ISSN 2541-9110

ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО
и коммунальная инфраструктура

№ 2(9), 2019

Воронежский государственный технический университет

Строительные конструкции, здания и сооружения

Экология и безопасность городской среды

Градостроительство. Реконструкция, реставрация и благоустройство

Экономика и организация строительства

Инженерные системы и коммуникации

Дорожно-транспортное хозяйство и строительная техника

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО
и коммунальная инфраструктура

№ 2(9), 2019

ПО ВОПРОСАМ

РАЗМЕЩЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ СТАТЕЙ

ОБРАЩАТЬСЯ В РЕДАКЦИЮ

НАУЧНОГО ЖУРНАЛА

ЖИЛИЩНОЕ ХОЗЯЙСТВО
и коммунальная инфраструктура

Адрес редакции:

394006, Россия
г. Воронеж,
ул. 20-летия Октября, дом 84, корп. I, ауд. 1326;
тел. (473) 271-28-92;
E-mail: vstu.gkh@gmail.com

ISSN 2541-9110

Научный журнал
Воронежского государственного технического университета

Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура

Издается с 2017 года

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

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

Выходит 4 раза в год

Журнал публикует материалы по следующим разделам:

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

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

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

Воронеж

ISSN 2541-9110

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»

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. № 2(9). 2019

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

Редакционная коллегия:

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)

Блех Е. М., д-р экон. наук, профессор (Институт отраслевого управления РАНХиГС), г. Москва

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

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

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

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

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

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

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

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)

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

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

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

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

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

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

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, 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)

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

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

Столобушкин 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)

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

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

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

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

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

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

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

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

Дизайн обложки Якубенко А. В. *Фото обложки* Шмелев Г. Д.

Дата выхода в свет 31.05.2019. Усл. печ. л. 13,0. Формат 60×84/8. Тираж 500 экз. Заказ № 88

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 – 69631

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

Цена свободная

Адрес редакции: 394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, дом 84, ком. 1326;
тел. (473) 271-28-92; e-mail: vstu.gkh@gmail.com.

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

Housing and utilities infrastructure. No. 2(9). 2019

EDITORIAL COUNCIL

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

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

Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 Professor, Deputy Director on scientific work of Institute of building technology and environmental engineering systems (Kazan State University of Architecture and Civil Engineering)

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

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

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

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

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

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

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

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

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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Cover design Yakubenko A. V. *Photo cover* Shmelev G. D.

Date of publication 31.05.2019. Conventional printed sheets 13,0. Format 60×84/8. Circulation 500 copies. Order 88

Registration certificate ПИ № ФС 77 – 69631

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

Price free

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Шмелев Г. Д., Ишков А. Н., Малева Н. А.
Анализ современной терминологии в области надежности и долговечности строительных конструкций ……..……..……....9

Елецких Д. А.
Оценка современного состояния производства строительных материалов и изделий в Воронежской области……..17

Уткин В. С.
Расчет несущей способности висячих свай по несущей способности грунта оснований с учетом отрицательных сил трения-сцепления…….26

Шмелев Г. Д., Кононова М. С., Малева Н. А.
Методика оценки технического состояния, прогнозирования и обоснования остаточного срока службы строительных конструкций……..34

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ

Мерщиев А. А., Янко Н. М., Кремнева А. А.
Воздухообмен многофункционального универсального спортивного комплекса……...43

Новосельцев Б. П., Мерщиев А. А., Соловьев С. А.
Выбор системы отопления для встроенных в жилые дома помещений общественного назначения…….50

Кондауров П. П., Рубцов А. В.
Исследование деформационных характеристик П-образного компенсатора, изготовленного из термостабильного полиэтиленового трубопровода…….56

Шепс Р. А., Шашин А. В., Жерлыкина М. Н., Шичкин В. В.
Определение энергетической эффективности механической вентиляции помещений с выделением вредных веществ……..…..……..62

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО

Коростелева Н. В., Долганов В. А., Азизов Д. И.
Актуальность использования овражных территорий в градостроительстве на примере города Волгограда……...69

ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ХОЗЯЙСТВО И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Коростелева Н. В., Басов В. А.
Актуальность строительства транспортно-пересадочного узла в городе Волгограде…….79

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Шальнев О. Г., Шибаева М. А., Околелова Э. Ю.
Модернизация коммунальной инфраструктуры в условиях финансирования на основе государственно-частного партнерства……..88

Кононова М. С., Крючкова Е. А., Епишева А. К.
Оценка технико-экономической эффективности транспортировки твердых коммунальных отходов…….95

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ……..…..103

© Воронежский государственный технический университет, 2019

CONTENTS

BUILDING CONSTRUCTION, BUILDINGS AND STRUCTURES

Shmelev G. D., Ishkov A. N., Maleva N. A.
Reliability, durability and service life of buildings and their structural components ……..……9
Eletskikh D. A.
Assessment of the current state of the production of building materials
and products in the Voronezh region ……17
Utkin V. S.
Ultimate load on friction piles on soil base bearing capacity with negative skin friction.……...26
Shmelev G. D., Kononova M. S., Maleva N. A.
Methodology of technical condition assessment, forecasting and justification
of remaining service life of building structures……..34

ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

Mershchiyev A. A., Janko N. M., Kremneva A. A.
Airexchange of the multipurpose universal sportscomplex……43
Novoseltsev B. P., Mershchiyev A. A., Solovyov S. A.
The choice of heating system for built-in residential building public rooms……...…50
Kondaurov P. P., Rubtsov A. V.
Investigation of the deformation characteristics of the U-shaped compensator,
made of the thermostable polyethylene pipeline……56
Sheps R. A., Shashin A. V., Zherlykina M. N., Shichkin V. V.
The definition of energy efficiency mechanical ventilation with emissions……...62

CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION AND LANDSCAPING

Korosteleva N. V., Dolganov V. A., Azizov D. I.
Urgency of the use of warrant territories in town planning
on the example of the city of Volgograd……69

ROAD TRANSPORT, AGRICULTURE AND CONSTRUCTION MACHINES

Korosteleva N. V., Basov V. A.
The actuality of the construction of a transport and transmission knot
in the city of Volgograd ……...……..79

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

Shalnev O. G., Shibaeva M. A., Okolelova E. Y.
Innovative modernization of municipal infrastructure in financing terms
on the basis of public-private partnership ……..88
Kononova M. S., Kryuchkova E. A., Episheva A. K.
Evaluation of technical and economic efficiency of transportation of solid communal waste……95

WRITING RULES AND GUIDELINES……..……..……..103

© Voronezh State Technical University, 2019

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

УДК 69.059.4

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Г. Д. Шмелев, А. Н. Ишков, Н. А. Малева

Шмелев Геннадий Дмитриевич, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)254-92-96; e-mail: shmelev8@mail.ru
Ишков Алексей Николаевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-52-49; e-mail: ishkov1.78@mail.ru
Малева Ника Александровна, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: ishkov1.78@mail.ru

Представлен анализ современной терминологии в области надежности и долговечности строительных конструкций, приведенной в специальной литературе, а также регламентированной действующими нормативными документами Российской Федерации. Установлено отсутствие единого подхода к пониманию терминов «долговечность», «надёжность» и «вероятность безотказной работы» строительных конструкций. Выявлено дублирование определений терминов «долговечность» и «надежность» строительных конструкций, а применительно к строительным объектам эти термины практически идентичны и если отличаются друг от друга, то только незначительными нюансами лингвистики русского языка. Предложены уточненные определения терминов «надежность», «долговечность» и «вероятность безотказной работы» строительных конструкций и строительных материалов. Рекомендовано термин «долговечность» относить к строительным материалам, а термин «надежность» к строительным изделиям, конструкциям, а также зданиям и сооружениям. Под термином «долговечность» предлагается понимать способность строительных материалов и грунтов сохранять механические, физические, химические и технологические свойства и обеспечивать нормальную эксплуатацию строительных конструкций, зданий и сооружений в течение всего срока службы. Определение термина «надежность» предложено изложить в следующей редакции: способность строительного объекта выполнять требуемые функции в течение всего срока нормальной эксплуатации. Термин «вероятность безотказной работы» рекомендовано трактовать как вероятность нормальной работы до появления первого критического отказа несущих конструкций.

Ключевые слова: срок службы; долговечность; надежность; строительный объект; строительные конструкции; нормальная эксплуатация; капитальный ремонт.

В публикациях и научных работах разного уровня ряда современных исследователей [1…13] отмечается несогласованность понятий, касающихся вопросов надежности и долговечности строительных конструкций зданий и сооружений, а также сроков их службы.

Следует отметить, что нормативная база, касающаяся положений надежности и долговечности сложных систем, к числу которых относятся все современные здания и сооружения, понятий и определений, используемых в этой области науки и техники, в последние годы интенсивно обновляется и совершенствуется. Помимо действовавшего длительное время нормативного документа ГОСТ 20911-89 «Техническая диагностика. Термины и

© Шмелев Г. Д, Ишков А. Н., Малева Н. А., 2019

определения» в 2015 году вступили в силу в новой редакции, следующие межгосударственные стандарты:

- ✓ ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике. Термины и определения»;
- ✓ ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения».

При этом первый нормативный документ (ГОСТ 27.002-2015) заменил ранее действовавший документ (ГОСТ 27.002-89) с аналогичным названием.

Следует отметить, что новый документ, регламентирующий область строительства (ГОСТ 27751-2014) учитывает основные положения европейского стандарта «Основы проектирования сооружений» (EN 1990:2002 Basic of structural design) и международного стандарта «Основные принципы надежности сооружений» (ISO 2394:1998 General principles on reliability for structures).

Целью настоящей статьи является попытка разобраться в имеющейся терминологии и определиться с показателями сроков службы зданий различного назначения

В действующем нормативно-техническом документе ГОСТ 27761-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» даны уточненные определения для ряда терминов, характеризующих сроки службы и условия эксплуатации строительных конструкций, зданий и сооружений:

- ✓ расчетный срок службы;
- ✓ долговечность;
- ✓ срок службы;
- ✓ надежность строительного объекта.

Попытаемся проанализировать приведенные термины и определения с использованием материалов из других нормативных документов. Для начала сравним определения терминов «надежность» и «долговечность». Для большей наглядности представим эти определения в табличной форме, (тал.).

Сравнение терминов и определений по разным нормативным документам

Термин	Определение по межгосударственному стандарту	
	ГОСТ 27761-2014	ГОСТ 27.002-2015
Долговечность	Способность строительного объекта **сохранять прочностные, физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию** в течение расчетного срока службы	Свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания и ремонта до достижения предельного состояния
Надежность	Способность строительного объекта **выполнять требуемые функции** в течение расчетного срока эксплуатации	Свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования
Вероятность безотказной работы	-	Вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет
Примечание – прочностные (механические), технологические, физические и химические свойства присущи строительным материалам, для строительных конструкций следует говорить об их несущей способности и целостности, а для зданий и сооружений наиболее характерными свойствами следует считать пространственную жесткость, устойчивость и геометрическую неизменяемость.		

Сопоставляя определения терминов «надежность» и «долговечность» по (ГОСТ 27761-2014) получаем, что фактически, исходя из приведенных определений, термины дублируют друг друга. Для наглядности приведем эти термины и определения в виде таблицы 1, в которую, для сравнения, добавим термины и определения из второго нормативного документа (ГОСТ 27.002-2015).

Термин «вероятность безотказной работы» приведен в табл. не случайно. Его анализ и применимость к «строительным объектам» будет рассмотрена в настоящей статье далее, после анализа терминов «надежность» и «долговечность». Расхождения в определениях терминов «надежность» и «долговечность» по ГОСТ 27761-2014 в табл. выделены полужирным шрифтом. При этом следует отметить, что под «строительным объектом» в соответствии с (ГОСТ 27761-2014) подразумевается строительное сооружение, здание, помещение, строительная конструкция, строительное изделие или основание.

Для получения полного представления о «надежности» строительного объекта следует, прежде всего, разобраться с тем, какие функции заложены при его изготовлении и какие требуемые функции он должен выполнять в течение расчетного срока службы (эксплуатации). Поскольку термин «строительный объект» обобщает в себе другие отличные друг от друга термины, разберемся с их функциями по отдельности.

Под термином «основание» по ГОСТ 27761-2014 подразумевается часть массива грунта, взаимодействующая с конструкцией сооружения, воспринимающая воздействия, передаваемые через фундамент и подземные части сооружения и передающие на сооружение техногенные и природные воздействия от внешних источников. Исходя из приведенного определения, основание любого здания или сооружения выполняет следующие функции:

- ✓ взаимодействие с конструкциями здания или сооружения и восприятие нагрузок от них, передаваемых через фундаменты;
- ✓ передачу на здание или сооружение техногенных и природных воздействий от внешних источников.

Для выполнения первой из указанных функций основание, представленное грунтами, находящимися непосредственно под фундаментом здания или сооружения, должно обеспечивать в процессе длительной эксплуатации постоянство своих свойств. В соответствии с требованиями, изложенными в нормативном документе СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений», при проектировании оснований и фундаментов должна обеспечиваться невозможность наступления какого-либо предельного состояния. При этом под первым предельным состоянием для оснований понимается невозможность дальнейшей эксплуатации (потеря устойчивости формы и положения; хрупкое, вязкое или иного характера разрушение; резонансные колебания; чрезмерные деформации основания и т.п.). Под второй группой предельных состояний, тот же нормативный документ подразумевает возникновение состояний, затрудняющих нормальную эксплуатацию сооружения, снижающие его долговечность вследствие недопустимых перемещений (осадок, подъемов, прогибов, кренов, углов поворота, колебаний, трещин и т.п.). Таким образом, основание должно выполнять функции обеспечивающие условия нормальной эксплуатации здания или сооружения. В таком случае для грунтов основания термины «надежность» и «долговечность» становятся идентичными по сути, но выраженными разными словами.

Под термином «строительное изделие» в нормативном документе ГОСТ 27761-2014 подразумевается изделие, предназначенное для применения в качестве элемента строительных конструкций и сооружений. В том же документе под термином «строительная конструкция» подразумевается часть сооружения, выполняющую определенные функции несущих или ограждающих конструкций, или являющаяся декоративным элементом. Таким, образом «строительное изделие» является составной частью или элементом «строительной конструкции», которая предназначена для выполнения определенных функций, в зависи-

мости от вида конструкции: несущая, ограждающая или навесная (декоративная). Для несущих конструкций основными функциями является их несущая способность, устойчивость и низкая деформативность. Для ограждающих конструкций основными функциями является ограждение внутренних помещений здания от внешних воздействий (климатических, физических и т.п.). Навесные и декоративные конструкции зданий выполняют частично функции ограждающих конструкций и частично декоративные функции (или функции, обеспечивающие эстетическое восприятие объекта). Соответственно строительные изделия и конструкции выполняют, в зависимости от назначения несущие, ограждающие и декоративные функции, обеспечивающие прочность (несущую способность), устойчивость, деформативность и ряд других функций, включая теплофизические, акустические и изолирующие. В соответствии с целым рядом нормативных документов, применяемых при расчёте и проектировании строительных конструкций и их составляющих (строительных изделий), конструкции рассчитываются по двум группам предельных состояний:

✓ предельные состояния первой группы, приводящие к полной непригодности эксплуатации конструкций;

✓ предельные состояния второй группы, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкций или уменьшающие долговечность зданий и сооружений по сравнению с предусматриваемым сроком службы.

Кроме того, конструкции всех типов должны удовлетворять требованиям по безопасности, эксплуатационной пригодности и долговечности.

Как видно из перечисленных требований к проектированию и изготовлению строительных изделий и конструкций, все они выполняют в процессе длительной эксплуатации определенные функции, связанные с сохранением их прочностных и физических свойств. Соответственно для «строительных изделий» и «строительных конструкций» термины «надежность» и «долговечность» становятся так же по сути идентичными, регламентирующими одни и те же свойства и функции, но выраженные разными словосочетаниями.

Поскольку строительные сооружения, здания и составляющие их помещения образованы за счет пространственного сочетания несущих, ограждающих, навесных и декоративных конструкций, которые передают все воспринимаемые ими нагрузки и воздействия на грунты основания, то все указанное выше для оснований, строительных изделий и конструкций относится и к помещениям, зданиям и сооружениям в целом. Следовательно, и для этих «строительных объектов» термины «долговечность» и «надежность» являются идентичными.

Таким образом, из проведенного сравнительного анализа терминов «долговечность» и «надежность» следует, что для грунтов оснований, строительных изделий и конструкций, выполненных из разных материалов, а также помещений, зданий и сооружений в целом эти термины фактически указывают на возможность сохранения свойств и функций, заложенных при проектировании, изготовлении и строительстве, в течение расчетного срока службы или эксплуатации.

Теперь вернемся к термину «вероятность безотказной работы» по ГОСТ 27.002-2015. Из определения, приведенного в табл. 1 видно, что это вероятность работы до наступления первого отказа. Рассмотрим, что рекомендуют понимать исследуемые нормативные документы под термином «отказ». По ГОСТ 27.002-2015 отказ – это событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта, а по ГОСТ 27761-2014 отказ – это состояние строительного объекта, при котором не выполняются одно или несколько условий предельных состояний. Тогда для строительных объектов под «вероятностью безотказной работы» будем понимать «вероятность того, что в пределах заданной наработки состояние строительного объекта, при котором не выполняются одно или несколько условий предельных состояний, не возникнет».

Из приведенного выше анализа терминов «надежность» и долговечность» для строи-

тельных объектов вытекает, что наступление хотя бы одного предельного состояния свидетельствует о невозможности в дальнейшем сохранять заранее заданные свойства и функции. То есть наступление любого отказа приводит к окончанию не только периода безотказной работы, но и потере строительным объектом свойств, отвечающих за долговечность и функций, обеспечивающих надежность.

Проведенный анализ показывает, что для «строительных объектов» термины «долговечность», «надежность» и «вероятность безотказной работы» абсолютно идентичны и если отличаются друг от друга, то только незначительными нюансами лингвистики и русского языка. Расхождения терминов «долговечность» и «надежность» в части последних фраз в определениях (срок службы и срок эксплуатации) вероятнее всего не имеют значения, поскольку определяют одно понятие «расчетного срока службы» (по ГОСТ 27761-2014) как установленный в строительных нормах или в задании на проектирование период использования строительного объекта по назначению до капитального ремонта и (или) реконструкции с предусмотренным техническим обслуживанием. Расчетный срок службы отсчитывается от начала эксплуатации объекта или возобновления его эксплуатации после капитального ремонта или реконструкции.

Возвращаясь к терминам и определениям «долговечность» и «надежность» следует дополнительно отметить, что этими свойствами, прежде всего, обладают строительные материалы. При этом свойства разделены по группам:

- ✓ механические (прочность, твердость, истираемость, сопротивление удару, упругость, пластичность, хрупкость и др.);
- ✓ физические (удельный вес, объемный вес, плотность пористость, водопоглощение, водопроницаемость, морозостойкость, теплопроводность, огнестойкость, огнеупорность и др.);
- ✓ химические (химическая стойкость, коррозионная стойкость, растворимость, кристаллизация);
- ✓ технологические (вязкость, гвоздимость, свариваемость, обрабатываемость и др.).

Исходя из всего выше сказанного считаем, что термин «долговечность» следует относить к строительным материалам, а термин «надежность» к строительным изделиям, конструкциям, а также зданиям и сооружениям.

Что же касается термина «основание», то для той части массива грунта, который является именно основанием здания или сооружения должны выполняться функции, обеспечивающие несущую способность и устойчивость, а отдельным слоям грунта присущи определенные свойства (текучесть, пластичность, сжимаемость, прочность и т.д.), также как и строительным материалам. То есть следует четко различать массив грунта как часть основания здания или сооружения и грунт как строительный материал.

Заключение.

Установлено отсутствие единого подхода к пониманию терминов «долговечность», «надёжность» и «вероятность безотказной работы» строительных конструкций. Выявлено дублирование определений терминов «долговечность» и «надежность» строительных конструкций, а применительно к строительным объектам эти термины практически идентичны.

Предлагается под термином «долговечность» понимать способность строительных материалов и грунтов сохранять механические, физические, химические и технологические свойства и обеспечивать нормальную эксплуатацию строительных конструкций, зданий и сооружений в течение всего срока службы.

Определение термина «надежность» предлагается изложить в следующей редакции – способность строительного объекта выполнять требуемые функции в течение всего срока нормальной эксплуатации.

Определение термина «вероятность безотказной работы» при использовании для

строительных конструкций зданий и сооружений следует скорректировать следующим образом: вероятность безотказной работы строительной конструкции, здания или сооружения – вероятность нормальной работы до появления первого критического отказа несущих конструкций.

Выводы и рекомендации, представленные в настоящей работе, могут быть использованы экспертными сообществами в области строительно-технической и судебной экспертизы при разработке технических заключений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Карапетов, Э. С.** Управление долговечностью железобетонных мостов в сложных условиях эксплуатации / Э. С. Карапетов, А. А. Белый // Путь и путевое хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 21-25.

2. **Пшеничкина, В. А.** Надежность и долговечность зданий в сейсмически опасных районах / А. А. Пшеничкина // В сб. Экология и безопасность жизнедеятельности. Материалы международного научного симпозиума в рамках Международного Конгресса с демонстрацией новейших достижений в области экологии и безопасности жизнедеятельности. – 1996. – С. 102-104.

3. **Бородай, Д. И.** Исследование влияния типа пролетных строений железобетонных автодорожных мостов на их долговечность / Д. И. Бородай, И. В. Кандаева, С. С. Алюк, Д. С. Науменко, А. С. Чмырь // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2016. – № 1(117). – С. 84-88.

4. **Шапиро, Д. М.** Безотказность и долговечность железобетонных пролетных строений мостовых сооружений / Д. М. Шапиро, А. П. Тютин // Строительная механика и конструкции. – 2016. – Т. 2. – № 13. – С. 89-99.

5. **Елисеева, Л. И.** Долговечность ограждающих конструкций в условиях климата Забайкалья / Л. И. Елисеева, Л. М. Лизункина // В сб. Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов. Сборник статей XVI Международной научно-практической конференции. В 3-х частях. – 2016. – С. 233-238.

6. **Чахоян, А. С.** Влияние надежности на долговечность эксплуатируемых зданий городской застройки / А. С. Чахоян, М. Ю. Клименко // Тенденции развития науки и образования. – 2017. – № 26-1. – С. 46-48.

7. **Асминин, В. Ф.** Влияние пожаров на долговечность строительных конструкций / В. Ф. Асминин, В. Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2008. – № 3(11). – С. 205-210.

8. **Коновалов, А. А.** Оценка срока службы зданий и сооружений в период эксплуатации / А. А. Коновалов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – № 2(22). – С. 9-15.

9. **Шмелев, Г. Д.** Методика оценки риска при прогнозировании остаточного срока службы строительных конструкций / Г. Д. Шмелев // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2013. – № 3. – С. 81-84.

10. **Шмелев, Г. Д.** Параметрические методы прогнозирования остаточных сроков службы железобетонных строительных конструкций / Г. Д. Шмелев, И. В. Николайчев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. – 2013. – № 7. – С. 167-175.

11. **Shmelev, G. D.** Methodology of estimation of the technical condition and calculation of forecasting and substantiation of the residual time of the service of construction structures / G. D. Shmelev // В сборнике международной научно-практической конференции «International innovation research IX», Пенза. – 2017. – С. 62-64.

12. **Shmelev, G. D.** Express evaluation of the probability of unforgettable work of construction structures / G. D. Shmelev, A. N. Ishkov // В сборнике международной научно-практической конференции «European Scientific Conference IV», Пенза. – 2017. – С. 41-43.

13. **Федотова, М. И.** Экспресс метод оценки технических рисков при проведении обследований зданий и сооружений / М. И. Федотова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 3(2). – С. 16-21.

