграмотности не обладают информацией о том, что ремонт этого имущества может и должен быть произведен в процессе организации текущего и капитального ремонта. Данным незнанием пользуются управляющие компании при повышении стоимости расходов на ремонт и обслуживание многоквартирных домов, что вызывает резкое недовольство со стороны собственников жилья. Более того, в виду высокой аварийности жилья муниципальные органы власти оказывают финансовую помощь в проведении текущих ремонтов, однако при этом управляющие компании продолжают увеличивать стоимость расходов на их организацию за счет жильцов, что в целом нарушает жилищное законодательство и права жителей многоквартирных домов.

Четвертая проблема — создание на основании Федерального закона от 01.12.2007 № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» многочисленных Ассоциаций и Гильдий управляющих компаний, ответственность которых перед органами власти не определена. Как результат действия указанного закона, принятие решений о распределении денежных средств, полученных управляющими компаниями от собственников жилья, осуществляется ими самостоятельно, без отчетности перед органами местного самоуправления. Как показала практика, следствием такой ситуации является недобросовестное исполнение управляющими компаниями своих обязанностей, в частности, например, образование огромных задолженностей управляющих компаний перед поставщиками услуг жилищно-коммунального хозяйства, устранение которых осуществляется преимущественно путем банкротства одной управляющей компании и появлением другой. При этом руководители компаний не меняются, а изменяется только правоустанавливающая документация и название.

Что касается проблем взаимодействия управляющих компаний с поставщиками услуг жилищно-коммунального хозяйства, то они были приведены при рассмотрении взаимодействия управляющих компаний с собственниками жилья. Анализ показывает, что основными проблемами в данном случае выступают:

✓ рост задолженности управляющих компаний перед поставщиками жилищно-коммунальных услуг, обусловленный как неплатежами со стороны собственников жилья многоквартирных домов, так и недобросовестным исполнением договорных обязательств со стороны управляющих компаний;

✓ не соблюдение поставщиками жилищно-коммунальных услуг должного технического состояния собственных коммуникаций, что влечет за собой снижение качества коммунальных ресурсов, рост затрат на представляемые услуги, оплата которых ложиться на плечи собственников жилья многоквартирных домов, что влечет за собой появление первой проблемы вследствие негативного отношения в данному факту.

Таким образом, установлено, что преимущественным способом управления и обслуживания многоквартирным домом является выбор профессиональной управляющей компании, что, однако, сопровождается рядом проблем, возникающих при ее взаимодействии с собственниками жилья и поставщиками жилищно-коммунальных услуг, основными причинами которых являются:

- ✓ правовая неграмотность населения страны;
- ✓ несовершенство правового и законодательного регулирования деятельности управляющих компаний и их взаимодействия с собственниками жилья и поставщиками услугжилищно-коммунального хозяйства.

Авторами предложен следующий перечень мероприятий для решения указанных проблем, и в частности, повышения качества эксплуатации жилищного фонда и предоставляемых жилищно-коммунальных услуг:

- ✓ первое мероприятие направлено на повышение эффективности взаимодействия между органами государственного управления и местного самоуправления, в части совершенствование законодательного регулирования деятельности управляющих компаний и внедрение современных цифровых технологий [12];
- ✓ второе мероприятие связано с повышением профессионализма системы оказания жилищно-коммунальных услуг населению, которая будет включать правовую и юридическую консультации по вопросам ЖКХ [13], а также широкую просветительскую и информационную работу о направлениях расходования управляющими компаниями денежных средств, оставшихся после оплаты поставщикам услуг ЖКХ и проведения основных ремонтных работ помещений общественного пользования;
- ✓ третье мероприятие развитие в рамках сферы жилищно-коммунального хозяйства частно-государственного (муниципального) партнерства, как основной формы построения взаимоотношений между управляющими компаниями, собственниками жилья многоквартирных домов и органами власти;

✓ четвертое мероприятие предполагает повышение прозрачности тарифной политики.

Заключение.