Поступила в редакцию 21 января 2019

RELIABILITY, DURABILITY AND SERVICE LIFE OF BUILDINGS AND THEIR STRUCTURAL COMPONENTS

G. D. Shmelev, A. N. Ishkov, N. A. Maleva

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

Ishkov Alexey Nikolaevich, 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)271-52-49; e-mail: ishkov1.78@mail.ru

Maleva Nika Aleksandrovna, undergraduate student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: malvinka100@mail.ru

Presents an analysis modern terminology in the field of reliability and durability of building structures, presented in the special literature, as well as regulated by the current regulatory documents of the Russian Federation. The absence of a unified approach to understanding the terms «durability», «reliability» and «probability of trouble-free operation» of building structures has been established. Identified duplication of definitions of the terms «durability» and «reliability» of building structures. The analysis shows that for «construction objects» the terms «durability», «reliability» and «probability of failure-free operation» are absolutely identical and, if they differ from each other, then only in minor nuances of linguistics of the Russian language. The authors of this article proposes refined definitions of the terms «reliability», «durability» and «probability of failure-free operation» of building structures and building materials. The term «durability» is recommended to refer to construction materials, and the term «reliability» to construction products, structures, as well as buildings and structures. The term «durability» the authors propose to understand the ability of building materials and soils to maintain mechanical, physical, chemical and technological properties and to ensure the normal operation of building structures, buildings and structures during the entire service life. The definition of the term «reliability» is proposed to be stated in the following edition - the ability of a construction object to perform the required functions during the entire period of normal operation. The term “probability of failure-free operation” is recommended to be interpreted as the probability of normal operation until the appearance of the first critical failure of supporting structures. The conclusions and recommendations presented in this paper can be used by expert communities in the field of technical construction and forensic expertise in the development of technical opinions.

Keywords: service life; durability; reliability; construction object; building structures; normal operation; overhaul.

REFERENCES

1. **Karapetov E. S., White A. A.** *Control of durability of concrete bridges in adverse conditions*. Path and track facilities. 2017. No. 4. Pp. 21-25. (in Russian)

2. **Pshenichkin V. A.** *The Reliability and durability of buildings in seismic areas.* Ecology

and life safety. Materials of the international scientific Symposium within the International Congress with demonstration of the latest achievements in the field of ecology and life safety. 1996. Pp. 102-104. (in Russian)

3. **Boroday D. I, Kandaeva I.V., Alyuk S.S., Naumenko D.S., CHmyr' A.S.** *Investigation of the effect of type of spans of reinforced concrete highway bridges on its durability*. Bulletin of the Donbas national Academy of civil engineering and architecture. 2016. No. 1(117). Pp. 84-88. (in Russian)

4. **Shapiro D. M., Tyutin A. P.** *Reliability and durability of reinforced concrete span structures of bridge structures*. Construction mechanics and structures. 2016. Vol. 2. No. 13. Pp. 89-99. (in Russian)

5. **Eliseeva L. I., Lizunkin L. M.** *Durability of building envelopes in terms of climate of Transbaikalia*. Kulaginsky read: technique and technology of production processes. Collection of articles XVI International scientific-practical conference. In 3 parts. 2016. Pp. 233-238. (in Russian)

6. **Chakhoyan A. S., Klimenko M. J.** *The Effect of reliability on the durability of operated buildings urban development*. Tendencies of development of science and education. 2017. No. 26-1. Pp. 46-48. (in Russian)

7. **Osminin V. F.**, **Manokhin V. I.** *The Effect of fire on durability of building structures* Scientific Bulletin of Voronezh state University of architecture and construction. Construction and architecture. 2008. No. 3(11). Pp. 205-210. (in Russian)

8. **Konovalov A.A.** *Estimation of the service life of buildings and structures during the operation period.* Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. 2011. No. 2(22). Pp. 9-15. (in Russian)

9. **Shmelev G. D.** *Risk assessment methodology in predicting the residual life of building structures*. Academic Bulletin UralNII-Project RAACS. 2013. No. 3. Pp. 81-84. (in Russian)

10. **Shmelev G. D., Nikolaychev I. V.** *Parametric methods for predicting residual life of reinforced concrete building structures*. Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Physical and chemical problems and high technologies of construction materials science. 2013. No. 7. Pp. 167-175. (in Russian)

11. **Shmelev G. D.** *Method of estimating the technical condition.* Penza, In Sat. International Scientific and Practical Conference «International innovation research IX». 2017. Pp. 62-64.

12. **Shmelev G. D., Ishkov A. N.** *Unforgettable work of con struction structures.* Penza, In Sat. of the winners of the IV International Scientific and Practical Conference «European Scientific Conference». 2017. Pp. 41-43. (in Russian)

13. **Fedotova, M. I.** *Express method for assessing technical risks when conducting inspections of buildings and structures.* Housing and communal infrastructure. 2017. No. 3(2). Pp. 16-21. (in Russian)

Received 21 Jan 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Шмелев, Г. Д. Анализ современной терминологии в области надежности и долговечности строительных конструкций / Г. Д. Шмелев, А. Н. Ишков, Н. А. Малева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 9-16.

FOR CITATION:

Shmelev G. D., Ishkov A. N., Maleva N. A. *Reliability, durability and service life of buildings and their structural components*. Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 9-16. (in Russian)

УДК 691

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. А. Елецких

Елецких Дмитрий Андреевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(950)777-83-84; e-mail: dmanel96@yandex.ru

Проведена комплексная оценка современного состояния производства основных видов строительных материалов в Воронежской области в период 2005…2017 гг. Представлен перечень системообразующих предприятий отрасли и дано аналитическое описание территориальной схемы их размещения с указанием положительных сторон и имеющихся недостатков. Приведены данные по динамике производства цемента, извести, сборного железобетона, мелкоштучных стеновых материалов и нерудных материалов на территории региона. Изложена характеристика изменения производственных мощностей отрасли и объема выпуска продукции в 2017 году по сравнению с 2013 годом. Показаны основные причины снижения объемов производства и увеличения уровня износа технологического оборудования промышленности строительных материалов региона. На основе осуществленного SWOT-анализа, который позволяет комплексно оценить сильные и слабые стороны, а также перспективны и возможности отрасли, выявлены наиболее значимые проблемы отраслевого развития. При этом в качестве основных факторов, обусловливающих развитие промышленности строительных материалов, рассматривались географическое положение региона, состояние производственной базы, инвестиционная привлекательность отрасли, обеспеченность граждан жильем, специфика сырьевой базы, подготовка кадров, развитие транспортной и инженерной инфраструктуры. По результатам проведенной оценки сформулированы генеральная цель и мероприятия по повышению эффективности функционирования промышленности строительных материалов Воронежской области.

Ключевые слова: строительные материалы; динамика производства; особенности рынка; технический уровень предприятий.

Промышленность строительных материалов является крупной отраслью национальной экономики, которая обеспечивает возведение зданий и сооружений различного назначения необходимой, так называемой «промежуточной», строительной продукцией. Поскольку в структуре затрат на строительство расходы на материалы, изделия и конструкции составляют более 60 %, а по некоторым источникам – даже более 65 % [1, 2], то очевидным становится существенно важная роль отрасли в формировании стоимости объектов недвижимости. С учетом данного обстоятельства и программируемого Правительством РФ роста объемов строительства, принципиально значимыми оказываются вопросы, комплексной оценки потенциала и перспектив развития производства строительных изделий и конструкций. Принимая во внимание ярко выраженную региональную специфику промышленности стройматериалов и ее «привязку» к местной сырьевой базе, каждому региону для определения «отправной» точки развития потребуется провести анализ современного состояния отрасли с обозначением проблем, сильных позиций и возможностей [3, 4].

Представленная в статье аналитическая информация получена в результате проведенной оценки состояния производства строительных материалов, изделий и конструкций Воронежской области в период 2005…2017 гг.

Следует констатировать, что на территории области функционирует достаточно большое количество предприятий, обеспечивающих строящиеся объекты цементом, нерудными

© Елецких Д. А., 2019

строительными материалами, сухими строительными смесями, известью и мелом, сборными железобетонными конструкциями, строительным кирпичом, мелкими газосиликатными блоками, товарным бетоном и раствором и др.

На 1 января 2018 года по данным Департамента строительной политики Воронежской области общее число крупных предприятий промышленности строительных материалов составляет 23 единицы. При этом к числу основных системообразующих предприятий относятся:

✓ в производстве цемента – Воронежский филиал АО «ЕВРОЦЕМЕНТгруп» (п.г.т. Подгоренский);

✓ в производстве сборных железобетонных конструкций – ОАО «Завод ЖБК» (г. Воронеж), ОАО «Завод ЖБИ-2» (г. Воронеж), ООО «Выбор-ОБД» (г. Воронеж), ООО «СовТехДом» (г. Воронеж), ООО» «Воронежстройдеталь» (г. Воронеж), ООО «Комбинат строительных деталей» (г. Воронеж).

✓ в производстве нерудных строительных материалов – ОАО «Воронежское рудоуправление» (п.г.т. Стрелица), ЗАО «Хохольский песчаный карьер» (г. Воронеж), ООО «Строительные материалы – Тихий Дон» (Богучарский район), ОАО «Павловский неруд» (г. Павловск), ООО «Фармматериалы» (г. Воронеж).

✓ в производстве извести и мела – ООО «Придонхимстрой Известь» (г. Россошь), ОАО «Эльдако» (Лискинский район), ЗАО «Копанищенский комбинат строительных материалов».

✓ в производстве стеновых материалов – ООО «Коттедж-Строй» (г. Россошь), ЗАО «Воронежский комбинат строительных материалов» (г. Воронеж), ЗАО «Лискигазосиликат» (г. Лиски), Лискинский песчаный карьер строительно-монтажного треста «Стройиндустрия» филиала ОАО «РЖДстрой» (г. Лиски), ЗАО «Семилукский комбинат строительных материалов» (г. Семилуки), ОАО «Керамик» (г. Борисоглебск).

Большая часть предприятий, специализирующихся на производстве сборных железобетонных конструкций и мелкоштучных стеновых материалов, расположена в городе Воронеж или вблизи от него, что оказывает, с одной стороны, позитивное влияние на затраты при транспортировании изделий на строительные площадки областного центра, а с другой – формирует условия удорожания строительства в отдаленных малых городах и населенных пунктах. Дополнительно необходимо указать, что предприятия, обеспечивающие сырьевыми материалами производство сборного железобетона, мелкоштучных стеновых материалов, а также сухих смесей, расположены за территорией г. Воронежа – в ближайших районах области, что оказывает положительное воздействие на экологию городской среды. В целом комплексная схема размещения предприятий стройиндустрии характеризуется высокими транспортными затратами, которые явились результатом недостаточного учета взаиморасположения сырьевой базы, производства и потребителей строительных изделий и конструкций.

Отметим, что основными потребителями строительных материалов в Воронежской области являются крупные строительные компании – на их долю приходится более 60 % потребления, на долю же частных потребителей и строительно-ремонтных бригад приходится около 30…40 %. При этом порядка 80 % всех строительных материалов расходуется на возведение жилья (по данным Министерства экономического развития Российской Федерации. Режим доступа http://economy.gov.ru).

Важной особенностью рынка строительных материалов Воронежской области, как, впрочем, и других регионов, является ярко выраженная сезонность: спрос на строительные материалы увеличивается в весенне-летний период и снижается в осенне-зимний период. Такая особенность связана со стремлением потребителей завершить строительство и ремонт до наступления холодов, так как стоимость строительных работ из-за зимних погодных условий может увеличиться в несколько раз.

Для субрынков цемента, железобетонных конструкций и кирпича характерным является низкая доля импорта и высокий спрос на продукцию местных производителей, так как в ходе строительства требуются значительные объемы данного типа продукции, в связи с чем дальние перевозки становятся нерентабельными и влекут за собой увеличение накладных расходов. Следует указать, что в наиболее удаленных от центра населенных пунктах с высокой строительной активностью некоторые строительные организации, обладающие необходимыми материальными и финансовыми ресурсами, предпочитают организовывать собственное производство стройматериалов.

Рост объемов строительства в Воронежской области к 2017 году в сравнении с 2013 годом сопровождался увеличением выпуска цемента в 5,3 раза. В производстве извести с 2013 года произошел резкий скачок – на 14 % в 2014 году, а в 2015 году – даже на 19,8 %. После чего произошел спад на 16,3 %. С 2005 года наметился рост объемов производства нерудных и стеновых мелкоштучных строительных материалов. При этом с 2013 года на 24 % сократился выпуск сборных железобетонных изделий и конструкций, что связанно со снижением доли сборного и увеличением доли монолитного строительства многоэтажных жилых зданий (табл. 1).

Таблица 1

Динамика производства основных видов строительных материалов по Воронежской области в 2005…2017 гг.

Наименование материалов и изделий	**Объем производства по годам**												
	2005	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
1. Цемент, тыс. т	313,0	387	430	166,3	114,9	*	*	*	341,1	1366,9	*	1720,6	1811,2
2. Конструкции и детали сборные железобетонные, тыс. м^3	660,0	642,0	706,0	684,0	487,0	499,6	641,2	648,7	764,4	741,2	626,4	608,9	580,5
3. Известь строительная, тыс. т	391,9	408,9	413,1	373,7	259,4	280,1	340,8	380,7	370,2	430,9	461,4	*	386,2
4. Мелкоштучные стеновые материалы, млн. шт. усл. кирп.	386,4	366,9	518,1	655,3	430,0	435,5	480,6	613,1	579,2	597,8	*	*	*
5. Нерудные строительные материалы, млн. м^3	7,5	7.6	8,8	9,6	9,2	9,2	10,18	11,13	10,5	12,1	*	*	*

Примечание: * – данные отсутствуют

Технический уровень многих предприятий промышленности строительных материалов отстает от современных требований и зарубежных технологий. К выпуску некоторых видов продукции в связи с высокой капиталоемкостью производственных мощностей, большой продолжительностью их создания, низкой инвестиционной привлекательностью не удается привлечь достаточные для эффективного развития отрасли объемы инвестиций [5, 6]. В результате наблюдается старение активной части основных фондов. Так, степень износа технологического оборудования на предприятиях по производству строительных материалов, изделий и конструкций в Воронежской области в среднем превышает 50 % (минимальная степень износа оборудования – 15 %, а максимальная – 87 %).

Низкими темпами осуществляется перевооружение предприятий по производству железобетонных изделий и конструкций, нерудных строительных материалов. Развитию этой тенденции способствует сокращение создания принципиально новых отечественных технологий, машин и оборудования для производства прогрессивных строительных материалов, и добычи необходимого для этого сырья [7, 8, 9].

В создавшейся достаточно сложной социально-политической и экономической ситуации, когда стала очевидной серьезная зависимость отрасли от импортного оборудования, химических добавок и других компонентов, используемых в производстве стройматериалов, происходит постепенное «замещение» импорта путем наращивания объемов выпуска отечественной продукции как на действующих предприятиях, так на основе создания новых [10, 11, 12]. Уже к 2017 году в Воронежской области прирост производственных мощностей по цементу составил 20 %, стеновых материалов – 35,2 %, нерудных строительных материалов – 15,37 % (табл. 2).

Таблица 2

Производственные мощности и объем выпуска основных видов строительных материалов в Воронежской области в 2013 г. и 2017 г.

Наименование материалов, изделий и конструкций	**2013 год**			**2017 год**			**Относительное изменение производственных мощностей в 2017 г. в % к 2013 г.**
	наличие производственных мощностей на 01.01.2013	**объем производства**	**коэффициент использования мощностей**	**наличие производственных мощностей на 01.01.2017**	**объем производства**	**коэффициент использования мощностей**	
Цемент, тыс. т	2400,0	341,1	0,14	3000,0	1811,2	0,6	+20
Известь строительная и мел, тыс. т	843,5	370,2	0,43	828,0	386,2	0,47	-1,83
Сборный железобетон, тыс. $м^3$	781,5	764,4	0,98	720,0	580,5	0,81	-7,87
Стеновые материалы, млн. шт.усл. кирп.	697,8	579,2	0,83	1076,9	*	*	+35,2
Нерудные строительные материалы, млн. $м^3$	11,2	10,5	0,93	13,2	*	*	+15,37

Примечание: * - данные отсутствуют

Пока не могут преодолеть кризисную ситуацию предприятия строительной извести и мела. Для них характерен низкий коэффициент использования производственных мощностей, значение которого не превышает 0,5. Сокращаются и сами мощности – на 1,83 % в 2017 г. по сравнению с 2013 г. Также следует отметить снижение на 7,87 % мощностей заводов сборных железобетонных изделий и конструкций.

Негативное влияние на динамику производства некоторых видов строительных материалов оказывает сформировавшаяся к настоящему моменту тенденция снижения качества выпускаемых строительных материалов, в том числе за счет деятельности частных производителей, не имеющих возможности соблюдать параметры технологии и должным образом контролировать соответствие готовой продукции требованиям действующих нормативных документов. Продукция ненадлежащего качества активно используется в частной малоэтажной застройке, имеющей достаточно крупные объемы в сельских поселениях области.

Выделение наиболее значимых проблем, влияющих на развитие промышленности строительных материалов, целесообразно осуществлять на основе SWOT-анализа, который позволяет комплексно оценить сильные и слабые стороны отрасли, а также перспективные возможности [1].

При проведении SWOT-анализа промышленности строительных материалов Воронежской области рассматривались следующие факторы, обусловливающие ее развитие: географическое положение региона, состояние производственной базы, инвестиционная привлекательность отрасли, обеспеченность граждан жильем, специфика сырьевой базы, подготовка кадров, развитие транспортной и инженерной инфраструктуры (табл. 3).

Таблица 3

SWOT-анализ промышленности строительных материалов Воронежской области

Сильные стороны (Strengths)	**Возможности (Opportunities)**
1. Наличие полного спектра собственных запасов минерально-сырьевых ресурсов для развития предприятий, производящих строительные материалы 2. Высокий спрос на строительные материалы ввиду достаточно высокой динамики жилищного, спортивно-туристического, социально-культурного и производственного строительства, активного развития рынка коммерческой недвижимости 3. Ведущие места среди регионов России по производству цемента, кирпича, сборного железобетона. 4. Высокий «экспортный» потенциал отрасли. 5. Высокий образовательный потенциал.	1. Максимальное использование минерально-сырьевой базы области для обеспечения растущих потребностей предприятий стройиндустрии 2. Активизация инновационной деятельности в строительном комплексе. 3. Увеличение спроса на современные высокотехнологичные и экологически чистые строительные материалы 3. Развитие инфраструктуры для объектов по добыче природного и переработке техногенного сырья, применяемых в производстве строительных материалов и изделий
Слабые стороны (Weaknesses)	**Угрозы (Threats)**
1. Низкая инновационная активность. 2. Дефицит собственных средств и затрудненный доступ к заемным источникам финансирования для реализации инвестиционных отраслевых проектов. 3. Высокая степень износа основных производственных фондов предприятий. 4. Недостаточное применение вторичных ресурсов и отходов промышленности в производстве стройматериалов 5. Низкий уровень развития региональной системы логистических центров, обусловливающий высокие транспортные издержки предприятий стройиндустрии	1. Усиление межрегиональной конкуренции на рынках рабочей силы, инвестиций, товаров и услуг. 2. Дефицит квалифицированных рабочих кадров. 3. Нарастание износа основных фондов. 4. Ухудшение социально-политической и экономической ситуации в стране может негативно, негативно сказывающееся на платежеспособном спросе населения и, как следствие, на потреблении строительной продукции 5. Монополизация рынков и резкий рост цен на строительные материалы. 6. Удорожание энергоносителей и рост издержек предприятий стройиндустрии

Генеральной целью развития промышленности строительных материалов Воронежской области на близкую и среднесрочную перспективы должно стать обеспечение потребностей строительной отрасли региона высококачественными и высокоэффективными строительными материалами, изделиями и конструкциями, способными конкурировать с импортной продукцией, на основе рационального использования всех видов ресурсов при сохранении «чистой» биосферной региональной среды.

В качестве стратегических мероприятий, способствующих достижению указанной цели, следует выделить:

- ✓ модернизацию предприятий промышленности строительных материалов;
- ✓ внедрение в производство инновационных разработок и нанотехнологий;
- ✓ развитие региональной сырьевой базы в направлении сокращения материальных затрат;
- ✓ снижение расхода энергетических и материальных ресурсов на производство единицы продукции на действующих производствах за счет применения современных энерго- и ресурсосберегающих технологий;
- ✓ вовлечение в производство строительных материалов техногенных отходов [13, 14].

Заключение.

Проведенная оценка современного состояния производства строительных материалов в Воронежской области указывает на то, что промышленность строительных материалов региона недостаточно полно использует свой производственный и сырьевой потенциал. В этой связи принципиально важной оказывается проработка вопросов, обеспечивающих повышение эффективности функционирования отрасли.

Обеспечение реализации обозначенных мероприятий, способствующих развитию промышленности строительных материалов Воронежской области, тесно связано с применением инновационных подходов к формированию региональных программ развития отрасли, в которых главная роль должна отводиться внедрению «прорывных» технологий производства, обеспечивающих выпуск ресурсоэффективных и экологически безопасных строительных материалов и изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Акулова, И. И.** Прогнозирование развития регионального строительного комплекса: теория, методология и прикладные задачи: монография / И. И. Акулова. Е. М. Чернышов, В. А. Праслов. – Воронеж.: Воронежский государственный технический университет, 2016. – 162 с.

2. **Чернышов, Е. М.** Вопросы развития промышленности строительных материалов в задаче формирования регионального рынка доступного жилья / Е. М. Чернышов, И. И. Акулова // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. –2004. – № 4(63). – С. 43-45.

3. **Томилов, А. А.** Отраслевые особенности и проблемы обеспечения экономической безопасности предприятий промышленности строительных материалов / А.А. Томилов // Финансово-экономическое регулирование и развитие отраслей, комплексов, предприятий: сборник материалов I Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 231-237.

4. **Акулова, И. И.** Проблемы, методология и стратегия управления развитием производственной базы регионального жилищно-строительного комплекса / И. И. Акулова, Е. М. Чернышов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2003. – № 7. – С. 82-84.

5. **Новикова, Г. Ю.** Роль инвестиционной деятельности в развитии предприятий промышленности строительных материалов / Г. Ю. Новикова, Е. С. Демьянова // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 10-2(87). – С. 662-665.

6. **Кузьмина, В. П.** Развитие кластеров промышленности строительных материалов / В. П. Кузьмина // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2017. – № 3-4(218-219). – С. 20-23.

7. **Усов, Б. А.** К вопросу состояния инновационных направлений развития производства строительных материалов из отходов промышленности / Б. А. Усов, Г. Э. Окольникова, С. Ю. Акимов // Экология и строительство. – 2017. – № 1. – С. 14-25.

8. **Михеев, Д. В.** Актуальные вопросы развития стройиндустрии и промышленности строительных материалов / Д. В. Михеев // Строительные материалы. –2016. – № 6. – С. 4-5.

9. **Копылов, И. А.** Отечественные строительные материалы 2017: итоги и перспективы / И. А. Копылов // Сухие строительные смеси. – 2017. – № 2. – С. 41-43.

10. **Плотникова, Е. В.** Современное состояние и проблемы развития промышленности строительных материалов Российской Федерации / Е. В. Плотникова // Экономика и управление: актуальные вопросы теории и практики: сборник материалов V международной научно-практической конференции: в 2-х томах. – 2016. – С. 61-67.

11. **Евлаш, А. И.** Оценка результативности инвестиционно-инновационной деятельности организаций промышленности строительных материалов / А. И. Евлаш // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. –2017. – № 1(196). – С. 151-156.

12. **Бугай, А. В.** Современное состояние и тенденции развития отрасли строительных материалов в России / А. В. Бугай // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 4(60). – С. 264-274.

13. **Чернышов, Е. М.** К разработке информационной системы поддержки управленческих решений в задачах развития региональной производственной базы жилищного строительства / Е. М. Чернышов, И. И. Акулова // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2002. – № 12(47). – С. 36-37.

14. **Тютюнник, А. А.** Промышленность строительных материалов: проблемы развития и пути их преодоления / А. А Тютюнник., Д. А. Тюкаев // Транспортное дело России. – 2018. – № 3. – С. 39-41.

Поступила в редакцию 13 апреля 2019

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS IN THE VORONEZH REGION

D. A. Eletskikh

Eletskikh Dmitiy Andreevich, undergraduate student, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(950)777-83-84; e-mail: dmanel96@yandex.ru

The complex assessment of the current state of production of main types of construction materials in the Voronezh region during 2005…2017 is carried out. The list of the systemically important enterprises of the industry is submitted and the analytical description of the territorial scheme of their placement with the instruction on positive sides and the available shortcomings is given. Data on dynamics of production of cement, lime, precast concrete, small-pieces wall materials and nonmetallic materials in the territory of the region are provided. Characteristic of change of production capacities of the industry and volume of production in 2017 in comparison with 2013 is stated. The main reasons for decrease in the outputs and increase in level of wear of processing equipment of the industry of construction materials of the region are shown. On the basis of the carried-out SWOT analysis which allows to estimate in a complex strong and weaknesses and also also possibilities of the industry are perspective, the most significant problems of branch development are revealed. At the same time as the major factors causing development of the industry of construction materials the geographical location of the region, a condition of production base, investment attractiveness of the industry, security of citizens with housing, specifics of a source of raw materials, training, development of transport and engineering infrastructure were considered. By results of the carried-out assessment the general purpose and actions for increase in efficiency of functioning of the industry of construction materials of the Voronezh region are formulated.

Keywords: construction materials; dynamics of production; feature of the market; technological level of the enterprises.

REFERENCES

1. **Akulova I. I., Chernyshov E. M., Praslov V. A.** *Forecasting the development of a regional construction complex: theory, methodology and applied tasks: monograph*. Voronezh, Voronezh State Technical University. 2016. 162 p. (in Russian)

2. **Chernyshov E. M., Akulova I. I.** *Questions of development of industry of building materials in the problem of formation of the regional market of affordable housing.* Building materials, equipment, technologies of XXI century. 2004. No. 4(63). Pp. 43-45. (in Russian)

3. **Tomilov A. A.** *Industry features and problems of ensuring the economic security of enterprises of the building materials industry.* Financial and economic regulation and development of industries, complexes, enterprises: collection of articles of the I International Scientific and Practical Conference. 2017. Pp. 231-237. (in Russian)

4. **Akulova I. I., Chernyshov E. M.** *Problems, methodology and strategy of managing the development of the production base of the regional housing and construction complex.* Bulletin of Belgorod State Technological University name V.G. Shukhov. 2003. No. 7. Pp. 82-84. (in Russian)

5. **Novikova G. Yu., Demyanova E. S.** *The role of investment activity in the development of enterprises of the building materials industry*. Economy and Entrepreneurship. 2017. No. 10-2(87). Pp. 662-665. (in Russian)

6. **Kuzmina V. P.** *Development of building materials industry clusters.* Building materials, equipment, technologies of the XXI century. 2017. No. 3-4(218-219). Pp. 20-23. (in Russian)

7. **Usov B. A., Okolnikova G. E., Akimov S. Yu.** *To the question of the state of innovation in the development of the production of building materials from industrial waste.* Ecology and construction. 2017. No. 1. Pp. 14-25. (in Russian)

8. **Mikheev D. V.** *Current issues of development of the construction industry and building materials industry.* Construction Materials. 2016. No. 6. Pp. 4-5. (in Russian)

9. **Kopylov I. A.** *Domestic building materials 2017: results and prospects*. Dry mixes. 2017. No. 2. Pp. 41-43. (in Russian)

10. **Plotnikova E. V.** *The current state and problems of development of the building materials industry of the Russian Federation*. Economics and Management: Current Issues of Theory and Practice: collection of articles of the V International Scientific Practical Conference: in 2 volumes. 2016. Pp. 61-67. (in Russian)

11. **Evlash A. I.** *Evaluation of the effectiveness of investment and innovation activities of organizations of the building materials industry*. Works BSTU. Series 5: Economics and Management. 2017. No. 1 (196). Pp. 151-156. (in Russian)

12. **Bugay A. V.** *The current state and development trends of the building materials industry in Russia.* Modern scientific research and innovation. 2016. No. 4(60). Pp. 264-274. (in Russian)

13. **Chernyshov E. M., Akulova I. I.** *To the development of an information system to support management decisions in the development of a regional production base for housing*. Building materials, equipment, technologies of the XXI century. 2002. No. 12(47). Pp. 36-37. (in Russian)

14. **Tyutyunnik A. A., Tyukayev D. A.** *Building materials industry: problems of development and ways to overcome them*. Russian transport business. 2018. No. 3. Pp. 39-41. (in Russian)

Received 13 April 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Елецких, Д. А. Оценка современного состояния производства строительных материалов и изделий в Воронежской области / Д. А. Елецких // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 17-25.

FOR CITATION:

Eletskikh D. A. *Assessment of the current state of the production of building materials and products in the Voronezh region*. Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 17-25. (in Russian)

УДК 624.154.1

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВИСЯЧИХ СВАЙ ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТА ОСНОВАНИЙ С УЧЕТОМ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ СИЛ ТРЕНИЯ-СЦЕПЛЕНИЯ

В. С. Уткин

Уткин Владимир Сергеевич, д-р техн. наук, профессор кафедры промышленного и гражданского строительства, ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Вологда, Российская Федерация, тел.: +7(8172)51-83-96; e-mail: utkinvogtu@mail.ru

Расчет висячих свай по несущей способности грунта основания регламентирован Сводом Правил СП 13330.2011 «Свайные фундаменты». В основу расчета положены силы трения на поверхности сваи, возникающие в результате срыва (движения) сваи в грунте основания под нагрузкой, и реакции под нижним концом сваи, которые достигают расчетных значений по видам грунтов, которые приведены в табл. 72 и 73 СП. Во-первых, силы сопротивления грунта $f(x)$ и R не могут достигнуть одновременно своего расчетного значения, во-вторых, срыв (движение) сваи недопустим в конструкции, а учет этого условия введением коэффициентов надежности, принятых в СП, вносит неопределенность в результаты расчетов и работу сваи. В-третьих, на нижнем конце сваи в результате действия реакции на сваю возникают отрицательные силы трения, которые не учитываются в Своде Правил. В связи с этим предлагается иной расчет сваи в грунте основания, в котором срыв сваи не допускается и учитываются силы трения-сцепления на поверхности нижнего конца висячей сваи в отличие от существующего метода расчетов свай по СП 24.13330.2011. Он заключается в том, что испытаниями пробных свай путем измерений деформации материала сваи выявляется место (сечение) сваи по ее длине, где деформация сваи равна нулю. Это сечение разделяет силы трения-сцепления на направленные вверх в верхней части сваи и направленные вниз в нижней части сваи. Последние вызываются реакцией на конце сваи и боковым давлением грунта и направлены вниз, поэтому называются отрицательными силами трения. Приводится описание этих сил через реакцию на нижнем конце сваи и боковое давления грунта на сваю, а также через другие факторы индивидуального происхождения. Из уравнения равновесия всех сил, действующих на сваю, находят ее длину при расчетном (известном) значении нагрузки на сваю, а также предельную нагрузку на сваю по несущей способности грунта основания, при замене напряжения под нижним концом сваи значением расчетного сопротивления грунта основания. Проблема заключается в нетрадиционном определении и учете отрицательных сил трения-сцепления на нижнем конце сваи и определения длины сваи с обеспечением эффективности использования несущей способности грунта основания фундамента. В результате приведены расчетные формулы и примеры определения несущей способности сваи по несущей способности грунта основания.

Ключевые слова: висячие сваи; расчетное сопротивление грунта; силы трения-сцепления; несущая способность; расчетная нагрузка; отрицательные силы трения.

Введение.

Несущая способность висячих свай определяется по прочности материала сваи [1, 2], по несущей способности грунта основания [3, 4] и по осадке сваи [5, 6], т.е по первой и второй группам предельных состояний в соответствии с нормами свода правил СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты», а также с правилами Технического кодекса Еврокода 7 «Геотехническое проектирование» (EUROCODE 7: Geotechnical design). Расчетная схема работы сваи в грунте основания по СП 24.13330.2011 представлена на рис. 1, где силы трения $f(x)$ возрастают к нижнему концу сваи и значение их определяется при срыве (движении) сваи.

© Уткин В. С., 2019

Рассмотрим расчет сваи по несущей способности грунта основания, где по СП 24.13330.2011 приходится учитывать отрицательные (негативные) силы трения f_{omp}, которые представлены на рис. 2. Отметим, что в статье пойдет обсуждение о других отрицательных силах трения (см. рис. 3).

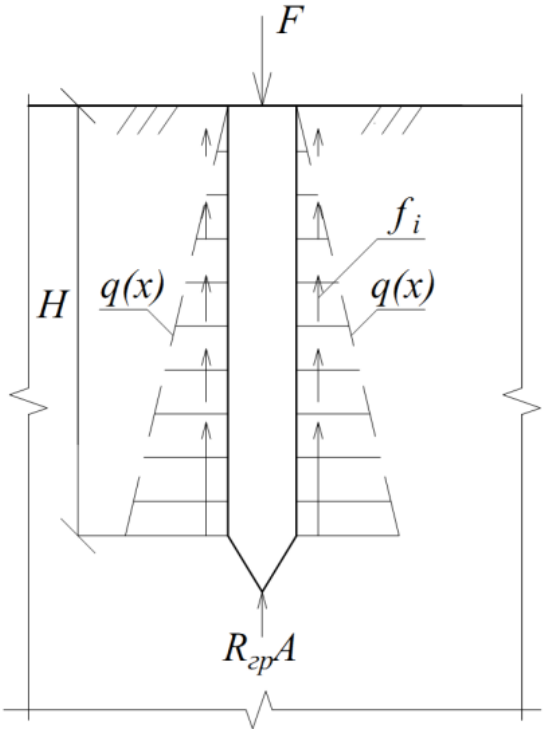


Рис. 1 – Расчетная схема работы висячей сваи в однородном грунте основания при центральном сжатии по СП 24.13330.2011

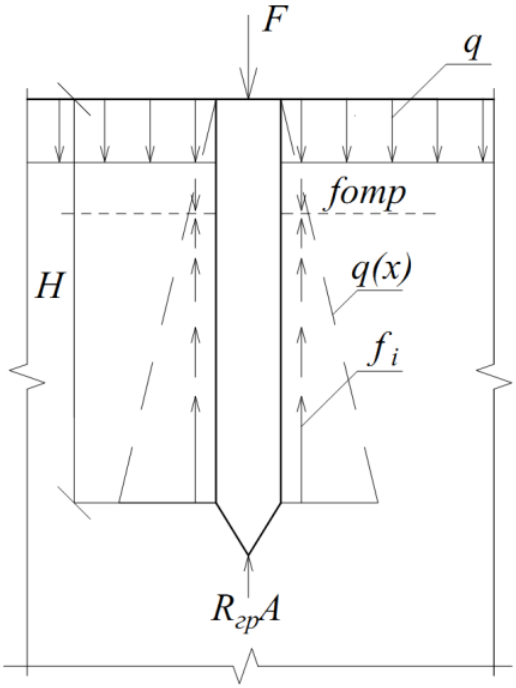


Рис. 2 – Расчетная схема работы сваи в грунте при наличии отрицательных силах трения *f omp.* по СП24.13330.2011

В соответствии с СП 24.13330.2011 в центрально нагруженной свае при сжатии силой F возникают поверхностные силы трения-сцепления *f(x),* а также реакция от грунта на нижнем конце сваи, которая принимается равной *RA*, где *R* расчетное сопротивление грунта основания, *A* –площадь поперечного сечения сваи. Значения *f(x)* и R представлены в табл.7.2 и 7.3 СП 24.13330.2011, как предельные. С ростом глубины основания силы f_i и *RA* возрастают, как показано на рис. 1. Предельная нагрузка на сваю F_d (количественная мера несущей способности сваи) по СП определяется по формуле:

$$F_A = \gamma_c \left(\gamma_{cr} RA + u \sum_{i=1}^{n} \gamma_{cf} f_i h_i \right), \quad (1)$$

где $\gamma_c, \gamma_{cr}, \gamma_{cf}$ – коэффициенты условий работы (коэффициенты «незнания»), *u* – толщина *i*-того слоя грунта; f_i – сила трения. При необходимости в (1) учитываются отрицательные силы трения, показанные на рис. 2. На основе представленной расчетной схемы на рис. 1 работы висячей сваи и формулы (1) производится расчет висячих свай различных конструкций по несущей способности грунта основания в различных условиях работы и способах погружения свай в грунт основания. Возникновение сил f_i объясняется результатом срыва (движения) сваи в грунте при наличии бокового давления на поверхность сваи грунта с интенсивностью *q(x),* как показано на рис. 1, возрастающей к нижнему концу сваи.

Показанная закономерность роста *f*(*x*) предусмотрена в СП 24.13330.2011. Нами предлагается иная работа сваи в грунте основания, иное распределение нагрузки и иные отрицательные силы трения $f_{отр}$. Соответственно будет рассмотрен другой метод расчета висячей сваи при центральном сжатии нагрузкой *F*.

Постановка проблемы.

На практике движение (срыв) сваи в основании фундамента не допускается и это достигается введением коэффициентов запаса в СП 24.13330.2011, значения которых теоретически необоснованны. Проведенные испытания моделей свай в лабораторных условиях без доведения до их срыва показали, что висячие сваи работают по схемам, представленным на рис. 3 (в однородном грунте) в зависимости от нагрузки *F*.

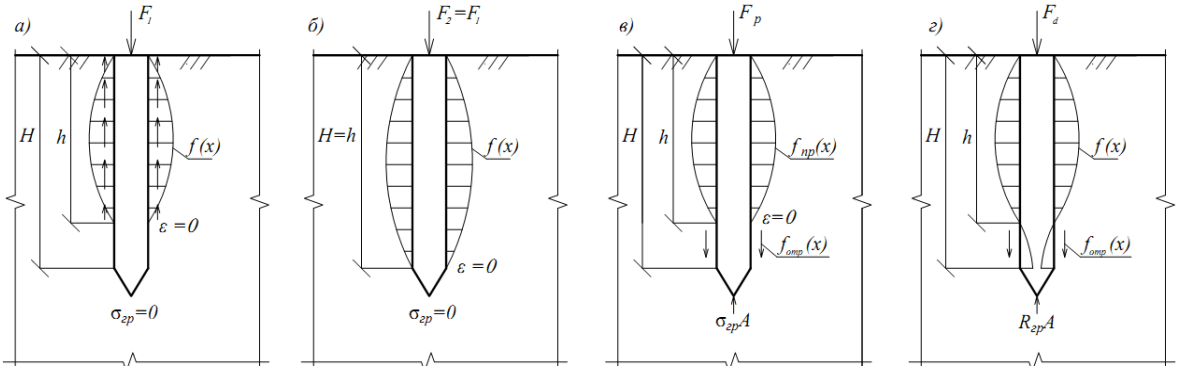


Рис. 3 – Варианты работы висячей сваи в грунте основания

Работа сваи по схеме рис. 3, а при нагрузке F_1 неэффективна, т.к. не используется несущая способность грунта на боковой поверхности сваи и под нижним ее концом, а на рис. 3, б под нижним концом сваи. На практике должна применяться свая с работой в грунте по схеме рис. 3, в, но не приводящая к ее срыву (движению), т.к. в фундаментах свая должна быть неподвижной. По этой схеме реакция *RA* под нижним концом сваи возникает при превышении значением силы $F > F_1$ сил сопротивления *f(x)* на боковой поверхности сваи [5…7], которые по [6…8] возникают вследствие микроперемещений поверхностных слоев сваи (деформаций материала сваи при ее сжатии *Δ(x)* в контакте с грунтом и давлении его на сваю силой *q(x)* [9]. На практике достигнуть работы сваи по схеме рис.3, г, когда одновременно достигаются расчетные значения сил трения *f* на поверхности сваи и значения

расчетного сопротивления *R* грунта под нижним концом сваи, практически невозможно. Одно из них наступает раньше другого и дальнейшее повышение нагрузки *F* на сваю недопустимо. В связи с этим предлагается другой метод расчета висячих свай.

Известно, что силы трения-сцепления *f* возникают на поверхности сваи сразу после приложения нагрузки *F* на сваю. При большой длине сваи (или малой нагрузке) напряжение $\sigma_{гр}$ либо равно нулю (по схеме 3, а), либо меньше значения *R(* по схеме 3, в). С увеличением нагрузки *F* напряжение $\sigma_{гр}$ достигнет предельного значения *R*, либо достигнет предельного значения сила трения-сцепления *f(x)*. По одному из критериев *f* или *R* свая будет недогружена. Это, во-первых. Во-вторых, на нижнем конце сваи от действия силы $\sigma_{гр}A$, также как от силы *F*, возникает деформация $\varepsilon(x)$ материала сваи и соответственно, сила трения-сцепления $f_{отр}(x)$, направленная против направления силы $\sigma_{гр}A$, т.е. вниз. По аналогии с рис. 2 их назовем отрицательными. Такая расчетная схема будет соответствовать рис. 3, в с *f(x)* в верхней части сваи и $f_{отр}(x)$ в нижней части сваи или рис. 3, г с напряжением $\sigma_{гр} = R$, а *f(x)* меньше предельных значений. Такие варианты работы сваи определяются свойствами (механическими и физическими) грунта основания, размерами поперечного сечения сваи, ее материалом и т.д. Предлагается предварительно длину сваи определять ориентировочно по существующим нормам СП 24.13330.2011 по формуле (1) без коэффициентов, добиваясь условия $F = F_p$, где F_p – расчетная нагрузка, определяемая на стадии проектирования сооружения. На этой стадии расчета коэффициенты надежности не используются. Вместо *R* при заданной длине сваи можно подставить функцию *R(H)*, которую можно найти по результатам известных значений *R* табл. 7.2 в СП 24.13330.2011 по методу наименьших квадратов. Например, для глинистых грунтов с показателем текучести 0,2 имеем *R(H) = 3001 + 170H*. Для мелких песков имеем *R(H) = 1850 + 69,5H* (в кПа и при Н ≥ 3м), где *H* – длина сваи (от поверхности грунта). Тогда из (1) найдем предварительную длину *H* для пробной сваи.

Предлагаемые методы.

Расчет висячей сваи по несущей способности грунта основания предлагается проводить по расчетной схеме, представленной на рис. 3, в, где *f(x)* сила трения-сцепления на поверхности верхней части сваи, которую по [6] представим в виде:

$$f(x) = \varepsilon(x) q(x) \varphi . \qquad (2)$$

Известно [6, 8], что сила *f(x)* вызывается деформацией материала сваи силой F_p и направлена противоположно F_p. На нижнем конце сваи действует сжимающая сваю сила $\sigma_{гр}A$ и ей противоположно направленная отрицательная сила трения-сцепления $f_{отр}(x)$. Безразмерный коэффициент φ находят по результатам испытаний пробной сваи [6, 11] по формуле $\varphi = 6F_p / u\varepsilon_{\max}\gamma\xi_0 h^2$.

Эпюра *f(x)* заканчивается внизу при $x = h$, где деформация материала сваи $\varepsilon = 0$. При $\sigma_{гр} = R$ произойдет срыв сваи от действия силы F_d и $\sigma_{гр} = R$. Добиться равенства $\sigma_{гр} = R$ практически невозможно т.к. это зависит от соотношения сил *f(x)* и $f_{отр}(x)$, которые не должны приводить к срыву сваи от нагрузки F_d т.е. к $\sigma_{гр} = R$. Значение *h* находят по результатам испытаний пробной сваи с измерением $\varepsilon(x)$ методом тензометрирования [10]. Функцию $\varepsilon(x)$ можно выявить путем обработки экспериментальных значений $\varepsilon(x)$ по длине сваи методом наименьших квадратов. Для уменьшения объема работ функцию $\varepsilon(x)$ в (2) можно представить в виде прямой с уравнением $\varepsilon(x) = \varepsilon_{\max}\dfrac{h-x}{h}$, как показано на рис. 4.

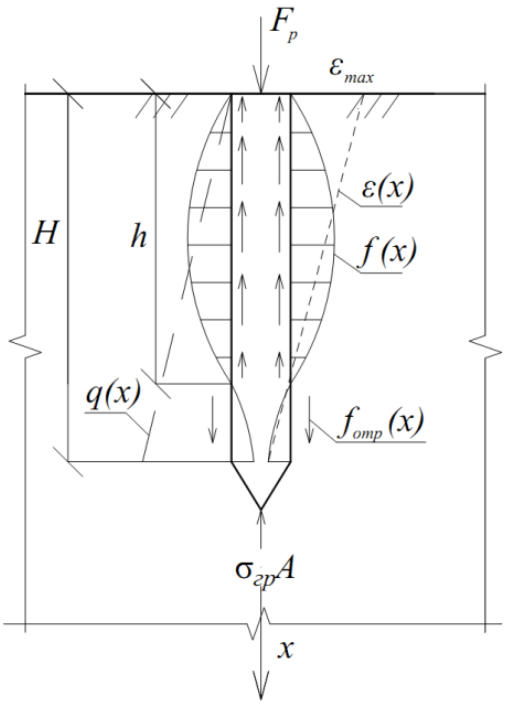


Рис. 4 – Расчет схемы работы сваи в грунте основания (для однородного грунта) с учетом $f_{omp}(x)$

Функция *q(x)* по [9] имеет вид $q(x)=\gamma\xi_0 x$, где γ - объемный вес грунта, $\xi_0=\dfrac{\mu_0}{1-\mu_0}$, где μ_0 – коэффициент бокового давления грунта основания. Для глинистых грунтов и глин по [10] $\mu_0=0{,}10\div0{,}15$.

Безразмерный коэффициент по [6] для свай принимают $\varphi_0=6EA/u\gamma\xi_0h^2$ и его значение находится по результатам испытаний пробной сваи при нагрузке F_p, при которой отсутствует срыв сваи. В противном случае длину пробной сваи увеличивают. Функция *f(x)* по (2) после подстановки $\varepsilon(x)$ и *q(x)* примет вид:

$$f(x)=\ \varepsilon(x)=\varepsilon_{\max}\frac{h-x}{h}\gamma\xi_0 x\varphi\,, \tag{3}$$

где $\varepsilon_{\max}$ находят по результатам измерений методом тензометрирования по формуле $\varepsilon=\dfrac{|R_0-R|}{kR_0}$, R – омическое сопротивление тензорезисторов. При равномерном распределении нагрузки F_p в вершине сваи $\varepsilon_{\max}=F_p/AE$, где E – модуль упругости материала сваи. Для $f_{omp}(x)$ предлагается принять ту же закономерность, что и для *f(x)*, но при $x\geq h$ и сжимающей силе $\sigma_{гр}A$ на нижнем конце сваи. В результате имеем в интервале длины сваи *(H-h)* силы $f_{omp}(x)$.

Тогда $F_p=\sigma_{гр}A+u\int\limits_0^h\dfrac{\varepsilon_{\max}\gamma\xi_0\varphi}{h}(h-x)xdx-u\int\limits_h^H\dfrac{\sigma_{гр}\gamma\xi_0\varphi}{E_c(H-h)}(x-h)xdx$ и после интегрирования

$$F_p=\sigma_{гр}A+u\varepsilon_{\max}\gamma\xi_0\varphi h^2/6-u\sigma_{гр}\gamma\xi_0\varphi\left(Hh+H^2+h^2\right)/6E_c\,, \tag{4}$$

где $\varepsilon_{\max}$ измеряется методом тензометрирования при нагрузке F_p на верхнем конце пробной сваи.