В работе была проанализирована специфика различных способов управления много-квартирными домами, сложившаяся в Российской Федерации после принятия нового Жилищного Кодекса. Всесторонний анализ законодательной базы и научных исследований в области управления жилищным фондом позволил определить современные проблемы взаимодействия участников в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

Предложен комплекс мероприятий, направленных на повышение качества предоставляемых жилищно-коммунальных услуг, реализация которых возможна только при активной работе законодательных и исполнительных органов власти всех уровней. Это позволит разрешить проблемы взаимодействия управляющих компаний с собственниками жилья многоквартирных домов и поставщиками жилищно-коммунальных услуг, наладив эффективный диалог между всеми участниками, обеспечив безопасность и комфортность проживания людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Реформирование финансового механизма сферы жилищно-коммунальных услуг в трансформирующейся экономике России / Л. Ф. Аксенов [и др.]. Ростов-на-Дону: Книга, 2006.-208 с.
- 2. **Мосякина, К. Е.** Современные проблемы жилищно-коммунального хозяйства / К. Е. Мосякина // Аллея науки. -2018. T. 6. N 6(22). C. 439-444.
- 3. **Масалытина, А. Е.** Современные проблемы в сфере жилищно-коммунального хозяйства / А. Е. Масалытина // Пищевые инновации и биотехнологии: материалы V Международной научной конференции, Кемерово. 2017. С. 528-529.
- 4. **Гарькина, И. А.** Капитальный ремонт зданий и сооружений: необходимость обоснования / И. А. Гарькина, И. Н. Гарькин // Аллея науки. 2017. Т. 2. № 12. С. 25-29.
- 5. Дементьева, М. Е. Планирование капитального ремонта жилищного фонда / М. Е. Дементьева // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сборник материалов международной научной конференции, Москва. 2017. С. 809-813.
- 6. **Брежнев, Ф. Ф.** Перспективы развития российского рынка управляющих компаний в сфере ЖКХ / Ф. Ф. Брежнев // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. -2014. № 4. С. 325-328.
- 7. **Кицай, Ю. А.** Роль управляющих компаний и муниципальных органов власти в сфере ЖКХ / Ю. А. Кицай // Юридические науки: проблемы и перспективы: материалы Международной заочной научной конференции, Пермь. 2012. С. 31-33.
- 8. **Малмыгина, К. Ю.** Проблемы и тенденции развития управляющих компаний в сфере жилищно-коммунального хозяйства / К. Ю. Малмыгина. // Молодой ученый. -2018. -№ 17(203). C. 194-197.
- 9. **Осипенко, О. В.** Регулирование деятельности управляющих компаний на рынке жилищно-коммунальных услуг в г. Ростове-на-Дону / О. В. Осипенко // Инженерный вестник Дона. -2013. -№ 3(26). C. 13.
- 10. **Шайахметов, Р. Р.** Правонарушения без наказания в жилищно-коммунальной сфере: существующие риски и пути их преодоления/ Р. Р. Шайахметов // Вестник УГУЭС. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2015. № 1(11). С. 84-89.
- 11. **Кашина, Н. В.** Применение специальных счетов в расчетах организации / Н. В. Кашина, Р. Н. Сафиуллина // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2014. № 2. С. 246-248.

- 12. Дементьева, М. Е. Специфика внедрения ВІМ-технологий на этапе эксплуатации зданий / М. Е. Дементьева, А. В. Дементьева, А. Ю. Губский, Р. Р. Губская // БСТ: Бюллетень строительной техники. -2018. № 7(1007). С. 62-64.
- 13. **Горюшинская, И. Е.** Повышение качества жилищно-коммунальных услуг через формирование инновационной кадровой политики в ЖКХ / И. Е. Горюшинская, М. В. Долженкова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. − 2019. − № 3(10). − С. 95-101.

Поступила в редакцию 15 ноября 2020

MODERN PROBLEMS AND TRENDS IN HOUSING MANAGEMENT

N. M. Lebed, M. E. Dement'eva

Lebed Nikita Mikhailovich, graduate student, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russian Federation, phone: +7(916)681-21-88; e-mail: dinamo.lebed@yandex.ru

Dement'eva Marina Evgen'evna, Cand. tech. sciences, associate Professor the Department of Housing and Communal Services, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russian Federation, phone: +7(916)353-18-31; e-mail: 7dem@mail.ru

The main problems associated with the interaction of management companies with owners of residential premises of apartment buildings and suppliers of housing and communal services are considered. The task was set to improve the quality of the housing stock. Causal relationships of problems in the management and maintenance of apartment buildings have been established, the key ones of which are low competitiveness in the management of housing stock, an increase in debt to utility providers, underdevelopment of legal and legislative regulation of the activities of management companies, legal illiteracy of the population, unjustified increase in prices for housing and communal services, causing dissatisfaction on the part of apartment building owners. The description of the advantages and features of various methods of management of apartment buildings is given. To achieve the goals set to improve the quality of housing stock operation, a list of measures has been proposed that will help build more effective relationships between all participants in the operational process and level out existing problems in the work of management companies when interacting with homeowners, thereby ensuring the required quality of housing and communal services.