При известном значении F_p и h из (4) можно найти длину сваи H. При этой длине сваи и замене F_p на F_d, а также при $\sigma_{гр} = R$ и $\varepsilon_{\max} = F_d / AE_c$ можно определить несущую способность сваи из формулы:

$$F_d = \left[RA - uR\gamma\xi\varphi\left(Hh + H^2 + h^2\right)/6E_c\right] / \left(1 - u\gamma\xi_0\varphi h^2 / 6AE_c\right). \quad (5)$$

Пример: пусть (условно) известны значения H=10 м, h=8 м, u=1,2 м, A=0,09 м^2, $\gamma=19\cdot10^3$Н/м (суглинки) ξ_0=0,1, R=2400 кПа, $E_c=3\cdot10^{10}$ (бетон), $\varphi=1\cdot10^4$. По (5) найдем $F_d = 164\cdot10^3$ Н. Сравнение результатов расчета с существующими методами, в которых содержатся коэффициенты запаса и не учитывается вредное влияние отрицательных сил трения-сцепления, некорректно.

Заключение.

Разработан метод учета отрицательных сил трения-сцепления на поверхности висячих свай при определении несущей способности висячих свай по критерию несущей способности грунта основания.

Представлена расчетная формула для определения значения несущей способности висячей сваи по несущей способности грунта основания с учетом отрицательных сил трения-сцепления на нижнем конце сваи.

В результате достигнуто повышение достоверности и точности расчетов висячих свай по несущей способности грунта основания и намечены пути повышения несущей способности висячих свай за счет снижения отрицательных сил трения-сцепления.

Результаты работы могут быть использованы при дальнейших исследованиях работы сваи в грунте основания и при разработке новых нормативных документов по расчетам свай в свайных фундаментах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Уткин, В. С.** Расчет надежности висячих железобетонных свай в грунте основания / В.С. Уткин // Строительная механика и расчет сооружений. – 2018. – № 1(276). – С. 31-36.

2. **Zhao, Y**. An upper bound limit analysis of bearing capacity of a capped rigid pile on unified strength theory / Y. Zhao, C.F. Chen, C.Z. Wang // Rock and Soil Mechanics. – 2016. – 37(6). – Pp. 1649-1656.

3. **Zhijun, Zh.** Determination of laxge diameter bored pile's effective length based on mindlin's solution / Zh. Zhijun, W. Duanduan, Zh. Lipeng, H. Weisi // Journal of Traffic and transportation Engineering. – 2015. – Issue 2(6). – Pp. 422-428.

4. **Zhang, L.** In-Situ monitoring of side friction of drilled piles by different loading methods/ L. Zhang, Y. Ma, C. Song // Procedia Engineering. – 2014. – Vol. 143. – Pp. 445-453.

5. **Wael, N.** Evaluation of ultimate capacity of friction piles / N. Wael // Scientific research. – 2012. – Vol. 4. – No.11. – Pp. 778-789.

6. **Уткин, В. С**. Работа висячих свай в грунте основания и их расчет по осадке / В. С. Уткин В.С. // Вестник МГСУ. Строительство и архитектура. – 2018. – Т. 13. – Вып. 9. – С.1125-1132.

7. **Соколов, И. С.** Особенности устройства и расчета буроинекционных свай с многоместными уширениями / И. С.Соколов, В. М. Рябининов // Геотехника. – 2016. – № 3. – С. 60-64.

8. **Уткин, В. С.** Работа висячих свай в грунте основания фундамента зданий и сооружений и определения рабочей длины сваи по несущей способности грунта основания / В. С. Уткин // Транспортное строительство. – 2017. – № 10. – С.17-19.

9. **Клокова, Н. П.** Тензорезисторы: теория, методики расчета, разработки / Н. П. Клокова. – Москва: Машиностроение, 1990. 224 с.

10. **Цытович, Н. А.** Механика грунтов (краткий курс) / Н. А. Цытович. – М.: Высшая школа, 1979. – 272 с.

11. **Cai, G.** Assessment of direct CPT and CPTU methods for predicting the ultimate bearing capacity of single piles / G. Cai, S. Hin, L. etc. Tong // Engineering geology. – 2009. – Vol. 104. Pp. 211-222.

Поступила в редакцию 17 апреля 2019

ULTIMATE LOAD ON FRICTION PILES ON SOIL BASE BEARING CAPACITY WITH NEGATIVE SKIN FRICTION

V. S. Utkin

Utkin Vladimir Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of industrial and civil engineering, Vologda state University, Vologda, Russian Federation, phone: +7(8172)51-83-96; e-mail: utkin-vogtu@mail.ru

Friction piles design on soil base bearing capacity is regulated by SP 24.13330.2011 «Pile foundations». The piles design is based on friction forces on pile lateral surface as a result of the pile «failure» (movement) and on reaction under the pile tip, which accepted for different soil types by tables 72 and 73 in SP 24. Firstly, the soil resistance forces $f(x)$ and R cannot reach the ultimate values at the same time. Secondly, the piles failure (movement) is not allowed in the structure and taking into account this condition by the introduction the safety factors introduces uncertainty in the results of piles design and behavior. Third, there are negative frictional forces at the piles lower end (tip) as a result of soil base reaction to the pile that are not taken into account in the SP 24. In this regard, the article presents the different approach to the pile design in soil base, in which the pile failure is not allowed and taken into account the friction forces on the lateral surface on the pile lower end in contrast to the existing method of piles design by SP 24.13330.2011. The approach consists in a piles test by measuring piles deformations reveals the pile place (section) along its length, where the deformation of the pile is equal to zero. This section divides the friction forces into upward forces at the pile top and downward forces at the pile bottom. The latter are caused by the reaction at the pile tip and the soil pressure. They are directed downwards and therefore called negative friction forces. The description of these forces is given through the reaction at the pile tip in compression, the lateral pressure of the soil and other factors of individual origin. From the equation of equilibrium of all forces on the pile, we can find the length at the calculated value of the load or the ultimate load on the pile by the soil base bearing with replacing the stress at the pile tip with the value of ultimate design stress of the soil base. The problem lies in the non-traditional definition and consideration of the negative friction forces at the pile lower end and determining the pile length to ensure efficient use of the soil base bearing capacity. As a result, the article presents the design formulas, the examples of evaluation the pile bearing capacity and comparing the results of the pile design by existing standards.

Keywords: friction piles; soil design stress; friction forces; bearing capacity; design load; negative skin friction.

REFERENCES

1. **Utkin V. S.** *Calculation of reliability of trailing reinforced concrete piles in basis soil*. Construction mechanics and calculation of constructions. 2018. No. 1(276). Pp. 31-36. (in Russian)

2. **Zhao Y., Chen C. F., Wang C. Z**. *An upper bound limit analysis of bearing capacity of a capped rigid pile on unified strength theory*. Rock and Soil Mechanics. 2016. 37(6). Pp.1649-1656.

3. **Zhijun Zh., Duanduan W., Lipeng Zh., Weisi H.** *Determination of laxge diameter bored pile's effective length based on mindlin's solution*. Journal of Traffic and transportation Engineering. 2015. Issue 2(6). Pp. 422-428.

4. **Zhang L., Ma Y., Song C.** *In-Situ monitoring of side friction of drilled piles by different loading methods.* Procedia Engineering. 2014. Vol. 143. Pp. 445-453.

5. **Wael, N.** *Evaluation of ultimate capacity of friction piles.* Scientific research. 2012. Vol. 4. No. 11. Pp. 778-789.

6. **Utkin V. S.** *Work of trailing piles in soil of the basis and their calculation for draft*. MGSU bulletin. Construction and architecture. 2018. Vol. 1. No. 9. Pp. 1125-1132. (in Russian)

7. **Sokolov I. S**. *Features of the device and calculation the buroinektsionnykh of piles with many-placed broadenings*. Geotechnics. 2016. Vol. 1. No. 9. Pp. 60-64. (in Russian)

8. **Utkin V. S.** *Work of trailing piles in soil of a subfoundation of buildings and constructions and determination of operating length of a pile on bearing capacity of soil of the basis*. Transport construction. 2017. No. 10. Pp. 17-19. (in Russian)

9. **Klokova N. P.** *Tensoresistors: theory, calculation procedures, developments.* Mechanical engineering. 1990. 224 p. (in Russian)

10. **Tsytovich N. A.** *Mekhanika of soil (short course)*. Moscow, Higher school. 1979. 272 p. (in Russian)

11. **Cai G., Hin S., Tong L.** *Assessment of direct CPT and CPTU methods for predicting the ultimate bearing capacity of single piles*. Engineering geology. 2009. Vol. 104. Pp. 211-222.

Received 17 April 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Уткин, В. С. Расчет несущей способности висячих свай по несущей способности грунта оснований с учетом отрицательных сил трения-сцепления / В. С. Уткин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 26-33.

FOR CITATION:

Utkin V. S. *Ultimate load on friction piles on soil base bearing capacity with negative skin friction*. Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 26-33. (in Russian)

УДК 69.059.4; 69.07

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЯ ОСТАТОЧНОГО СРОКА СЛУЖБЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Г. Д. Шмелев, М. С. Кононова, Н. А. Малева

Шмелев Геннадий Дмитриевич, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)254-92-96; e-mail: shmelev8@mail.ru
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
Малева Ника Александровна, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: ishkov1.78@mail.ru

Приведено описание основных положений методики оценки технического состояния, расчетного прогнозирования и обоснования остаточного срока службы строительных конструкций, разработанной в рамках проведения работ по обследованию и оценке остаточных сроков службы комплекса зданий Левобережной городской канализационной насосной станции г. Воронежа. При разработке методики учтены требования действующих нормативно-технических документов по проведению обследования зданий и сооружений. В основу методики расчетного прогнозирования положены ранее опубликованные работы автора. Методика расчетного прогнозирования построена на следующих методах: экспертные, параметрические, метод «нагрузка – несущая способность» и метод «нагрузка – деформации». Описаны ключевые разделы методики, посвященные: определяющим параметрам конструкций и критериям их оценки; методам прогнозирования остаточных сроков службы строительных конструкций.

Ключевые слова: строительные конструкции; оценка технического состояния; остаточный срок службы; модели прогноза; методы прогнозирования.

Введение. В последние десятилетия в ряде отраслей промышленности и хозяйства ввиду старения основных фондов, к числу которых относятся здания и сооружения различного назначения, стали происходить аварии, связанные с обрушениями строительных конструкций. С целью обеспечения нормальной и безопасной работы предприятий, а также необходимостью определения сроков ремонта зданий и сооружений возникла необходимость прогнозирования остаточных сроков службы строительных конструкций

В работах ряда авторов [1…3] приводятся различные по используемым подходам методики определения остаточных сроков службы строительных конструкций, имеющие определенные недостатки. В основе работ [1] и [2] лежит экспоненциальная модель развития отказов, адекватно описывающая только возникновение внезапных отказов. В работе [2] дополнительно использован подход, основанный на лингвистической переменной, усложняющий восприятие и возможность однозначного использования методики. Кроме того, в работе [2] имеются и другие особенности плохо стыкующиеся с общими положениями классической теории надежности и рядом действующих нормативно-технических документов. Работа [3] основана на принципах механики разрушения бетона. Ее использование требует дорогостоящего оборудования, но при этом она не лишена целого ряда недостатков.

В рамках выполнения работ по хозяйственному договору с ООО "РВК-Воронеж" летом 2016 года было проведено техническое обследование комплекса зданий Левобережной

© Шмелев Г. Д, Кононова М. С., Малева Н. А., 2019

городской канализационной насосной станции (ГКНС) г. Воронежа. Помимо обследования технического состояния строительных конструкций зданий и оценки работоспособности установленного технологического оборудования, в соответствии с требованиями договора и технического задания были проведена разработка документа «Методика оценки технического состояния и расчетного прогнозирования и обоснования остаточного срока службы строительных конструкций» (далее – методика). При разработке методики были учтены требования и рекомендации следующих нормативно-технических документов РД ЭО 0141-98 «Типовые технические требования к методикам оценки технического состояния и остаточного ресурса элементов энергоблоков АЭС» и РД 09-102-95 «Методические указания по определению остаточного ресурса потенциально опасных объектов поднадзорных Госгортехнадзору России».

При написании методики были использованы опубликованные ранее работы автора и его коллег [4…17].

Расчетные средства и методы определения напряженно-деформированного состояния и прочности сечений строительных конструкций.

Основываясь на выполненном анализе имеющейся нормативно-технической, справочной и учебно-методической литературы, выявлены определяющие параметры и критерии оценки технического состояния строительных конструкций, находящихся в эксплуатации. В развитие работы [14] для каждого вида конструкций по их материалу, проведена градация определяющих параметров в зависимости от этапов обследования (табл. 1).

Таблица 1

Определяющие параметры строительных конструкций, выявляемые на различных этапах обследования

Тип конструкции	**Определяющие параметры, выявляемые при проведении**		
	визуально-измерительного контроля	**инструментального обследования**	**проверочного расчёта**
Стальные конструкции	✓ длина и ширина раскрытия трещин в сварных швах; ✓ потеря устойчивости элементов (стрелка выгиба); ✓ глубина коррозионного повреждения; ✓ относительная поврежденность; ✓ уменьшение размеров поперечного сечения элемента; ✓ величина действующей нагрузки; ✓ вероятное снижение несущей способности.	✓ отклонения от вертикали (крены); ✓ прогибы.	✓ несущая способность (по всем расчетным сечениям); ✓ прогибы.
Железобетонные конструкций	✓ наличие и ширина раскрытия трещин; ✓ смещение опор; ✓ уменьшение размеров поперечного сечения элемента; ✓ относительная поврежденность; ✓ физический износ;	✓ прочность бетона при сжатии; ✓ прочность арматуры на растяжение (при выявлении воздействий на арматуру температур 300 и более °С);	✓ несущая способность (по всем расчетным сечениям); ✓ образование и ширина раскрытия трещин (нормальных и наклонных);

Окончание табл. 1

Тип конструкции	Определяющие параметры, выявляемые при проведении		
	визуально-измерительного контроля	**инструментального обследования**	**проверочного расчёта**
	✓ вероятное снижение несущей способности; ✓ величина действующей нагрузки; ✓ местные силовые разрушения (раздробление, смятие, скалывание и т.п.).	✓ площадь поперечного сечения арматуры; ✓ отклонения от вертикали (крены); ✓ прогибы.	✓ прогибы.
Каменные конструкции	✓ наличие, длина и ширина раскрытия трещин; ✓ смещение опор; ✓ уменьшение размеров поперечного сечения элемента; ✓ выпучивание из плоскости стены; ✓ относительная поврежденность; ✓ физический износ; ✓ вероятное снижение несущей способности; ✓ величина действующей нагрузки.	✓ прочность камня; ✓ прочность раствора; ✓ площадь поперечного сечения арматуры (для армированной кладки); ✓ отклонения от вертикали (крены).	✓ несущую способность (по всем расчетным сечениям).

Рекомендуемые методы прогнозирования остаточных сроков службы строительных конструкций зданий и сооружений.

При выполнении расчетов по прогнозированию остаточных сроков службы строительных конструкций зданий и сооружений, для повышения достоверности прогноза, рекомендуется использовать одновременно несколько методов прогнозирования:

- ✓ экспертные методы [4, 8, 10];
- ✓ параметрические методы [5, 12, 13, 15, 17];
- ✓ метод «нагрузка – несущая способность» [7];
- ✓ метод «нагрузка – деформации» [13].

Достоверность прогноза повышается при увеличении количества используемых при обосновании остаточного ресурса методов. Наиболее «точными» с точки зрения учета разнообразных параметров следует считать методы «нагрузка – несущая способность» и «нагрузка – деформации».

В основу экспертных методов прогнозирования остаточных сроков службы строительных конструкций положены следующие определяющие параметры, характеризующие техническое состояние строительных конструкций:

- ✓ относительная поврежденность;
- ✓ вероятное снижение несущей способности;
- ✓ износ (для стальных конструкций) или физический износ (для бетонных, железобетонных и каменных конструкций).

Особенностью экспертных методов прогнозирования является их простота и одновременно большая погрешность полученного результата. Точность метода зависит от квалификации эксперта, оценивающего значения определяющих параметров и категорию технического состояния строительных конструкций.

Модели прогноза, используемые для оценки остаточных сроков службы строительных конструкций, подразделяют на линейные и нелинейные [4, 8, 10]. Для повышения достоверности прогноза рекомендуется использовать комбинацию различных методов.

С целью учета наихудшего варианта развития событий (наиболее консервативный подход) прогнозирование с использованием экспертных методов рекомендуется проводить с учетом интервальной оценки определяющего параметра, обоснованного в работе [16].

В качестве граничного значения, до которого возможно прогнозируемое снижение одного из определяющих параметров рекомендуется принять нижнюю границу недопустимого технического состояния.

В основу параметрических методов прогнозирования остаточных сроков службы строительных конструкций положены определяющие параметры, характеризующие техническое состояние строительных конструкций. Особенностью параметрических методов прогнозирования остаточных сроков службы строительных конструкций является учет только одного конкретного параметра. Отсутствие учета других параметров снижает достоверность прогноза. Однако в ряде случаев учет именно одного определяющего параметра, при неизменных остальных параметрах конструкции, дает достаточно точный результат прогноза и позволяет с наименьшими издержками получить приемлемый результат прогноза.

При построении прогнозных моделей параметрическими методами рекомендуется использовать регрессионные кривые или линии тренда. Линия тренда (регрессионная кривая) строятся по результатам всех предыдущих наблюдений (измерений) определяющего параметра, используемого для выполнения прогноза. Построение регрессионных кривых или линий тренда возможно с использованием любых статистических пакетов программ для персональных ЭВМ.

При оценке глубины коррозионного повреждения рекомендуется использовать экспоненциальные или логарифмические модели, так как они наиболее точно характеризуют процесс постепенного уменьшения скорости коррозии, вызванный постепенным ограничением доступа реагентов к металлу из-за увеличивающейся толщины продуктов коррозии [13].

В основу метода прогнозирования «нагрузка - несущая способность» положены расчетные нормы проектирования строительных конструкций по 1-й группе предельных состояний, с одновременным учетом следующих определяющих параметров, характеризующих техническое состояние строительных конструкций:

- ✓ глубина коррозионного повреждения (для стальных конструкций);
- ✓ уменьшение размеров поперечного сечения элемента;
- ✓ величина действующей нагрузки;
- ✓ прочность бетона при сжатии;
- ✓ прочность арматуры при растяжении;
- ✓ площадь поперечного сечения арматуры;
- ✓ прочность камня;
- ✓ прочность раствора.

Прогнозирование по методу «нагрузка – несущая способность» следует выполнять в зависимости от расчетных сечений строительных конструкций и видов нагружения, приведенных в табл. 2.

Полученное прогнозное значение срока службы по методу «нагрузка – несущая способность» соответствует полному сроку службы строительной конструкции до ее разрушения.

Таблица 2

Параметры, характеризующие техническое состояние строительных конструкций

Тип конструкции	**Режим работы конструкции при нагрузке**	**Параметры, требующие проведения проверочных расчётов**
Стальные конструкции	внецентренно сжатые	действие продольной силы и момента в наиболее нагруженном сечении
	изгибаемые	действие изгибающего момента в наиболее нагруженном сечении; действие поперечной силы в наиболее нагруженном сечении
	центрально сжатые и растянутые	действие максимальной продольной силы в наиболее нагруженном сечении
Железобетонные конструкции	внецентренно сжатые	действие продольной силы в наиболее нагруженном сечении, со случайным эксцентриситетом
	изгибаемые	действие изгибающего момента в наиболее нагруженном сечении; действие поперечной силы в наиболее нагруженном сечении;
	центрально сжатые и растянутые	действие максимальной продольной силы в наиболее нагруженном сечении
Каменные и бетонные конструкции	центрально и внецентренно сжатые	действие максимальной продольной силы

В основу метода прогнозирования «нагрузка – деформации» положены расчетные нормы проектирования строительных конструкций по второй группе предельных состояний, с одновременным учетом следующих определяющих параметров, характеризующих техническое состояние строительных конструкций:

- ✓ глубина коррозионного повреждения;
- ✓ уменьшение размеров поперечного сечения элемента;
- ✓ величина действующей нагрузки;
- ✓ прочность бетона при сжатии;
- ✓ прочность арматуры при растяжении;
- ✓ площадь поперечного сечения арматуры.

Расчеты по методу «нагрузка – деформации» выполняются для двух расчетных случаев:

- ✓ расчет по образованию и раскрытию трещин (только для железобетонных конструкций);
- ✓ расчет по развитию прогибов (для стальных и железобетонных конструкций).

Построение модели прогноза.

Для построения модели прогноза, в ходе проведения работ по оценке остаточного срока службы строительных конструкций необходимо выполнить поверочные расчеты конструкции по действующим строительным нормам и правилам с учетом фактических значений параметров, характеризующих данную конструкцию на момент времени проведения обследования.

В качестве начальной точки построения прогноза, должна быть принята точка, соответствующая реальной несущей способности конструкции, полученной расчетом, при условии использования в расчете фактических прочностных характеристик материалов и гео-

метрических размеров конструкции на момент ее изготовления (сдачи объекта в эксплуатацию).

В качестве предельного значения несущей способности конструкции следует принимать нормативное значение несущей способности конструкции от действующих (проектируемых) нагрузок с учетом коэффициента надежности по ответственности.

В качестве предельного значения ширины раскрытия трещин и прогибов конструкции следует принимать нормативные значения этих величин, предусмотренные в разделе 15 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*».

Полученное прогнозное значение срока службы по методу «нагрузка – деформации» соответствует полному сроку службы строительной конструкции до момента времени прекращения ее нормальной эксплуатации.

Окончательное значение прогнозируемого остаточного срока службы каждого типа конструкций здания или сооружения назначается после проведения подробного анализа всех полученных значений по всем методикам.

Заключение.

Разработанные положения методики основаны на комплексном подходе к расчету и обоснованию остаточных сроков службы строительных конструкций и базируются на учете изменений различных свойств и параметров этих конструкций.

Использование многостороннего подхода с использованием нескольких методов позволяет значительно снизить неточность прогнозирования отдельных методов и получить обоснованные результаты прогнозирования, основанные на реальных изменениях свойств материалов конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Добромыслов, А. Н.** Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам / А. Н. Добромыслов. – М.: Издательство АСВ, 2006. – 67 с.

2. **Мельчаков, А. П.** Расчет и оценка риска аварии и безопасного ресурса строительных объектов. (Теория, методики и инженерные приложения) / А. П. Мельчаков. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. – 49 с.

3. **Пирадов, К. А.** Механика разрушения бетона и железобетона / К. А. Пирадов, К. А. Биссенов, К. У. Абдуллаев. – Алматы, 2000. – 306 с.

4. **Шмелев, Г. Д.** Методика экспресс прогноза остаточного срока службы конструкций зданий и сооружений по их физическому износу / Г. Д. Шмелев, Е. Н. Савченко // Оценка риска и безопасность строительных конструкций. 1 межд. научно-практическая конференция. Сборник тезисов докладов. В 2-х т. Воронеж, Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т.– 2006. – Т. 1. – С. 83-86.

5. **Шмелев, Г. Д.** Физико-статистический подход к оценке остаточного срока службы железобетонных конструкций / Г. Д. Шмелев, А. Н. Ишков, // Оценка риска и безопасность строительных конструкций. 1 межд. научно-практическая конференция. Сборник тезисов докладов. В 2-х т. Воронеж, Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – 2006. – Т. 1. – С. 90-94.

6. **Шмелев, Г. Д.** Комплексная инженерная методика прогнозирования остаточного срока службы железобетонных конструкций / Г. Д. Шмелев // Строительная физика в XXI веке: Материалы научно-технической конференции. Москва, НИИСФ РААСН. – 2006. – С. 582-585.

7. **Шмелев, Г. Д.** Расчет остаточного срока службы железобетонных конструкций шахты реактора типа – ВВЭР / Г. Д. Шмелев // Оценка риска и безопасность строительных конструкций. 1 межд. научно-практическая конференция. Сборник тезисов докладов. В 2-х т. Воронеж, Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – 2006. – Т. 1. – С. 99-102.

8. **Шмелев, Г. Д.** Экспертный метод прогнозирования остаточного срока службы строительных конструкций по их физическому износу / Г. Д. Шмелев // Строительство и реконструкция. – 2014. – № 3. – С. 31-39.

9. **Шмелев, Г. Д.** Прогнозирование надежности и остаточного ресурса строительных конструкций с использованием метода линеаризации в условиях ограниченной статистической информации. / Г. Д. Шмелев, Н. В. Головина // Сборник научных трудов SWorld. – 2012. – Т. 6. – № 4. – С. 100-107.

10. **Шмелев, Г. Д.** Метод интервального экспертного прогнозирования остаточного ресурса строительных конструкций с экстраполяцией контролируемых параметров поврежденности, физического износа и снижения несущей способности. / Г. Д. Шмелев, Н. В. Головина // Научные труды SWorld. – 2013. – Т. 8. – № 4. – С. 89-94.

11. **Шмелев, Г. Д.** Методика экспертной оценки и прогноза фактической надежности строительных конструкций эксплуатируемых зданий и инженерных сооружений. / Г. Д. Шмелев, К. В. Макарычев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – № 1. – С. 7-14.

12. **Шмелев, Г. Д.** Параметрические методы прогнозирования остаточных сроков службы железобетонных строительных конструкций. / Г. Д. Шмелев, И. В. Николайчев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. – 2013. – № 7. – С. 167-175.

13. **Шмелев, Г. Д.** Прогнозирование остаточного ресурса изгибаемых железобетонных конструкций, эксплуатируемых в неагрессивных средах: монография / Г. Д. Шмелев, А. Н. Ишков. – Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2007. – 219 с.

14. **Шмелев, Г. Д.** Систематизация определяющих параметров для прогноза остаточных сроков службы строительных конструкций. / Г.Д. Шмелев // Вестник МГСУ. – 2013. – № 8. – С. 89-96.

15. **Сазонов, Э. В.** Практические аспекты использования параметрических методов оценки остаточного ресурса для плит покрытия / Э. В. Сазонов, Г. Д. Шмелев, А. Н. Ишков // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2007. – № 1. – С. 15-20.

16. **Козлов, В. А.** Обоснование интервального метода прогнозирования и оценки остаточного ресурса строительных конструкций зданий и инженерных сооружений. / В. А. Козлов, Г. Д. Шмелев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2013. – № 4. – С. 11-18.

17**. Кононова, М. С**. Реализация метода прогнозирования состояния трубопроводов тепловых сетей на ЭВМ / М. С. Кононова, Э. В. Сазонов, А. А. Кононов // Известия вузов. Строительство. – 2001. – № 7. – С. 68-70.

Поступила в редакцию 30 апреля 2019

METHODOLOGY OF TECHNICAL CONDITION ASSESSMENT, FORECASTING AND JUSTIFICATION OF REMAINING SERVICE LIFE OF BUILDING STRUCTURES

G. D. Shmelev, M. S. Kononova, N. A. Maleva

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

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

Maleva Nika Aleksandrovna, undergraduate student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: malvinka100@mail.ru

The description of the main provisions of the methodology for assessing the technical condition, design prediction and justification of the residual life of building structures developed in the framework of the survey and assessment of the residual service life of the buildings of the buildings of the Left Bank city sewer pumping station in Voronezh is given. In developing the methodology, the requirements of the existing regulatory and technical documents for the inspection of buildings and structures are taken into account. The basis of the computational forecasting methodology is the previously published work of the author. The method of computational forecasting is based on the following methods: expert, parametric, the method "load - bearing capacity" and the method "load - strain". The key sections of the methodology are described, which are devoted to: the defining parameters of structures and the criteria for their evaluation; methods for predicting residual life of building structures.

Keywords: building structures; assessment of technical condition; residual service life; the pro-gnosis model; methods of forecasting.

REFERENCES

1. **Dobromyslov A. N.** *Assessment of reliability of buildings and structures by external signs* Moskow, DIA Publishing House. 2006. 67 p. (in Russian)

2. **Mel'chakov A. P.** *Calculation and assessment of the risk of an accident and a safe resource of construction objects. (Theory, methods and engineering applications).* Chelyabinsk, SUSU Publishing House. 2006. 49 p. (in Russian)

3. **Piradov K. A., Bissenov K. A., Abdullaev K.U.** *Mechanics of concrete and reinforced concrete destruction.* Almaty. 2000. 306 p. (in Russian)

4. **Shmelev G. D., Savchenko E. N.** *Method of express forecast of the residual service life of structures of buildings and structures for their physical deterioration*. Risk assessment and safety of building structures. 1 int. Scientific and practical conference. Collection of abstracts. In two vols. Voronezh, Voronezh. State. Arh.-builds. Un-t. 2006. T. 1. Pp. 83-86. (in Russian)

5. **Shmelev G. D., Ishkov A. N.** *Physical and statistical approach to the evaluation of the residual service life of reinforced concrete structures*. Risk assessment and safety of building structures. 1 int. Scientific and practical conference. Collection of abstracts. In two vols. Voronezh, Voronezh. State. Arh.-builds. Un-t. 2006. T. 1. Pp. 90-94. (in Russian)

6. **Shmelev G. D.** *Integrated engineering methodology for predicting the residual service life of reinforced concrete structures*. Building Physics in the 21st Century: Materials of the Scientific and Technical Conference. Moscow, NIISF RAASN. 2006. Pp. 582-585. (in Russian)

7. **Shmelev G. D.** *Calculation of the residual service life of reinforced concrete structures of the reactor-type reactor – VVER.* Risk assessment and safety of building structures. 1 int. Scientific and practical conference. Collection of abstracts. In two vols. Voronezh, Voronezh. State. Arh.-builds. Un-t. 2006. T. 1. Pp. 99-102. (in Russian)

8. **Shmelev G. D.** *Expert method for predicting the residual service life of building structures for their physical deterioration*. Construction and reconstruction. 2014. No. 3. Pp. 31-39. (in Russian)

9. **Shmelev G. D., Golovina N. V.** *Forecasting the reliability and residual life of building structures using the linearization method in conditions of limited statistical information*. Collected scientific works SWorld. 2012. Vol.6. No. 4. Pp. 100-107. (in Russian)

10. **Shmelev G. D.**, **Golovina N. V.** *Method of interval expert forecasting of residual life of building structures with extrapolation of controlled parameters of damage, physical deterioration and reduction of bearing capacity.* Scientific works of SWorld. 2013. Vol. 8. No. 4. Pp. 89-94. (in Russian)

11. **Shmelev G. D., Makarychev K. V.** *Methodology of expert evaluation and forecast of actual reliability of building structures of operated buildings and engineering structures.* Scien-

tific herald of the Voronezh State Architecture and Construction University. Construction and architecture. 2011. No. 1. Pp. 7-14. (in Russian)

12. **Shmelev G. D., Nikolaichev I. V.** *Parametric methods for predicting residual service life of reinforced concrete building structures.* Scientific herald of the Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physico-chemical problems and high technologies of building material science. 2013. No. 7. Pp. 167-175. (in Russian)

13. **Shmelev G. D., Ishkov A. N.** *Forecasting of Residual Resource of Flexible Reinforced Concrete Structures Operated in Non-Aggressive Environments*. Rostov-on-Don, Growth. State. Builds. University. 2007. 219 p. (in Russian)

14. **Shmelev G. D.** *Systematization of determining parameters for the forecast of residual service life of building structures*. Bulletin of MGSU. 2013. No. 8. Pp. 89-96. (in Russian)

15. **Sazonov E. V., Shmelev G. D., Ishkov A. N.** *Practical aspects of the use of parametric methods for estimating the residual life for coating plates*. News of Higher Educational Institutions. Construction. 2007. No. 1. Pp. 15-20. (in Russian)

16. **Kozlov V. A., Shmelev G. D.** *Substantiation of the interval method for forecasting and estimating the residual resource of building structures of buildings and engineering structures.* Scientific herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. 2013. No. 4. Pp. 11-18. (in Russian)

17. **Kononova M. S. Sazonov E. V. Kononov A. A.** *Implementation of the method of forecasting the state of pipelines of thermal networks on computers.* News of Higher Educational Institutions. Construction. 2001. No. 7. Pp. 68-70. (in Russian)

Received 30 April 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Шмелев, Г. Д. Методика оценки технического состояния, прогнозирования и обоснования остаточного срока службы строительных конструкций / Г. Д. Шмелев, М. С. Кононова, Н. А. Малева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 34-42.

FOR CITATION:

Shmelev G. D., Kononova M. S., Maleva N. A. *Methodology of technical condition assessment, forecasting and justification of remaining service life of building structures*. Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 34-42. (in Russian)

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И КОММУНИКАЦИИ
ENGINEERING SYSTEMS AND COMMUNICATIONS

УДК 697.95

ВОЗДУХООБМЕН МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА

А. А. Мерщиев, Н. М. Янко, А. А. Кремнева

Мерщиев Александр Александрович, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: sasha__1990@mail.ru
Янко Наталья Михайловна, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(905)053-95-68; e-mail: natalko14@mail.ru
Кремнева Анна Александровна, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(951)851-18-23; e-mail: anya-kremneva@mail.ru

В статье поднимается вопрос о важности вентиляции в многофункциональном спортивном комплексе. Вентиляция предназначена для удаления загрязняющих веществ, подачи наружного воздуха в помещение и для отвода выделяющихся вредностей. Основная задача исследований состоит в выяснении необходимости учета фактора выделения вредных веществ при расчете воздухообмена для спортивного учреждения, в котором предполагается совмещение разноплановых видов спорта на одной спортивной площадке. Если занятия будут проходить в помещении с повышенной концентрацией вредных веществ, то самочувствие занимающихся будет заметно ухудшаться, а вместе с этим возможно и обострение хронических заболеваний. Пользу для здоровья при занятиях спортом человек может получить только в помещении с комфортными условиями микроклимата, именно поэтому следует уделять особое внимание правильному расчёту воздухообмена. Обоснована необходимость организации систем вентиляции для спортивного комплекса на основании действующих нормативных документов на проектирование, изучения объёмно-планировочных решений зданий, а также вида тренировок.

Ключевые слова: спортивное помещение; воздухообмен; вентиляция; вредные вещества; качество воздуха; углекислый газ.

Систему вентиляции помещений продумывают ещё на этапе проектирования спортивного комплекса вместе с другими коммуникациями. Если её монтаж выполнен неправильно или она вовсе отсутствует, занятия в зале будут не только некомфортными, но и опасными для здоровья. Вместе с тем опасна и неправильно выполненная система вентиляции, при которой воздух циркулирует слишком быстро: это приводит к образованию сквозняков, что может способствовать возникновению простудных заболеваний среди персонала и клиентов, повышенным потерям тепла и возрастанию затрат на отопление. Создание такой системы необходимо делать в рамках проекта, который формируется с учетом площади, высоты потолков, планировки помещения, частоты эксплуатации и других факторов.

Необходимо разобраться, какую функцию выполняет вентиляционная система в залах для занятий спортом, какие предъявляются к ней требования, а также существуют рекомендации по монтажу [1].

Вентиляционная система спортзала выполняет следующие функции:

- ✓ поддерживает заданный температурный режим внутри помещения;
- ✓ обеспечивает приток свежего воздуха, насыщенного кислородом.

© Мерщиев А. А., Янко Н. М., Кремнева А. А., 2019

К этой системе предъявляются требования по объёму воздухообмена, который должен быть следующим:

- ✓ по расчету, но не менее 80 м³/ч на одного человека, активно занимающимся спортом;
- ✓ 20 м³/ч на одного болельщика.

При этом свежий воздух должен равномерно распределяться по всей площади зала, чтобы избежать появления сквозняков, а кратность воздухообмена составляет 7–10 раз в час [2]. Максимальная скорость движения воздуха для помещений, в которых активно занимаются спортом, составляет:

- ✓ 0,3 м/с – для спортивного зала единоборств;
- ✓ 0,5 м/с – для помещений с другими видами спорта [3].

Также нужно учитывать, что зрители (например, во время какого-либо соревнования) постоянно сидят на месте в течение длительного времени, и они не смогут укрыться от сквозняков, пока идет мероприятие. Поэтому следует принимать следующие значения скорости движения воздуха в помещении:

- ✓ для холодного периода года (ХПГ): оптимальное значение скорости – 0,2 м/с, допустимое – 0,3 м/с;
- ✓ для теплого периода года (ТПГ): оптимальное значение – 0,15 м/с, допустимое – 0,25 м/с. [4].

Качество воздуха в помещении описывается, в целом, нижеследующими факторами:

- ✓ температура;
- ✓ запах;
- ✓ уровни концентрации различных газов.

Поскольку люди выделяют углекислый газ в процессе дыхания, то концентрация CO_2 является одним из основных факторов, влияющих на качество воздуха. В частности, путем измерения содержания углекислого газа в воздухе помещения, можно определить объем поступающего свежего воздуха:

- ✓ поступление свежего воздуха (может указываться в CFM (cubic feet per minute, CFM) – кубический фут в минуту или в кубических метрах в час (м^3/ч). При этом 1 CFM ≈ 1,7 м^3/ч. Данная величина отображает количество перемещаемого воздуха за определенный промежуток времени при условии полного отсутствия сопротивления воздушному потоку, то есть при равном воздушном давлении (с обеих сторон вентилятора). Воздухообмен 15cfm = 25,5 м^3/час на одного человека, находящегося в помещении, соответствует уровню концентрации CO_2в 1830 мг/м^3;
- ✓ поступление свежего воздуха 20 cfm = 34 м^3/час на одного человека, находящегося в помещении, соответствует уровню концентрации CO_2 в 1460 мг/м^3.

Для правильного выбора системы вентиляции необходимо учитывать важный фактор выделения вредных веществ [5]. Чаще всего содержание углекислого газа измеряют в ppm (сокращение от англ. parts per million - «частей на миллион»). 1 ppm = 0,001 ‰ = 0,0001 % = 1 мг/дм^3 = 1 г/м^3. Или 1 ppm = см^3/м^3.

Так, концентрация углекислого газа (CO_2) в атмосфере Земли составляет около 380 ppm это означает, что в каждом кубометре воздуха 380 мл занимает углекислый газ. Первым отечественным документом, в котором предпринята попытка регламентировать содержание CO_2 в наружном и внутреннем воздухе, является стандарт АВОК «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена».

В спортивных залах наблюдается повышенная концентрация CO_2, проявляющиеся в виде духоты и спертости воздуха (по личным наблюдениям авторов), т.е. уровень CO_2 равен примерно 2000 ppm (согласно табл.). В спортивном зале станет душно гораздо быстрее, чем в офисе. Это связано с большей физической нагрузкой и тяжестью работ, которые выполняют спортсмены. Человек начинает ощущать симптомы «нехватки свежего воздуха» (а на самом деле – повышенной концентрации углекислого газа) уже при его уровне 0,08 %, т.е.

800 ppm. Ощущение дефицита кислорода спортсменам хорошо знакомо. Если физическая нагрузка при упражнении столь высокая, что при дыхании в организм не поступает достаточно O_2, нарушается баланс кислорода в мышечных клетках (допустимая концентрация CO_2 (ppm) в табл.). Повысить физическую активность организма на 20 % возможно при подаче дополнительного кислорода, когда во время занятий спортом вдыхаемый воздух содержит его 23 %, а не 20,5 %, как практически в любом спортивном зале. Такую задачу могут выполнять специальные устройства – воздухо-концентраторы, производимые рядом зарубежных фирм [6]. Снабжение органов дыхания кислородом способствует увеличению работоспособности спортсменов на уровне анаэробного порога (это величина, показывающая, какое количество кислорода может потреблять человек (на единицу своей массы) без накопления молочной кислоты, имеет единицу измерения, мл/кг)/мин). Применение концентраторов кислорода позволяет достигать в тренировочном процессе более высоких уровней физических нагрузок при условии обеспечения необходимого медицинского контроля за состоянием спортсменов.

Влияние концентрации углекислого газа CO_2 на организм человека

Концентрация CO_2(ppm)	Влияние на организм (согласно санитарно-гигиеническим исследованиям).
250…350	Обычная концентрация углекислого газа в атмосферном воздухе вне помещения.
350…800	Нормальное содержание CO_2 в воздухе помещения.
800…1 000	На уровне 1 000 ppm каждый второй ощущает духоту, вялость, снижение концентрации, головную боль.
1 000…1 400	Вялость, проблемы с внимательностью и обработкой информации, тяжелое дыхание, проблемы с носоглоткой.
1400…2000	Сильная усталость, безынициативность, неспособность сосредоточиться, сухость слизистых, проблемы со сном. Повышенная концентрация CO_2, требуется проветривание.
2000…5000	Высокое содержание CO_2, при котором у человека возникает головная боль, сонливость, снижение внимательности, учащенное сердцебиение и слабая тошнота. Необходимо покинуть помещение и проветрить его. Максимально допустимая концентрация в течение 8 часового рабочего дня.
> 5000	Воздух с таким содержанием CO_2 может вызвать тяжелую гипоксию, необратимое повреждение мозга, глубокое бессознательное состояние или даже смерть.

Рассмотрим следующий пример:

Пусть в ТПГ температура внутреннего воздуха в спортивном зале равна +20 °С. Предположим, что универсальная спортивная площадка используется для занятий художественной гимнастикой, а именно спортом занимаются 15 человек, что соответствует работе средней тяжести, зрителей – 88 человек, из них 44 женщин и 44 мужчин (это максимальное количество человек, которое не зависит от вида спорта), находящиеся в состоянии покоя и 30 человек помощников и запасных игроков, занятия которых соответствуют состоянию легкой работы. Количество влаги и теплоты, выделяемой взрослым человеком, находим по [7, табл. 6.1)]:

$$M_в = m_{пок}\ x\ n_{пок} + m_л\ x\ n_л + m_{ср}\ x\ n_{ср}, \quad (1)$$

где $m_{пок}$, $m_л$, $m_{ср}$ – количество влаги, выделяемой человеком соответственно в покое, при легкой работе и при работе средней тяжести, г/ч; $n_{пок}$, $n_л$, $n_{ср}$ – число людей, соответственно находящихся в покое, занятых легкой работой или работой средней тяжести.

При расчетах для определения влаги, поступающих от женщин, к табличному значению вводится коэффициент 0,85. При принятых исходных данных значение массы поступившей от людей влаги будет равно:

$M_в$=(44×40×0,85+44×40)+(30×75×0,85+15×140)=7268,5 г/ч=7,2685 кг/ч.

Необходимый воздухообмен по избыткам влаги найдем по следующей формуле:

$$L_{пр} = \frac{M_в}{p(d_у - d_{пр})10^{-3}}, \quad (2)$$

где $d_у$, $d_{пр}$ – влагосодержание, г/кг сухого воздуха, соответственно приточного и вытяжного воздуха местной вентиляции и принимаем по *I-d*-диаграмме.

$$L_{пр} = \frac{7,2685}{1,2 \cdot (12-8,7)10^{-3}} = 1835,47 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество вредных газов и паров *U*, мг/ч, выделяющихся в помещении в течение одного час, находим по следующей формуле:

$$U = n \cdot U_n, \quad (3)$$

где n_n – количество людей, ч; U_n – двуокись углерода, л/ч, выделяемая человеком принимаем по табл. 2.2 [8].

U=(15·35)+(30·25)+(88·23)=3299 мг/ч.

Необходимый воздухообмен при борьбе с вредными газами и парами находим по следующей формуле:

$$L = \frac{U}{k_у - k_п}, \quad (4)$$

где $k_у$, $k_п$ – концентрация вредного вещества, мг/м^3, в удаляемом и приточном воздухе соответственно, принимается по [9…10].

$$L = \frac{3299}{1,25-0,5} = 4398,66 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Также произведем расчет воздухообмена по нормативным требованиям, которые составляют 80 м³/ч на одного активно занимающимся спортом и 20 м³/ч на одного болельщика:

$$L = n \cdot 80 + n \cdot 20, \quad (5)$$

где *n* – количество людей, ч.

L=(80·15)+((30+88)·20)=3560 м³/ч.

Аналогично выполним расчет для этой же спортивной площадки, которая используется для занятия по мини-футболу. При этом на площадке занимаются 10 человек, что соответствует тяжелой работе, максимальное количество зрителей и помощников не изменяется, так как используется этот же зал. Температура внутреннего воздуха равна +20 °С.

Произведем расчет по формуле (1) и найдем массу поступившей от людей влаги:

$M_в$=(44×40×0,85+44×40)+(15×75×0,85+15×75)+(10×240)=7737,25 г/ч=7,737 кг/ч.

По формуле (2) рассчитываем необходимый воздухообмен по избыткам влаги:

$$L_{пр} = \frac{7,737}{1,2 \cdot (12-8,7)10^{-3}} = 1953,78 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество вредных газов и паров, находим по формуле (3):

U=(10·45)+(30·25)+(88·23)=3224 мг/ч.

Необходимый воздухообмен при борьбе с вредными газами и парами находим по формуле (4):

$$L = \frac{3224}{1,25-0,5} = 4298,66 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Также произведем расчет воздухообмена по нормативным требованиям по формуле (5):

L=(80·10)+((30+88)·20)=3160 м³/ч.

На основании расчетов, приходим к выводу, что возможно совмещение многих видов спорта на одной площадке, но для благоприятного нахождения человека в этом помещении нужно выполнить расчеты по всем спортивным направлениям, подразумеваемым для эксплуатации на спортивной арене. При сравнении расчетных значений по формуле (4) и формуле (5) приходим к выводу, что расчет воздухообмена при борьбе с вредными газами и парами (4) больше нормативного, это значит, что при подборе оборудования принимаем расчетный воздухообмен в соответствии с максимальным значением. Но выбор максимального расчетного воздухообмена увеличит расход энергоресурсов при менее физически активных занятиях (например, занятия йогой или калланетикой). Для исключения повышенного расхода энергоресурсов необходимо оснастить систему вентиляции автоматическими устройствами (датчиками контроля внутреннего воздуха или измерителями концентрации).

Заключение.

Натурные исследования работы вентиляционных систем многофункциональных спортивных комплексов показывают, что параметры воздушной среды зачастую не соответствует требуемым значениям.

Установлено, что для многорежимных спортивных залов требуемые расходы воздуха следует определять по основным вредностям, выделяемым в помещении: CO_2, влага, тепло, пар. При этом полученное значение необходимо сравнивать с нормируемым воздухообменом на человека, и принимать к расчету большее значение.

На основании вышеизложенного, с целью повышения эффективности работы системы микроклимата, рекомендуется выполнять анализ распределения вредностей в помещении, а также проводить исследования эффективности схем воздухораспределения, с дальнейшей корректировкой принципиальных схем систем вентиляции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Мерщиев, А. А.** Особенности микроклимата спортивных учреждений / А. А. Мерщиев, А. А. Кремнева, Н. М. Янко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 4(7). – С. 22-28.

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

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

4. **Шонина, Н. А.** Особенности проектирования систем отопления и вентиляции фитнес-клубов / Н. А. Шонина // АВОК. – 2014. – №6. – С. 8-13.

5. **Быкова, Г. И.** Параметры микроклимата сооружений для физкультурно-оздоровительного комплекса / Г. И. Быкова, Н. Н. Коршунова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. – 2013. – № 2. – С. 120-124.

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

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

8. **Титов, В. П.** Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: учебное пособие для вузов / В. П. Титов [и др.]. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.