Keywords: technical operation; housing and communal services; management company; legal and legislative regulation.

REFERENCES

- 1. **Aksenov L. F.** Reforming the financial mechanism of the sphere of housing and communal services in the transforming economy of Russia. Rostov-on-Don, Kniga. 2006. 208 p. (in Russian)
- 2. **Mosyakina K. E.** *Modern problems of housing and communal services*. Alley of Science. 2018. T. 6. No. 6(22). Pp. 439-444. (in Russian)
- 3. **Masalytina A. E.** *Modern problems in the field of housing and communal services*. Kemerovo, Food Innovation and Biotechnology. 2017. Pp. 528-529. (in Russian)
- 4. **Garkina I. A., Garkin I. N.** Overhaul of buildings and structures: the need for justification. Alley of Science. 2017. T. 2. No. 12. Pp. 25-29. (in Russian)
- 5. **Dement'eva M. E.** *Planning major repair of housing stock*. Moscow, Integration, partnership and innovation in building science and education: a collection of articles of the international scientific conference. 2017. Pp. 809-813. (in Russian)

- 6. **Brezhnev F. F.** *Prospects for the development of the Russian market for housing and public utilities management companies.* Humanities, socio-economic and social sciences. 2014. No. 4. Pp. 325-328. (in Russian)
- 7. **Kitsay Yu. A.** *The role of management companies and municipal authorities in the housing sector.* Permian, Legal Sciences: Problems and Prospects. 2012. Pp. 31-33. (in Russian)
- 8. **Malmygina K. Yu.** Problems and development trends of management companies in the field of housing and communal services. Young scientist. 2018. No. 17(203). Pp. 194-197. (in Russian)
- 9. **Osipenko O. V.** Regulation of the activities of management companies in the market of housing and communal services in Rostov-on-Don. Don's Engineering Gazette. 2013. No. 3(26). Pp. 13. (in Russian)
- 10. **Shayakhmetov R. R.** Offenses without punishment in the housing and communal sector: existing risks and ways to overcome them. USUES Bulletin. Science, education, economics. Series: Economics. 2015. No. 1(11). Pp. 84-89. (in Russian)
- 11. **Kashina N. V., Safiullina R. N.** *Application of special accounts in the organization's calculations*. Bulletin of Kazan State Technical University. A. N. Tupolev. 2014. No. 2. Pp. 246-248. (in Russian)
- 12. **Dement'eva M. E., Dement'eva A. V., Gubsky A. Yu., Gubskaya R. R.** Features of introduction of BIM technologies at the exploitation of buildings. BST: Construction Equipment Bulletin. 2018. No. 7(1007). Pp. 62-64. (in Russian)
- 13. **Goryushinskaya I. E., Dolzhenkova M. V.** *Improving the quality of housing and communal services through the formation of an innovative personnel policy in housing and communal services.* Housing and communal infrastructure. 2019. No. 3(10). Pp. 95-101. (in Russian)

Received 15 November 2020

Для цитирования:

Лебедь, Н. М. Современные проблемы и тенденции в управлении жилищным фондом / Н. М. Лебедь, М. Е. Дементьева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2020. -№ 4(15). - C. 106-113.

FOR CITATION:

Lebed N. M., Dement'eva M. E. *Modern problems and trends in housing management.* Housing and utilities infrastructure. 2020. No. 4(15). Pp. 106-113. (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.

Осуществляется подписка на журнал «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура». Подписной индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 81025.

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 A4; 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:

русскоязычная 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, звания (звания в негосударственных академиях наук и почётные звания не указывать), должность, наименование учреждения, в котором работает автор, город, страна, контактный телефон; е-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, соз 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;
 - ф 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; е-mail автора; выравнивание по ширине, (шрифт 10 пт, обычный);
 - ✓ аннотация: перевод, идентичный русскому варианту;
 - ✓ ключевые слова (Keywords);
 - ✓ библиографический список (REFERENCES).