9. **Лобанов, Д. В.** Экспериментальные исследования энергоэффективности работы систем климатизации в офисном помещении /Д. В. Лобанов, Р. А. Шепс, Н. В. Портнова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2018. – Т. 14. – № 3. – С. 71-79.

10. **Миллер, Ю. В.** Рекомендации по проектированию систем ОВК спортивных сооружений / Ю. В. Миллер // АВОК. – 2015. – № 6. – С. 39-46.

Поступила в редакцию 25 января 2019

AIREXCHANGE OF THE MULTIPURPOSE UNIVERSAL SPORTSCOMPLEX

A. A. Mershchiyev, N. M. Janko, A. A. Kremneva

Mershchiyev Alexander Aleksandrovich, senior lecturer of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: sasha1990@mail.ru

Janko Natalya Mikhaelovna, student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(905)053-95-68; e-mail: natalko14@mail.ru

Kremneva Anna Aleksandrovna, student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(951)851-18-23; e-mail: anya-kremneva@mail.ru

In article the question of importance of ventilation in a multipurpose sports complex is brought up. Ventilation is intended for removal of pollutants, supply of external (fresh) air to the room and for withdrawal of the allocated vrednost. The main objective in this article to find out need of accounting of a factor of release of harmful substances when calculating air exchange for the sports facility in which versatile sports on one platform will be combined. If occupations take place in the room with the increased concentration of harmful substances, then the health of engaged will worsen considerably, and together with it also exacerbation of chronic diseases is possible. For health at sports activities of people can benefit only to the room with comfortable conditions of a microclimate for this reason it is necessary to pay special attention to this process. In materials of article need of the organization of ventilation systems for a sports complex on the basis of the existing normative documents on design, studying of space-planning solutions of buildings and also a type of trainings is proved.

Keywords: sports room; air exchange; ventilation, harmful substances, air quality, carbon dioxide.

REFERENCES

1. **Mershchiyev A. A., Janko N. M., Kremneva A. A.** *Features of the microclimate of sports facilities.* Housing and municipal infrastructure. 2018. No. 4(7). Pp. 22-28. (in Russian)

2. **Yaremenko S. A., Zherlykina M. N.** *Systems of providing microclimate of buildings and constructions: manual*. Voronezh, Voronezh GASU. 2013. 160 p. (in Russian)

3. **Mershchiyev A. A., Startseva N. A.** *Features of design of systems of providing microclimate of trade exhibition complexes*. Engineering systems and construction. 2012. No. 2. Pp. 50-55. (in Russian)

4. **Shonina N. A.** *Features of design of systems of heating and ventilation of fitness clubs.* AVOK. 2014. No. 6. Pp. 8-13. (in Russian)

5. **Bykovo G. I., Korshunova N. N.** *Parameters of a microclimate of constructions for a sports and improving complex.* Messenger of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Engineering researches. 2013. No. 2. Pp. 120-124. (in Russian)

6. **Andriyashkin O. O., Zhdanova O. A., Kononova M. S.** *The comparison of technical and economic parameters of local devices for clearing of inlet air*. Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 1(4). Pp. 104-110. (in Russian)

7. **Stomakhina G. I.** *Heating, ventilation and air conditioning.* Residential buildings with the built-in attached rooms of public appointment and parking of cars. Cottages. Handbook. Moscow, Pan-Tory. 2003. 308 p. (in Russian)

8. **Titov V. P.** *Course and degree design on ventilation of civil and industrial buildings.* Manual for higher education institutions. Moscow, Stroyizdat. 1985. 208 p. (in Russian)

9. **Lobanov D. V., Sheps R. A., Portnova N. V.** *Pilot studies of energy efficiency of work of systems of a klimatization in office room*. Bulletin of the Voronezh state technical university. 2018. T. 14. No. 3. Pp. 71-79. (in Russian)

10. **Miller Y. V.** *Recommendations about design of the OVK systems of sports constructions.* AVOK. 2015. No. 6. Pp. 39-46. (in Russian)

Received 25 Jan 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Мерщиев, А. А. Воздухообмен многофункционального универсального спортивного комплекса / А. А. Мерщиев, Н. М. Янко, А. А. Кремнева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 43-49.

FOR CITATION:

Mershchiyev A. A., Janko N. M., Kremneva A. A. *Airexchange of the multipurpose universal sportscomplex*. Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 43-49. (in Russian)

УДК 697.1 (075.8)

ВЫБОР СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ДЛЯ ВСТРОЕННЫХ В ЖИЛЫЕ ДОМА ПОМЕЩЕНИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Б. П. Новосельцев, А. А. Мерщиев, С. А. Соловьев

Новосельцев Борис Петрович, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: vgasu.gkh@gmail.com
Мерщиев Александр Александрович, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: sasha__1990@mail.ru
Соловьев Сергей Анатольевич, ассистент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: swiftsnake@rambler.ru

Рассмотрены различные виды систем отопления и способов прокладки трубопроводов, применяемых для встроенно-пристроенных помещений. Приведены достоинства и недостатки различных систем водяного отопления. На основе сравнительной характеристики различных схемных решений горизонтальных систем водяного отопления показано, что при строительстве или реконструкции встроенно-пристроенных помещений целесообразно для отопления использовать горизонтальные двухтрубные системы водяного отопления с верхней разводкой магистралей. Обосновано, что целесообразно подающую магистраль прокладывать под подоконной доской, а обратную – у пола. При этом обеспечивается экономия теплоты и материала труб.

Ключевые слова: горизонтальные системы водяного отопления; двухтрубные и однотрубные; прокладка трубопроводов.

Под встроенным помещением подразумевается единый комплекс с основным зданием, а пристроенное помещение является самостоятельным объектом недвижимости, имеющим собственную крышу и фундамент, но в соединении с основным зданием. Согласно СанПин 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» в первом этаже жилых зданий допускается размещать помещения для магазинов продовольственных и хозяйственных товаров, общественных, административных и других помещений. Системы отопления указанных помещений должны быть раздельными с системами жилого здания.

С целью эффективного использования тепловых ресурсов системы отопления встроенно-пристроенных нежилых помещений общественного и коммунального назначения необходимо проектировать самостоятельными для каждого владельца или арендатора. При этом необходимо предусматривать приборы для регулирования теплоотдачи отопительных приборов и установку приборов учета расхода теплоты.

Расчетные параметры микроклимата в помещениях следует принимать по ГОСТ 30494-2011«Здания жилые и общественные» и по СанПин 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».

Заказчик имеет возможность потребовать, чтобы в помещениях были более высокие уровни микроклиматических параметров из предусмотренных в ГОСТ 30494-2011. «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата помещений», а также обеспечить автоматическое поддержание температуры воздуха внутри помещения в соответствии с текущей температурой наружного воздуха путем установки у отопительных приборов термостатических клапанов.

Объёмно-планировочные особенности здания и его назначение оказывают существен-

© Новосельцев Б. П., Мерщиев А. А., Соловьев С. А., 2019

ное влияние на выбор типа систем отопления и их конструктивного выполнения.

Места размещения подающей и обратной магистрали систем отопления, отопительных приборов и их высота зависит от высоты расположения оконного проёма.

Проектирование систем отопления встроенных и встроенно-пристроенных нежилых помещений осуществляется по действующим нормам и правилам с учетом технологического задания.

Для отопления встроенно-пристроенных помещений могут быть использованы различные системы отопления; целесообразно использовать горизонтальные системы отопления однотрубные и двухтрубные по экономическим и техническим соображениям.

Схему системы отопления следует выбирать с учетом планировочных, конструктивных, технологических особенностей здания, при этом учитывают экономические показатели и пожелания заказчика [1, 2]. Экономичность системы отопления зависит от стоимости материалов, оборудования, монтажа и эксплуатации. Экономический эффект определяется при выполнении технико-экономического сравнения различных конструктивных помещений [3, 4, 5].

На рисунке представлены некоторые виды систем горизонтального отопления.

На рисунке, а показана горизонтальная ветка приточно-нерегулируемой системы отопления; на рисунке, б представлена горизонтальная ветка с обходными осевыми участками и краном КРП, но может быть использован и кран КТР. На рисунке, в изображена ветка двухтрубной системы отопления; подающая и обратная магистрали проложены у пола (под отопительным прибором); заметим, что размещение двух магистралей у пола вызывает трудности технического характера. Для регулирования теплоотдачи прибора предусмотрен кран. На рисунке, г представления горизонтальная ветка двухтрубной системы отопления; подающая и обратная магистрали проложены под потолком подвала (расстояние от потолка принимают около 1000 мм); присоединение трубопроводов к отопительным приборам может быть различным: односторонним (на рисунке, г) не показано), разносторонним. У отопительных приборов установлены краны для регулирования теплоотдачи прибора.

На рисунке, д представлена горизонтальная ветка двухтрубной системы водяного отопления с верхней разводкой подающей магистрали. При этом подающая магистраль проложена под подоконной доской, а обратная магистраль – у пола; присоединение трубопроводов к отопительному прибору – диагональное, но может быть и одностороннее.

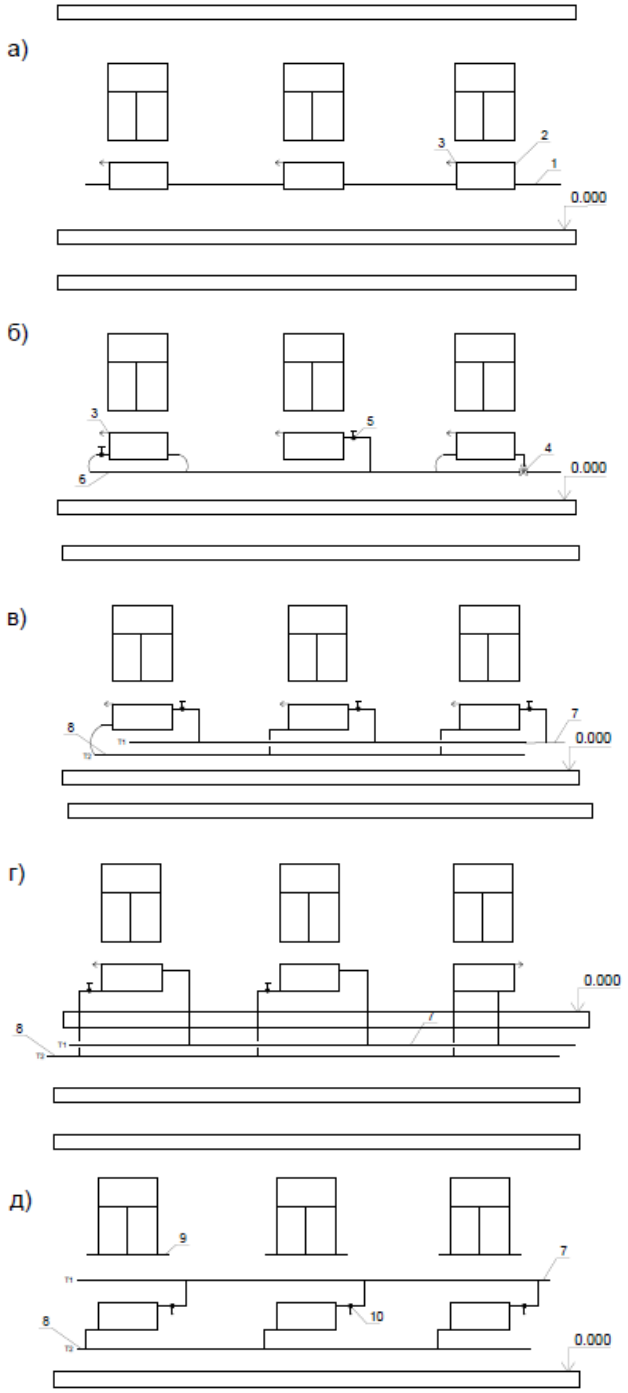
Основные достоинства горизонтальных однотрубных систем: простота монтажа, меньший расход трубопроводов (из-за отсутствия стояков) и меньшая стоимость по сравнению с вертикальными системами, отсутствие отверстий в перекрытии для установки стояков.

Недостатки: необходимость установки компенсирующих устройств при большой протяженности горизонтальных веток, небольшой перерасход отопительных приборов в случае движения воды в приборе «снизу-вниз», возможно усложнение эксплуатации при установке неавтоматических кранов для выпуска воздуха на каждом отопительном приборе. В проточных нерегулируемых системах отопления невозможно регулировать теплоотдачу каждого отопительного прибора.

В настоящее время чаще применяют горизонтальную двухтрубную систему отопления, изображенную на рисунке, г.

Проведем сравнение систем отопления приведенных на рисунке, г и на рисунке, д.

Для системы на рисунке, г расход трубопроводов больше, чем для системы, изображенной на рисунке, д, на длину подающего и обратного стояков; эта величина составляет: длина каждого подающего стояка 1,8 м; длина каждого обратного стояка 1,5 м. Суммарная длина подающего и обратного стояков равна 3,3 м. Считаем, что длина подводок для рассматриваемых систем одинаковы (примерно 1000 мм).



Виды систем отопления:
1 – горизонтальный разводящий трубопровод горизонтальной проточной (нерегулируемой системы отопления); 2 – отопительный прибор; 3 – кран для выпуска воздуха; 4 – трехходовой кран КРТ; 5 – кран КРП; 6 – осевой обходной участок; 7 – подающая магистраль; 8 – обратная магистраль; 9 – подоконная доска; 10 – автоматический терморегулятор

Монтаж системы отопления (см. рисунок, д) осуществляется меньшим затратами времени, т.к. в указанной системе меньше число деталей, более удобен монтаж, т.к. он осуществляется в одном помещении, без прокладки труб в подвале, то есть нет необходимости пробивать отверстия в перекрытии и устанавливать гильзы на стояках.

Система отопления, представленная на рисунке, д монтируется из тех же унифицированных деталей, что и система, показанная на рисунке, г, но количество этих деталей значительно меньше.

Учитывая, что подающая и обратная магистрали системы отопления (см. рисунок, д) проложены в отапливаемом помещении, то теплота от открыто проложенных магистралей поступает в обслуживаемую зону, следовательно поверхность теплоотдачи отопительного прибора уменьшается: например при параметрах теплоносителя $t_г$ = 95 ºС и $t_о$ = 70 ºС и температуре воздуха в помещении 20 ºС, теплоотдача одного метра подающей магистрали при диаметре $d_у$ = 32 мм (диаметр принят условно) составляет 151 Вт/м, а обратной магистрали при $d_у$ = 32 м составляет 91 Вт/м.

Следовательно, имеем экономию теплоты и уменьшение расхода металла (если использованы металлические трубы; а при использовании металлопластиковых труб – достигается экономия трубопроводов) [6, 7, 8, 9].

При движении воды в приборе «сверху-вниз», коэффициент теплопередачи имеет максимальное значение, а это тоже приводит к уменьшению металлоёмкости отопительных приборов и, следовательно, системы отопления [10, 11].

Заключение.

Предложено для отопления встроенных и встроенно-пристроенных помещений, применять двухтрубную горизонтальную систему водяного отопления с верхней разводкой. При этом подающую магистраль прокладывать под подоконной доской, а обратную – у пола.

В качестве отопительных приборов использовать приборы с монтажной высотой не более 300 мм с установкой автоматических устройств для регулирования теплоотдачи отопительных приборов.

Основными достоинствами предложенной схемы является уменьшение размеров отопительных приборов за счёт использования теплоотдачи магистралей, проложенных в обслуживаемой зоне помещений, а также сокращение времени на монтаж за счёт уменьшения длины трубопроводов и сокращения количества деталей системы отопления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха**: справочное пособие / Л. Д. Богуславский [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1990. – 624 с.

2. **Снижение расхода энергии при работе систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха**: справочное пособие / Л. Д. Богуславский [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1985. – 336 с.

3. **Отопление**: учебник для студентов вузов / А. Н. Сканави [и др.]. – Москва: АСВ, 2002. – 576 с.

4. **Новосельцев, Б. П.** Автоматизированные системы водяного отопления / Б. П. Новосельцев, Р. А. Кумаков. – Воронеж, 2009. – 106 с.

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

6. **Мерщиев, А. А.** Особенности проектирования систем обеспечения микроклимата кредитно-финансового учреждения / А. А. Мерщиев, И. П. Мерщиева, А. Е. Проскуряков, О. С. Замерина // Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 2. – С. 52-58.

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

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

9. **Жерлыкина, М. Н.** Технико-экономическое сравнение различных материалов труб, применяемых при поквартирной разводке системы отопления / М. Н. Жерлыкина, М. С. Кононова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 1(4). – С. 96-103.

10. **Новосельцев, Б. П.** Конструирование квартирной системы отопления с диаметральным расположением вертикальных подающих и обратных стояков / Б. П. Новосельцев, Е. В. Плаксина // Инженерные системы и сооружения. – 2011. – № 1. – С. 24-28.

11. **Новосельцев, Б. П.** Повышение эффективности промывки системы водяного отопления, оборудованной емкостными отопительными приборами / Б. П. Новосельцев, М. Н. Жерлыкина, К. В. Гармонов, Е. А. Крючкова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 1. – С. 54-60.

Поступила в редакцию 3 апреля 2019

THE CHOICE OF HEATING SYSTEM FOR BUILT-IN RESIDENTIAL BUILDING PUBLIC ROOMS

B. P. Novoseltsev, A. A. Mershchiyev, S. A. Solovyov

Novoseltsev Boris Petrovich, Cand. Tech. Sciences, associate Professor, Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473) 271-28-92; e-mail: vgasu.gkh@gmail.com

Mershchiyev Alexander Aleksandrovich, senior teacher of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473) 271-28-92; e-mail: sasha__1990@mail.ru

Solovyov Sergey Anatolyevich, assistant of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473) 271-28-92; e-mail: swiftsnake@rambler.ru

Various types of heating systems and methods of laying pipelines used for built-in and attached rooms are considered. Advantages and disadvantages of various water heating systems are given. The comparative characteristic of various schemes of horizontal systems of water heating is carried out. It is shown that during the construction or reconstruction of the built-in-attached premises it is advisable to use horizontal two-pipe water heating systems with the upper wiring of highways for heating. It is proved that it is advisable to lay the supply line under the windowsill, and the reverse – at the floor. This saves heat and pipe material.

Keywords: horizontal systems of water heating; two-pipe and one-pipe; laying of pipelines.

REFERENCES

1. **Boguslavsky L. D.** *Energy saving in the systems of heat supply, ventilation and air conditioning.* Handbook. Moscow, Stroyizdat. 1990. 624 p. (in Russian)

2. **Boguslavsky L. D.** *Decrease in power consumption during the work of heating systems, ventilation and air conditioning.* Handbook. Moscow, Stroyizdat. 1985. 336 p. (in Russian)

3. **Skanavi A. N.** *Heating. The textbook for students of higher education institutions.* Moscow, DIA. 2002. 576 p. (in Russian)

4. **Novoseltsev B. P., Kumakov R. A.** *The automated systems of water heating.* Voronezh. 2009. 106 p. (in Russian)

5. **Stomakhina G. I.** *Heating, ventilation and air conditioning.* Residential buildings with the built-in attached rooms of public appointment and parking of cars. Cottages. Handbook. Moscow, Pan-Tory. 2003. 308 p. (in Russian)

6. **Mershchiyev A. A., Mershchiyeva I. P., Proskuryakov A. E., Zamerina O. S.** *Features of design of systems of providing microclimate of trade exhibition complexes*. Engineering systems and construction. 2013. No. 2. Pp. 52-58. (in Russian)

7. **Zherlykina M. N., Yaremenko S. A.** *Systems of providing microclimate of buildings and constructions: manual*. Voronezh, Voronezh GASU. 2013. 160 p. (in Russian)

8. **Mershchiyev A. A., Startseva N. A.** *Features of design of systems of providing microclimate of trade exhibition complexes*. Engineering systems and construction.2012. No. 2. Pp. 50-55. (in Russian)

9. **Zherlykina M. N., Kononova M. S.** *Techno-economic comparison of various materials of pipes used in the door-to-door layout of the heating system*. Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 1(4). Pp. 96-103. (in Russian)

10. **Novoseltsev B. P., Plaksina E. V.** *Designing of a room heating system with diametrical arrangement of the vertical giving and return struts*. Engineering systems and constructions. 2011. No. 1. Pp. 24-28. (in Russian)

11. **Novoseltsev B. P., Zherlykina M. N., Garmonov K. V., Kryuchkova E. A.** *Increase in efficiency of washing of the system of water heating equipped with capacitive heating devices.* Housing and municipal infrastructure. 2019. No. 1. Pp. 54-60. (in Russian)

Received 3 April 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Новосельцев, Б. П. Выбор системы отопления для встроенных в жилые дома помещений общественного назначения / Б. П. Новосельцев, А. А. Мерщиев, С. А. Соловьев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 50-55.

FOR CITATION:

Novoseltsev B. P., Mershchiyev A. A., Solovyov S. A. *The choice of heating system for built-in residential building public rooms*. Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 50-55. (in Russian)

УДК 697.34

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК П-ОБРАЗНОГО КОМПЕНСАТОРА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ТЕРМОСТАБИЛЬНОГО ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ТРУБОПРОВОДА

П. П. Кондауров, А. В. Рубцов

Кондауров Павел Петрович, канд. техн. наук, доцент кафедры энергоснабжения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(927)252-60-05; e-mail: pavka_kpp@mail.ru
Рубцов Александр Витальевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(929)783-35-03; e-mail: ale48502046@yandex.ru

Представлены результаты исследования режима работы П-образного компенсатора, выполненного из полиэтиленового трубопровода (марка PE-RT) с использованием в качестве фитингов готовых фасонных частей раструбного типа под приварку. Приведены теоретические и экспериментальные зависимости силы упругой деформации компенсаторов различных диаметров и геометрических размеров. Даны рекомендации по конструкции и расположению неподвижных опор на трубопроводах. Экспериментальные исследования деформационных характеристик П-образного компенсатора, изготовленного из термостабильного полиэтиленового трубопровода, показали, что в отличие от стальных компенсаторов наблюдается существенная разница в величинах сил упругой деформации (в некоторых случаях более чем в два раза) при различных температурах теплоносителя. С повышением температуры термопласта изменяются его механические свойства, в частности, уменьшается модуль упругой деформации и, как следствие, упругость радиальных компенсирующих устройств. Это в свою очередь влияет на конструкцию неподвижных опор в сторону их упрощения и удешевления производства. Полученные результаты могут быть использованы в качестве справочных данных при проектировании компенсирующих устройств, конструировании неподвижных опор полиэтиленовых трубопроводов, работающих в тепловых сетях с параметрами до 95 °С.

Ключевые слова: П-образный компенсатор; подвижные и неподвижные опоры; сила упругой деформации.

Эксплуатация трубопроводного транспорта теплоносителей всегда сопряжена с проблемами компенсации температурных деформаций. Особенно это актуально для инженерных коммуникаций, работающих с переменной температурой. Динамическое изменение режима работы тепловых сетей существенно влияет на срок службы трубопровода. Наряду со стальными трубопроводами, в последнее время стали использоваться трубы, изготовленные из термостабильного полиэтилена (PE-X, PB, PE-RT и др.).

Температурное удлинение полиэтиленовых трубопроводов в 15 раз больше стальных труб, что требует надежных методов компенсации, один из которых – использование П-образных компенсаторов [1, 2]. Также имеются существенные отличия по свойствам материала: в частности, модуль упругой деформации стали E = 200000 МПа, а полиэтилена E = 645 МПа, что в 310 раз меньше. Поэтому реакция полиэтиленового П-образного компенсатора на удлинение трубопровода будет существенно отличаться от усилий, возникающих в стальном аналоге.

От назначения и усилий, возникающих в компенсаторах тепловых сетей, зависят тип и конструкция опор.

Опоры в тепловых сетях устанавливают для восприятия усилий, возникающих в теплопроводах, и передачи их на несущие конструкции или грунт [3, 4]. В зависимости от назначения их подразделяют на подвижные и неподвижные опоры.

Применение неподвижных опор для полиэтиленовых трубопроводов требуется

© Кондауров П. П., Рубцов А. В., 2019

в следующих случаях:

- ✓ перед и после поворотов трассы;
- ✓ при входе в здание или тепловую камеру;
- ✓ перед и после устройств, которые могут выйти из строя под воздействием силы, вызванной тепловым расширением трубопровода;
- ✓ перед и после ответвления, если отходящая труба не имеет возможности выполнить функцию Т-образного компенсатора.

В качестве неподвижных опор для полиэтиленовых труб диаметром свыше 160 мм рекомендуется выбирать опоры корпусные по ОСТ 36-146-88 с обязательной установкой полимерных подкладок.

В качестве подвижных опор следует применять подвесные опоры или хомуты, выполненные из металла или полимерного материала, внутренний диаметр которых должен быть на 1…3 мм (с учетом прокладки и теплового расширения) больше наружного диаметра монтируемого трубопровода. Между трубопроводом и хомутом из металла необходимо помещать прокладку из мягкого материала. Ширина прокладки должна превышать ширину хомута на 10 мм.

Допустимое расстояние между опорами определяется из условий прочности и допустимой стрелы прогиба трубы на середине пролета для наиболее неблагоприятных режимов работы теплопровода, при которых в самом ослабленном сечении (обычно сварные стыки) напряжения не должны превышать допустимые значения [5, 6, 7].

Допустимое напряжение изгиба принимается в зависимости от типа трубы, способа прокладки и компенсации температурных удлинений трубопровода [8].

По методике, приведенной в литературе [9] были получены зависимости сил упругой деформации стальных труб от теплового удлинения трубопровода и температуры теплоносителя.

Анализ зависимости силы упругих деформаций для стальных П-образных компенсаторов (рис. 1), как определяющей величины при выборе размеров компенсатора и конструкции неподвижной опоры, показал, что эта величина существенно зависит от диаметра трубопровода, толщины стенки, деформации компенсатора, и практически не зависит от температуры теплоносителя.

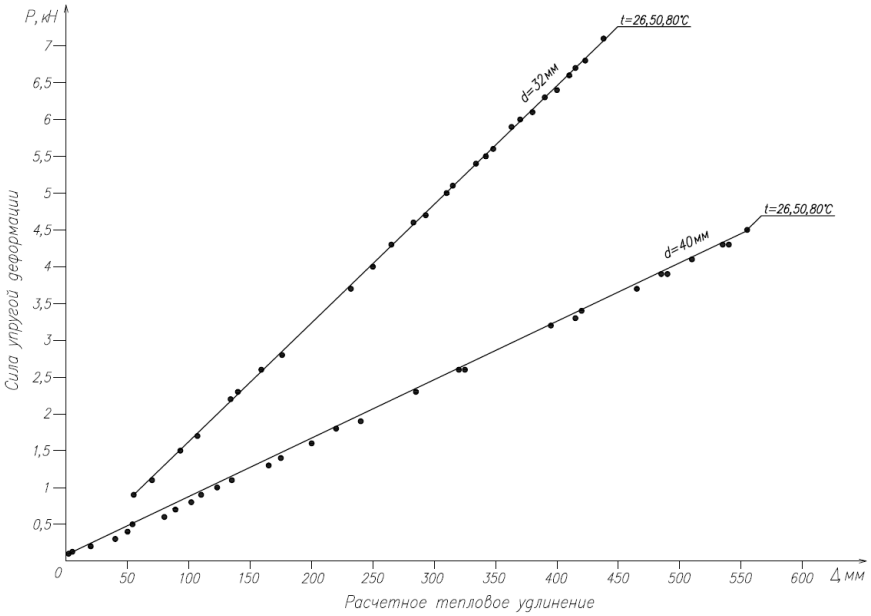


Рис. 1 – Расчет силы упругой деформации П-образного компенсатора из стали

Эксперимент проводился на лабораторной установке (рис. 2). Деформацию выпол-

няли при различных температурах за счет подвешивания переменной весовой нагрузки через систему блоков, с последующей иллюстрацией линейной деформации компенсатора. Участок гибкого гофрированного трубопровода позволял свободно перемещать плечо компенсатора.

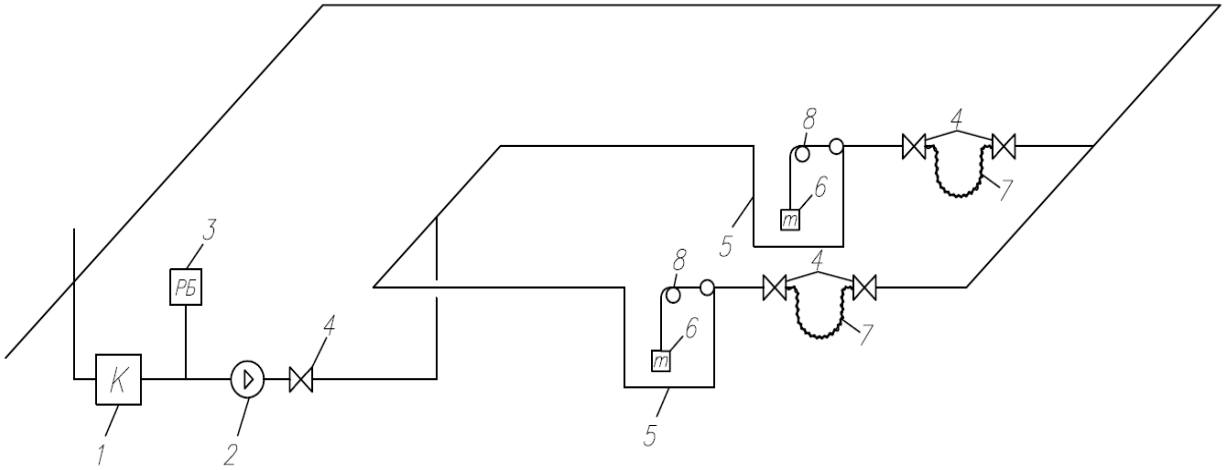


Рис. 2 – Схема лабораторной установки:
1 – котел, 2 – насос, 3 – расширительный бак, 4 – отключающее устройство,
5 – П-образный компенсатор из полиэтилена, 6 – блочная весовая нагрузка,
7 – участок гибкого гофрированного трубопровода, 8 – ролик

На основе полученных результатов были построены графики зависимости сил упругой деформации от величины теплового удлинения (рис. 3, 4).

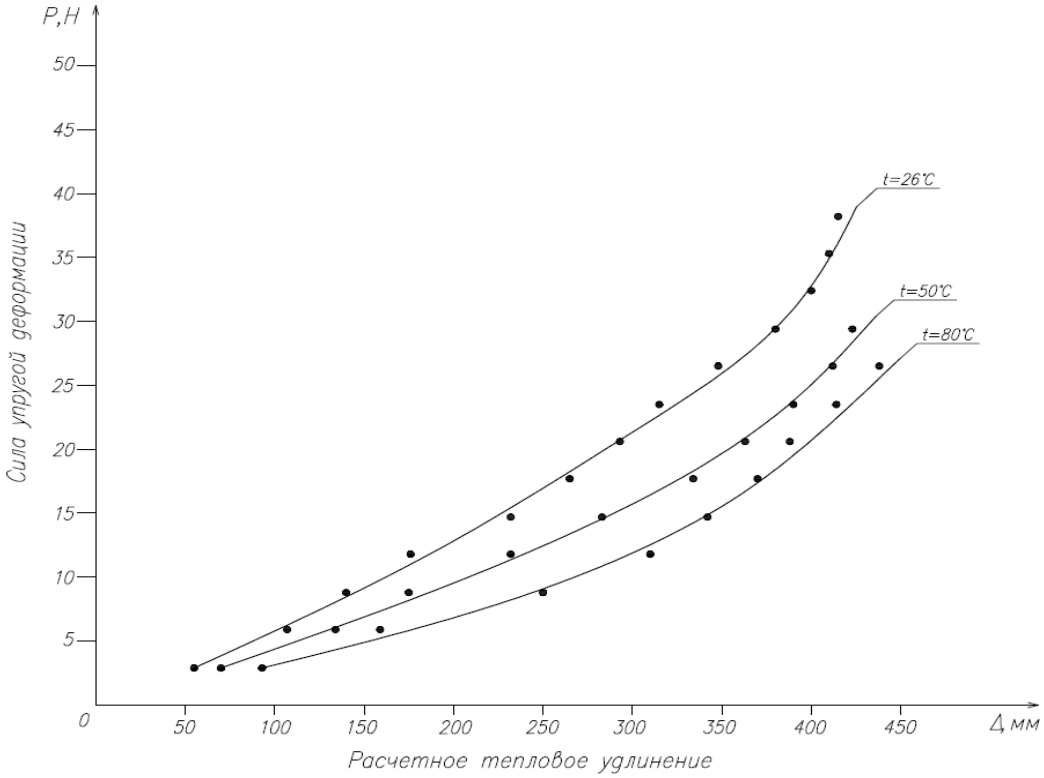


Рис. 3 – Сила упругой деформации П-образного компенсатора из полиэтилена, d = 32 мм

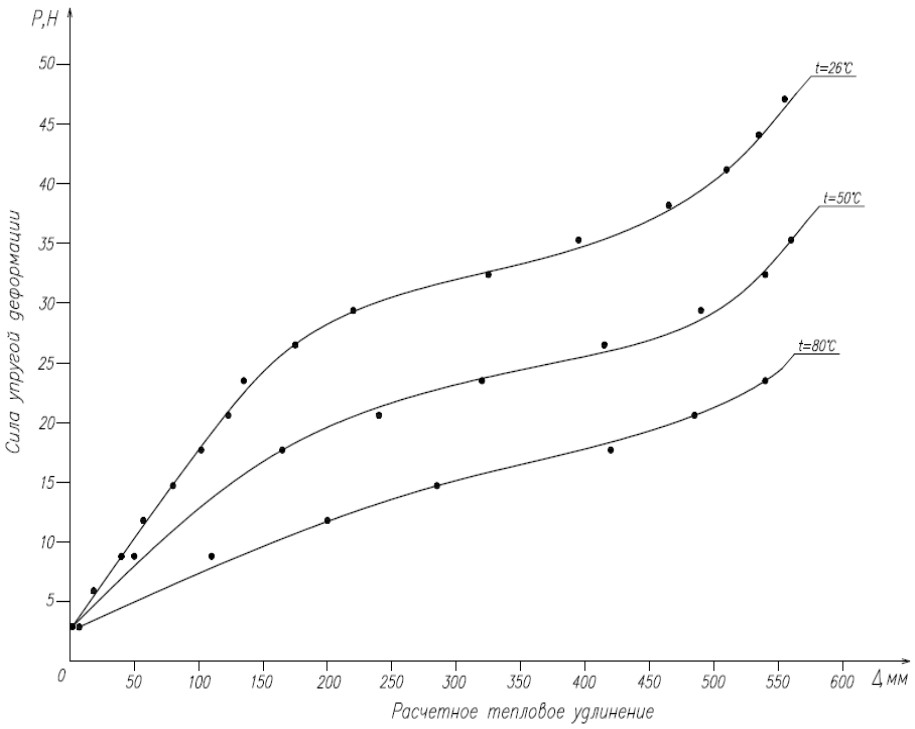


Рис. 4 – Сила упругой деформации П-образного компенсатора из полиэтилена, d =40 мм

Экспериментальные исследования деформационных характеристик П-образного компенсатора, изготовленного из термостабильного полиэтиленового трубопровода, показали, что в отличие от стальных компенсаторов наблюдается существенная разница в величинах сил упругой деформации (в некоторых случаях более чем в два раза) при различных температурах теплоносителя (рис. 3, 4). Справедливость полученных данных подтверждается справочными данными, в частности, по зависимости модуля упругости полиэтилена от температуры (рис. 5) [10].

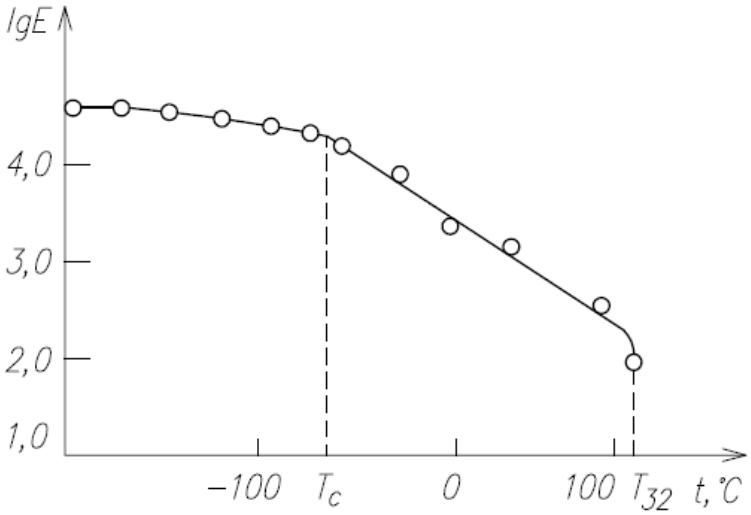


Рис. 5 – Зависимость модуля упругости полиэтилена высокого давления от температуры

Заключение.

С повышением температуры термопласта изменяются его механические свойства, в частности, уменьшается модуль упругой деформации и, как следствие, упругость радиальных компенсирующих устройств. Это в свою очередь влияет на конструкцию неподвижных опор в сторону их упрощения и удешевления производства.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве справочных данных при проектировании компенсирующих устройств, конструировании неподвижных опор полиэтиленовых трубопроводов, работающих в тепловых сетях с параметрами до 95 °С.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Павлоу, Д.** Аспекты проектирования соединений, опор и П-образных компенсаторов для трубопроводов из композитных материалов / Д. Павлоу // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2018. – Т. 8. – № 5. – С. 522-529.

2. **Фицнер, А. Ф.** Определение напряжений П-образного компенсатора / А. Ф. Фицнер, А. Ф. Секачёв, В. В. Титенко // Наука и молодёжь в XXI веке материалы III Всероссийской студенческой научно-технической конференции. Омск. –2017. – С. 187-190.

3. **Ионин, А. А.** Теплоснабжение / А. А. Ионин. – М.: Стройиздат, 1982. – 336 с.

4. **Соколов, Е. Я.** Теплофикация и тепловые сети / Е. Я. Соколов. – М.: МЭИ, 2001. – 472 с.

5. **Липовка, Ю. Л.** Некоторые теоретические стороны расчета температурных деформаций подземных бесканальных теплопроводов / Ю. Л. Липовка, В. И. Белиловец // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2016. – Т. 9. – № 4. – С. 546-562.

6. **Гимазетдинов, И. Р.** Некоторые особенности напряженного состояния трубопроводов с Z-образными компенсаторами / И. Р. Гимазетдинов, В. С. Шадрин, А. К. Гумеров // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2014. – № 2. – С. 113-118.

7. **Boros, S.** Long-term hydrostatic strength and design of thermoplastic piping compounds / S. Boros // Journal of ASTM International. – 2011. – Vol. 8. – Pp. 57-72.

8. **Серебренников, А. А.** Определение допустимых радиусов изгиба труб из полиэтилена ПЭ80 в зависимости от температурного фактора / А. А. Серебренников, И. Г. Лавров // Нефть и газ. – 2007. – № 2. – С.42-44.

9. **Лямин, А. А.** Проектирование и расчет конструкций / А. А. Лямин, А. А. Скворцов. 2-е изд., перераб. – М.: Стройиздат, 1965. – 295 с.

10. **Майгельдинов, И. А.** Высокомолекулярные соединения / И. А. Майгельдинов, К. И. Цюр // Государственный научно-исследовательский институт полимеризационных пластмасс. – 1963. – Т. 1. – № 2. – С. 243-251.

Поступила в редакцию 19 апреля 2019

INVESTIGATION OF THE DEFORMATION CHARACTERISTICS OF THE U-SHAPED COMPENSATOR, MADE OF THE THERMOSTABLE POLYETHYLENE PIPELINE

P. P. Kondaurov, A. V. Rubtsov

Kondaurov Pavel Petrovich, Cand. tech. sciences, associate Professor of the department of power supply, heat technology, heat supply and ventilation, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(927)252-60-05; e-mail: pavka_kpp@mail.ru

Rubtsov Alexander Vitalyevich, master, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(929)783-35-03; e-mail: ale48502046@yandex.ru

The investigations of the operating mode of the U-shaped compensator made of a polyethylene pipeline (PE-RT brand) using finished fittings of a socket type for welding as fittings have been carried out. The theoretical and experimental dependences of the elastic deformation force of compensators of various diameters and geometrical sizes are given. Recommendations

on the design and location of fixed supports on pipelines are given. Experimental studies of the deformation characteristics of a U-shaped compensator made from a thermostable polyethylene pipeline showed that, unlike steel compensators, there is a significant difference in the values of elastic deformation forces (in some cases more than twice) at different temperatures of the heat carrier. With increasing thermoplastic temperature, its mechanical properties change, in particular, the elastic deformation modulus and, consequently, the elasticity of radial compensating devices decrease. This in turn affects the design of fixed supports in the direction of simplifying and cheapening production. The results obtained can be used as reference data when designing compensating devices, designing fixed supports of polyethylene pipelines operating in heat networks with parameters up to 95 °C.

Keywords: U-shaped compensator; movable and fixed supports; force of elastic deformation.

REFERENCES

1. **Pavlou D.** *Aspects of designing joints, supports and U-shaped compensators for pipelines made of composite materials.* Science and technologies of pipeline transportation of oil and petroleum products. 2018. T. 8. No. 5. Pp. 522- 529. (in Russian)
2. **Fitzner, A. F., Sekachev A. F., Titenko V. V.** *Determination of the voltage of the U-shaped compensator.* Science and youth in the XXI century materials III all-russian student scientific and technical conference. Omsk. 2017. Pp. 187-190. (in Russian)
3. **Ionin A. A.** *Heat supply.* Moscow, Stroiizdat. 1982. 336 p. (in Russian)
4. **Sokolov E. Ya.** *Heat and heat networks*. Moscow, MEI. 2001. 472 p. (in Russian)
5. **Lipovka Yu. L., Belilovets V. I.** *Some theoretical aspects of the calculation of temperature deformations of underground channelless heat pipelines*. Journal of the Siberian Federal University. Series: Engineering and Technology. 2016. T. 9. No. 4. Pp. 546-562. (in Russian)
6. **Gimazetdinov I. R., Shadrin V. S., Gumerov A. K.** *Some features of the stress state of pipelines with Z-shaped compensators.* Problems of collection, preparation and transportation of oil and petroleum products. 2014. No. 2. Pp. 113-118. (in Russian)
7. **Boros S.** *Long-term hydrostatic strength and design of thermoplastic piping compounds*. Journal of ASTM International. 2011. Vol. 8. Pp. 57-72.
8. **Serebrennikov A. A., Lavrov I. G.** *Determination of allowable bending radii of PE80 polyethylene pipes depending on the temperature factor*. Oil and gas. 2007. No. 2. Pp. 42-44. (in Russian)
9. **Lyamin A. A., Skvortsov A. A.** *Design and calculation of structures*. Moscow, Stroiizdat. 1965. 295 p. (in Russian)
10. **Maygeldinov I. A., Tsur K. I.** *High-molecular compounds.* State Research Institute of Polymerization Plastics. 1963. T. 1. No. 2. Pp. 243 -251. (in Russian)

Received 19 April 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Кондауров, П. П. Исследование деформационных характеристик П-образного компенсатора, изготовленного из термостабильного полиэтиленового трубопровода / П. П. Кондауров, А. В. Рубцов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 56-61.

FOR CITATION:

Kondaurov P. P., Rubtsov A. V. *Investigation of the deformation characteristics of the U-shaped compensator, made of the thermostable polyethylene pipeline*. Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 56-61. (in Russian)

УДК 697.911

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ С ВЫДЕЛЕНИЕМ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

Р. А. Шепс, А. В. Шашин, М. Н. Жерлыкина, В. В. Шичкин

Шепс Роман Александрович, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail:romansheps@yandex.ru
Шашин Алексей Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(473)271-28-92; e-mail: ingvent@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
Шичкин Виталий Владимирович, аспирант кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел.: +7(980)544-13-89; e-mail: adiadi23@mail.ru

Приведено описание особенностей работы систем местной вытяжной вентиляции с указанием их достоинств и недостатков. Перечислены факторы, определяющие эффективность работы вытяжных систем. Сформулированы допущения, принимаемые при определении расчётного воздухообмена и обоснована значимость энергетических составляющих системы. Определены меры по выводу системы на ориентированный энергетический уровень. Предложена схема эжекторно-вентиляционной установки для удаления из помещения значительных по объему газовых смесей, в которой предусмотрено применение эжектора вместо высокопроизводительного вентилятора во взрывобезопасном исполнении. Представлен методический подход, в котором учитываются факторы, требуемые для установления рациональных энергетических и экологических характеристик местных вытяжных и приточных вентиляционных систем промышленных предприятий с выделением выбросов вредных химических веществ.

Ключевые слова: вентиляция; эжектор; энергоэффективность; промышленная вентиляция; механическая вентиляция.

Среди различных типов вентиляционных систем особое место занимает система механической местной вытяжной вентиляции, выполняющая функции удаления вредных веществ (ВВ) непосредственно из зон их образования, транспортирования загрязненных воздушных потоков по воздуховодам, очистки воздуха от ВВ, рассеивания остатков ВВ для исключения их поступления в приземный слой атмосферы выше предельно допустимых значений. Многообразие функций предопределяет энергоемкость местной вытяжной вентиляции, поскольку процессы отсоса ВВ, их очистки и рассеивания связаны с преодолением значительных гидравлических сопротивлений.

При необходимости отсоса из укрытия местной вытяжной вентиляции значительных по объему газовых смесей применяют эжектор вместо высокопроизводительного вентилятора во взрывобезопасном исполнении. Основным недостатком эжектора является относительно невысокий коэффициент полезного действия, не превышающий 50 %. В системах вентиляции получили применение преимущественно эжекторы, у которых в качестве побудителя эжектирования используется вентилятор.

Единая классификация эжекторов отсутствует, типизированы они с расходом эжектируемого газа от 1000 до 12000 м^3/ч при аэродинамическом сопротивлении перед ними до 300 Па и за его диффузором до 50 Па при коэффициенте смешивании отсасываемого газа к

©Шепс Р. А., Шашин А. В., Жерлыкина М. Н., Шичкин В. В., 2019

активному газу вентилятора β = 1 [1, 2]. В реальных условиях при необходимости очистки образуемых в укрытии вредных химических веществ (ВХВ) на входе в эжектор требуется преодолеть значительно большее сопротивление, коэффициент смешивания газов может изменяться в значительно большем соотношении и это приводит к необходимости иметь иные характеристики, чем типизированного ряда.

На рисунке приведена схема и параметры эжекторно-вентиляционной системы с очисткой газовой смеси от ВХВ. В схеме приняты обозначения: L_1, м^3/с – расход отсасываемой газовой смеси, $L_{в1}$, м^3/с – расход активного воздуха вентилятора; V_1, V_2 – скорость активного газа на выходе из сопловой насадки эжектора и отсасываемого газа, соответственно, м/с; P_1, P_2, P_3 – давление активного, отсасываемого и смешанного газов, соответственно, Па; t – температура газа, ºС; $\rho_в$ – плотность воздуха, кг/м^3; ΔP – перепад давления, Па.

Приведенные на рисунке нижние индексы обозначений: 0 – параметры на выходе из укрытия, 1 – параметры на выходе из сопла эжектора, 2 – параметры на входе в смесительную камеру, 3 – параметры на выходе из смесительной камеры, 4 – параметры на выходе из диффузора.

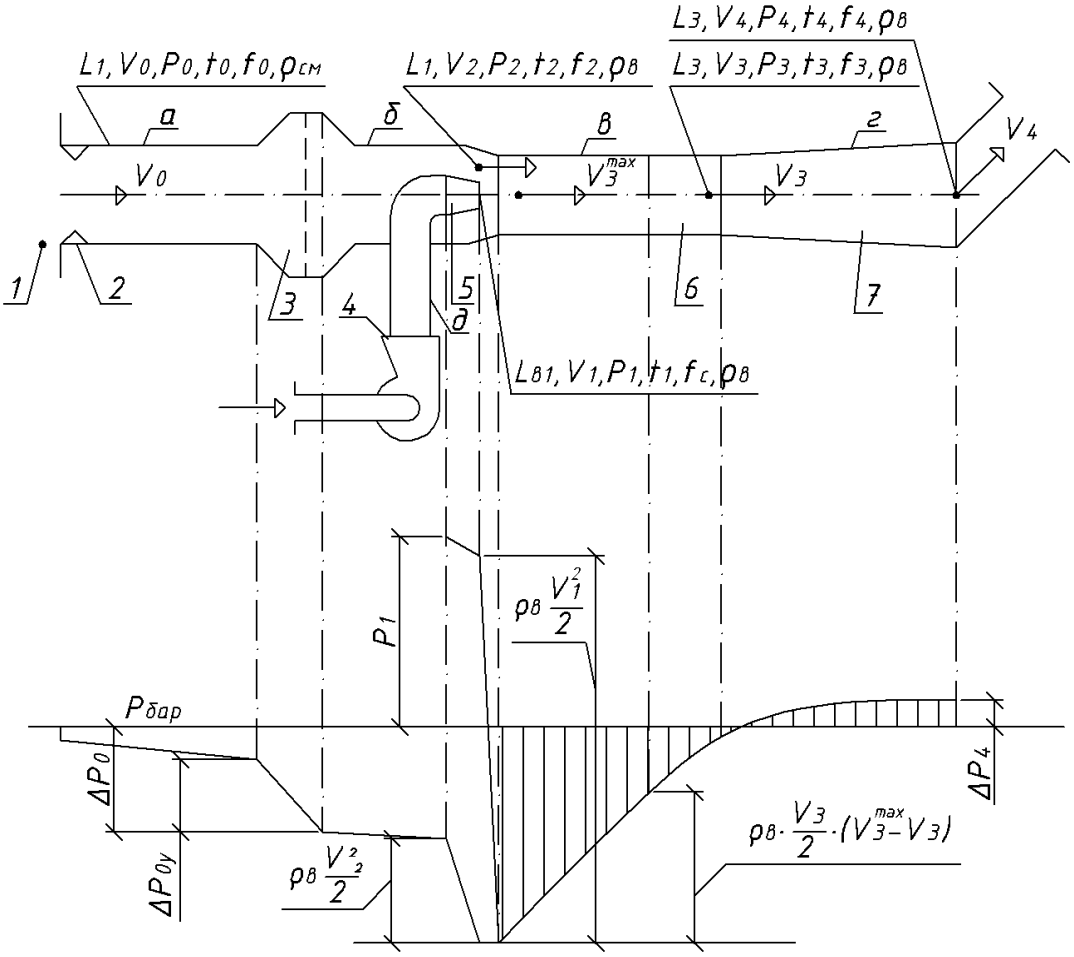


Схема эжекторно-вентиляционной установки и обозначение параметров отсоса ВХВ:
1 – укрытие; 2 – диафрагма; 3 – очистное устройство; 4 – вентилятор; 5 – сопло эжектора;
6 – смесительная камера; 7 – диффузор; *а, б, в, г, д* – участки воздуховодов

В промышленности выполнен значительный объем исследований и продолжается поиск по снижению удельных энергетических показателей и повышению экологической эф-

фективности местной вытяжной вентиляции, то есть по решению преимущественно внутренних задач – движению воздуха в вентиляционных каналах, способов и устройств отсоса ВВ от их источников. Внешняя задача, то есть влияние давления и скорости движения воздуха в помещении, циркуляция воздуха в окрестностях местной вытяжки, требует расширенного выполнения исследований, поскольку только совместное совершенствование взаимозависимых характеристик местной вытяжной и приточной вентиляции позволят улучшить их энергетические показатели.

Используемый показатель энергетической эффективности вентиляции – расход электроэнергии на единицу объема очищаемого воздуха еще не определяет близость системы к рациональному режиму работы. Требуется оценка по ориентированному показателю, который в совокупности может учесть многообразие факторов, выражающих энергетическую, экологическую и экономическую эффективность системы.

В известных зависимостях по балансу воздухообмена в производственном помещении роль приточной вентиляции сводится к компенсации количества воздуха, удаляемого местной вытяжной вентиляцией, если этого достаточно, чтобы растворить ту часть ВВ, которая не уловлена местным отсосом [1, 3…7]. Учет многофакторности влияния на физические процессы местной вытяжной вентиляции позволит более достоверно установить значимость энергетических составляющих системы и определить меры по выводу системы на ориентированный (предельно достижимый) энергетический уровень.

Одним из главных параметров местной вытяжной вентиляции является её производительность. Обычно считается [1, 8, 9], что расчетная производительность отсоса $L_{отс}$ выделяющихся ВВ пропорциональна некоторому характерному расходу этого потока, то есть

$$L_{отс} = k \cdot L_{м.о.}, \quad (1)$$

где в качестве $L_{м.о.}$, м^3/с, может быть принят расход струи газа на уровне площади всасывания.

В этой зависимости коэффициент пропорциональности k зависит от многих факторов, таких как:

- ✓ взаимодействие выделяющихся ВВ и движущегося воздуха в зависимости от их удаленности от всасывающей поверхности [2, 4, 10];
- ✓ расход удаляемого местным отсосом воздуха от его подтекания к месту отсоса [4, 10];
- ✓ величина создаваемого разрежения на величину выделяющихся паров ВВ [1];
- ✓ конфигурация отсасывающих отверстий и поверхностей, ограничивающих сток [3, 11];
- ✓ взаимозависимость скорости, давления, температуры воздуха и распределения ВВ в спектре воздушной струи при работающей местной вытяжной вентиляции [1];
- ✓ соотношение площадей отсоса и воздуховода, его разветвленности [2];
- ✓ режим работы общеобменной вентиляции и степень сбалансированности приточного и вытяжного воздуха, создающих вокруг источника ВВ подвижность воздуха, унос ВВ от источника.

На степень удаления из помещения не уловленных местным отсосом ВВ общеобменной вентиляцией оказывают влияние:

- ✓ высота помещения, образуемые в нем циркуляционные зоны [5, 12];
- ✓ равномерность по сечению помещения расхода приточного воздуха [5, 12];
- ✓ характер приточной вентиляции (вытесняющий или перемешивающий), направленность движения воздуха от рабочего места к источнику ВВ [2, 12];
- ✓ зональная планировка помещения и величина общеобменной вентиляции в зонах, степень устранения зональных перетоков воздуха [1, 13, 14];
- ✓ цикличность работы вентиляции.

Одним из важных граничных условий удаления взрывоопасных ВВ является недопустимость превышения 50 % нижнего концентрационного предела их взрываемости при температуре среды.

Важным условием для ряда химических ВВ является не только обеспечение их максимально разовой предельно допустимой концентрации на рабочем месте – $ПДК_{м.р.}$, но и учет их канцерогенности, мутагенности, биоаккумулятивных свойств, синергичности, при этом совместное действие местной вытяжной и общеобменной вентиляции должны обеспечить содержание их концентрации на рабочем месте ниже $ПДК_{р.з.}$ [15]. Особо токсичные ВВ требуют увеличения коэффициента k в зависимости (1).

В настоящее время из-за сложности протекания процессов в многокомпонентной воздушной среде с допущенной их концентрацией ВВ в помещении считается допустимым свойства такой среды определять, складывая свойства ингредиентов с учетом пропорциональности их содержания в смеси или принимать в расчет доминирующее по показателю опасности одно вещество. Такой подход аддитивности не соответствует фактическим санитарно-гигиеническим последствиям.

Требуемый воздухообмен в помещении L при работе местной вытяжной и общеобменной вентиляции определяется, как известно, по зависимости

$$L = L_{м.о.} + \left(M_{п} - L_{м.о.} \cdot c_{м.о.}\right) / c_{ух}\,, \tag{2}$$

где $M_{п}$ – поступление доминирующего ВВ в помещение, кг/с; $c_{м.о.}$, $c_{ух}$ – концентрация ВВ в сечении отсасываемого спектра и во входном сечении вытяжной вентиляции, кг/м^3.

Преобразовав эту зависимость, как функцию $c_{м.о.}$ при $c_{ух} \le ПДК_{р.з.}$ и обозначив общее выделение ВВ из источника:

$$M_{о} = M_{п} + M_{м.о.}\,, \tag{3}$$

где $M_{м.о.}$ – уловленные ВВ местным отсосом, кг/с,
получим

$$c_{ух} = \frac{M_{о}(1-n)/L - p \cdot c_{мо}}{1-p}\,, \tag{4}$$

где

$$n = M_{м.о.} / M_{о}\,, \tag{5}$$

$$p = L_{м.о.} / L\,. \tag{6}$$

Из приведённых зависимостей следует, что при постоянной величине $M_{о}$ повышение эффективности отсоса ВВ снижает концентрацию ВВ в уходящем воздухе, а изменение величины приточного воздуха приводит к неоднозначному результату, что обусловлено многофункциональным влиянием как параметров местной вытяжной, так и приточной вентиляции.

Следовательно, использование ранее не учитываемых факторов позволит определить меры по дальнейшему совершенствованию режима вентилирования помещений промышленных зданий и увеличению их энергетических, материальных и экологических параметров.

Заключение.

Разработана схема эжекторно-вентиляционной установки для удаления из помещения значительных по объему газовых смесей, в которой предусмотрено применение эжектора вместо высокопроизводительного вентилятора во взрывобезопасном исполнении. Такое решение позволяет снизить капитальные и эксплуатационные затраты местной вытяжной вентиляции.

Разработан методический подход к оценке показателя энергетической эффективности вентиляции, характеризуемого отношением расхода электроэнергии на единицу объема

очищаемого воздуха. Определение рационального решения возможно при учете совокупности многообразных факторов, выражающий энергетическую, экологическую и экономическую эффективность системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Батурин, В. В.** Основы промышленной вентиляции / В. В. Батурин. – М.: Профиздат, 4-е издание, 1990. – 446 с.

2. **Гримитлин, А. М.** Отопление и вентиляция производственных помещений / А. М. Гримитлин, Т. А. Дацюк и др. – Санкт-Петербург: АВОК Северо-Запад, 2007. – 399 с.

3. **Луговский, С. И.** Совершенствование систем промышленной вентиляции / С. И. Луговский, Г. К. Дымчук. – М.: Стройиздат,1991. – 130 с.

4. **Посохин, В. Н.** Расчет местных отсосов от тепло- и газовыделяющего оборудования. – М.: Машиностроение,1984. – 157 с.

5. **Талиев, В. Н.** Аэродинамика вентиляции. – М.: Стройиздат, 1979. – 290 с.

6. **Эльтерман, В. М.** Вентиляция химических производств / В. М. Эльтерман. – М.: Химия, 1980. – 288 с.

7. **Полосин, И. И.** Динамика процессов промышленной вентиляции / И. И. Полосин // Автореферат диссертации доктора технических наук. – Воронеж, 2001.

8. **Жерлыкина, М. Н.** Повышение эффективности аварийной вентиляции производственного помещения для обеспечения взрывобезопасности при выбросах химических веществ / М. Н. Жерлыкина / диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Воронеж, 2006. – 166 с.

9. **Дерепасов, А. В.** Исследование воздухообмена производственных помещений с проемами в перекрытиях / А. В. Дерепасов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 1. – С. 18-25.

10. **Полосин, И. И.** Реализация математической модели для оценки эффективности схем организации воздухообмена в цехах гальванопокрытий / И. И. Полосин, С. Н. Кузнецов, А. В. Портянников, А. В. Дерепасов // Приволжский научный журнал. – 2009. – № 2(10). – С. 42-47.

11. **Колодяжный, С. А.** Зависимость распределения взрывоопасных вредных веществ в помещениях от кратности воздухообмена / С. А. Колодяжный, И. И. Переславцева, О. Н. Филиатова // Инженерные системы и сооружения. – 2010. – № 2. – С. 192-196.

12. **Чуйкин, С. В.** Обеспечение экологической безопасности окружающей среды от выбросов пищевой промышленности / С. В. Чуйкин, М. Н. Жерлыкина // Вестник МГСУ. – 2011. – № 7. – С. 288-295.

13. **Яременко, С. А.** Энергетические спектры пульсационной скорости в свободных турбулентных вентиляционных потоках / С. А. Яременко, И. И. Переславцева, Н. А. Руднева, В. А. Малин // Инженерные системы и сооружения. – 2012. – № 3(8). – С. 32-38.

14. **Скрыпник, А. И.** Расчетная модель определения наиболее вероятной величины вентиляционного выброса химических веществ при аварийной ситуации / А. И. Скрыпник, М. Н. Жерлыкина // Известия ВУЗов. Строительство. – Новосибирск, 2004. – № 5. – С. 72-75.

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

Поступила в редакцию 30 апреля 2019

THE DEFINITION OF ENERGY EFFICIENCY MECHANICAL VENTILATION WITH EMISSIONS

R. A. Sheps, A. V. Shashin, M. N. Zherlykina, V. V. Shichkin

Sheps Roman Aleksandrovich, senior lecturer of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: romansheps@yandex.ru
Shashin Alexey Vladimirovich, Cand. tech. Sciences, 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: ingvent@mail.ru
Zherlykina Mariya Nikolaevna, Cand. Tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: zherlykina@yandex.ru
Shichkin Vitaly Vladimirovich, graduate student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(980)544-13-89; e-mail: adiadi23@mail.ru

The description of features of work of systems of local exhaust ventilation with indication of their advantages and shortcomings is given. The factors determining the efficiency of exhaust systems are listed. The assumptions made in determining the calculated air exchange are formulated and the significance of the energy components of the system is justified. The measures to bring the system to the energy-oriented level are defined. The scheme of the ejector-ventilation unit for removal of significant gas mixtures from the room is proposed, which provides for the use of an ejector instead of a high-performance fan in an explosion-proof design. A methodical approach is presented, which takes into account the factors required to establish rational energy and environmental characteristics of local exhaust and supply ventilation systems of industrial enterprises with the division of emissions of harmful chemicals.

Keywords: ventilation; ejector; energy efficiency; industrial ventilation; mechanical ventilation.

REFERENCES

1. **Baturin V. V.** *Fundamentals of industrial ventilation*. Moscow, Profizdat. 1990.446 p. (in Russian)
2. **Grimitlin A. M., Datsyuk T. A.** *Heating and ventilation of industrial premises.* St.-Petersburg, Northwest AVOK, 2007. 399 p. (in Russian)
3. **Lugovsky S. I., Dymchuk G. K.** *Improvement of industrial ventilation systems.* Moscow, Stroyizdat. 1991. 130 p. (in Russian)
4. **Posokhin V. N.** *Calculation of local suction from heat and gas equipment.* Moscow, Mechanical Engineering.1984. 157 p. (in Russian)
5. **Taliev V. N.** *Aerodynamics of ventilation.* Moscow, Stroyizdat. 1979. 290 p. (in Russian)
6. **Elterman V. M.** *Ventilation of chemical manufactures.* Moscow, Chemistry. 1980. 288 p. (in Russian)
7. **Polosin I. I.** *Dynamics of processes of industrial ventilation.* Abstract of the thesis of the doctor of technical sciences. Voronezh. 2001. (in Russian)
8. **Zherlykina M. N.** *Increase of efficiency of emergency ventilation of industrial premises for maintenance of explosion safety at emissions of chemical substances*. Dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering sciences. Voronezh. 2006. 166 p. (in Russian)
9. **Derepasov A. V.** *Research air exchange production premises with holes in the overlappings*. Housing and utilities infrastructure. 2017. No. 1-2(1). Pp. 18-25. (in Russian)
10. **Polosin I. I., Kuznetsov S. N., Portjannikov A. V., Derepasov A. V.** *Realisation of mathematical model for an estimation of efficiency of schemes of the organisation of air exchange in shops Galvanocoverings.* Privolzhsky scientific magazine. 2009. No. 2(10). Pp.42-47. (in Russian)

11. **Kolodyazhny S. A., Pereslavtseva I. I., Filatova O. N.** *Dependence of the distribution of hazardous harmful substances in the premises ventilation rate.* Engineering systems and constructions. 2010. No. 2. Pp. 192-196. (in Russian)

12. **Chuikin S. V., Zherlykina M. N.** *Ensuring environmental safety of the environment from food industry emissions*. Bulletin of MGSU. 2011. No. 7. Pp. 288-295. (in Russian)

13. **Yaremenko S. A., Pereslavtseva I. I., Rudneva N. A., Malin V. A.** *Energy spectra of the pulsation velocity in free turbulent ventilation flows*. Engineering systems and facilities. 2012. No. 3(8). Pp. 32-38. (in Russian)

14. **Skrypnik A. I., Zherlykina M. N.** *Calculation model for determining the most probable value of venting of chemical substances in an emergency situation*. Novosibirsk. News of Universities. Building. 2004. No. 5. Pp.72-75. (in Russian)

15. **Andriyashkin O. O., Zhdanova O. A., Kononova M. S.** *The comparison of technical and economic parameters of local devices for clearing of inlet air*. Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 1(4). Pp. 104-110. (in Russian)

Received 30 April 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Шепс, Р. А. Определение энергетической эффективности механической вентиляции помещений с выделением вредных веществ / Р. А. Шепс, А. В. Шашин, М. Н. Жерлыкина, В. В. Шичкин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 62-68.

FOR CITATION:

Sheps R. A., Shashin A. V., Zherlykina M. N., Shichkin V. V. *The definition of energy efficiency mechanical ventilation with emissions*. Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 62-68. (in Russian)

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВО
CITY. RECONSTRUCTION, RESTORATION AND LANDSCAPING

УДК 711.142

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОВРАЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА

Н. В. Коростелева, В. А. Долганов, Д. И. Азизов

Коростелева Наталия Владимировна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры экологического строительства и городского хозяйства, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(903)315-87-26; e-mail: korostelevanv@mail.ru
Долганов Владимир Андреевич, студент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.:+7(937)747-79-43; e-mail: dolgan1996@gmail.com
Азизов Дмитрий Игоревич, студент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.:+7(927)502-51-30; e-mail: azizov011@gmail.com

Статья посвящена обоснованию актуальности использования овражных территорий в градостроительных целях. Рассмотрены основные проблемы и преимущества освоения овражных территорий в городах, и определены варианты их возможного использования в зависимости от характеристик. Объектом исследования является прибрежная территория г. Волгограда, характеризующаяся наличием значительных площадей овражных территорий. Проанализирован овражный фонд по ряду критериев: по его месторасположению в структуре города; по параметрам оврагов; по вариантам их градостроительного использования. На примере Волгограда обоснована необходимость использования оврагов в территориальном развитии города. Для наглядности рассмотрены наиболее яркие примеры градостроительного использования овражных территорий в Волгограде и других городах Российской Федерации.

Ключевые слова: овраги; градостроительное освоение; жилищное строительство; ландшафтно-рекреационные объекты; транспортная инфраструктура.

Рассматривая территорию Российской Федерации, можно сделать вывод, что в большей степени овраги распространены в Европейской части в пределах лесостепной и степной зонах. Но кроме этого, овраги очень часто встречаются и в городах, что сильно мешает их развитию [1]. Овраг – отрицательная крутосклонная, сильно разветвлённая форма рельефа, образование которой связано с деятельностью временных (иногда небольших, постоянных) водотоков и часто стимулируется различными проявлениями нерационального природопользования (сведением лесов, чрезмерным выпасом, распахиванием крутых склонов и т. п.) [2].

По характеру и степени взаимодействия с овражно-балочной системой все населенные пункты можно разделить на четыре типа [3, 4, 5, 6].

К первому типу относятся поселения, подчиненные рельефу. В них, как правило, все здания и сооружения располагаются в зависимости от типологии и формы рельефа; при их возведении рельеф не преобразовывается вообще или с минимальными изменениями по объему и площади. К таким населенным пунктам в основном относятся небольшие поселки, исторически сложившиеся малые поселения, насчитывающие в своей истории несколько столетий или вновь построенные, дачные поселки или полевые станы, превратившиеся со

© Коростелева Н. В., Долганов В. А., Азизов Д. И., 2019

временем в населенные пункты с населением до 2000 чел. Размеры сооружений в них меньше или соразмерны оврагам.

Отдельные гражданские постройки занимают площадь до 100 м^2, а инженерные сооружения до 1000 м^2. Выбор их местоположения, как правило, определялся приближенностью к сельскохозяйственным угодьям. В таких поселениях борьба с овражной эрозией не проводится из-за недостаточных материальных и технических ресурсов, что приводит к частичной перепланировке территорий данных населенных пунктов.

Ко второму типу относятся поселения, соподчиненные рельефу, т.е. большая часть строений в них вписана в овражно-балочный рельеф. Поэтому здесь уже на стадии проектирования сооружений учитывались его особенности, или строительство осуществлялось по исторически сложившимся схемам. Застройка овражных территорий в таких поселениях часто производилась, исходя из чисто практических соображений, и основывалась на ранее накопленном строительном опыте. В данном случае овраги, не зависимо от причин их образования, частично используются для хозяйственных целей или претерпевают частичное преобразование. Размеры сооружений или их комплексов в данных населенных пунктах соответствуют линейным размерам оврагов или незначительно превышают их. Численность населения составляет порядка 100…200 тыс. чел. В качестве примера можно привести город Балашов и Чебоксары.

К третьему типу относятся поселения, подчиняющие рельеф. Это, как правило, населенные пункты с населением до 500 тыс. чел., в которых при сооружении объектов происходит частичное преобразование рельефа на всей территории застройки или на значительной ее части. Размеры отдельных сооружений практически равны размерам оврагов, а их комплексы намного их превышают, соответствуя овражным системам. К данной категории можно отнести Елабугу и Брянск, которые обладают достаточными ресурсами для преобразования рельефа.

Четвертый тип населенных пунктов – это поселения, подавляющие рельеф. При их основании или в процессе развития в целом всего поселения или его части (например, крупного промышленного предприятия) не учитывались особенности овражно-балочной сети и проводились полные ее преобразование под нужды застройки. В таких случаях размеры сооружений, как правило, значительно превышают размеры овражных систем. Это характерно для крупнейших городов, таких как Москва, Киев, Нижний Новгород, Волгоград и др.

Следует отметить, что переходы между данными типами весьма условны, т.к. само административное деление населенных пунктов относительно, а также велика изменчивость плотности населения – при незначительном числе жителей площадь населенного пункта может быть значительной (населенные пункты с развитой промышленностью) и наоборот. Однозначно можно утверждать только то, что овражно-балочные системы, как одни из самых быстро развивающихся и видоизменяющихся (переход оврагов в балки) элементов рельефа, играют большую роль в существовании любого населенного пункта. При этом взаимосвязь овражно-балочных систем и поселений видоизменяется в зависимости от размеров населенного пункта и его развития во времени.

Если рассматривать Волгоград, то на сегодняшний день территорию города прорезает около 50 оврагов и балок, при этом они практически равномерно распределены в структуре города (рис. 1) [7]. Только часть из них (порядка 25 %) освоены как территориальный ресурс города. Основная же масса находится практически в первозданном виде (рис. 2).

Одной из предпосылок активного освоения овражных территорий Волгограда может служить его планировочные особенности. Т.к. город очень сильно вытянут в длину (около 100км), то одним из основных вариантов его развития является расширение в сторону степей, что увеличит его территорию, преобразуя сложившуюся исторически линейную структуру в наиболее удобную комбинированную.

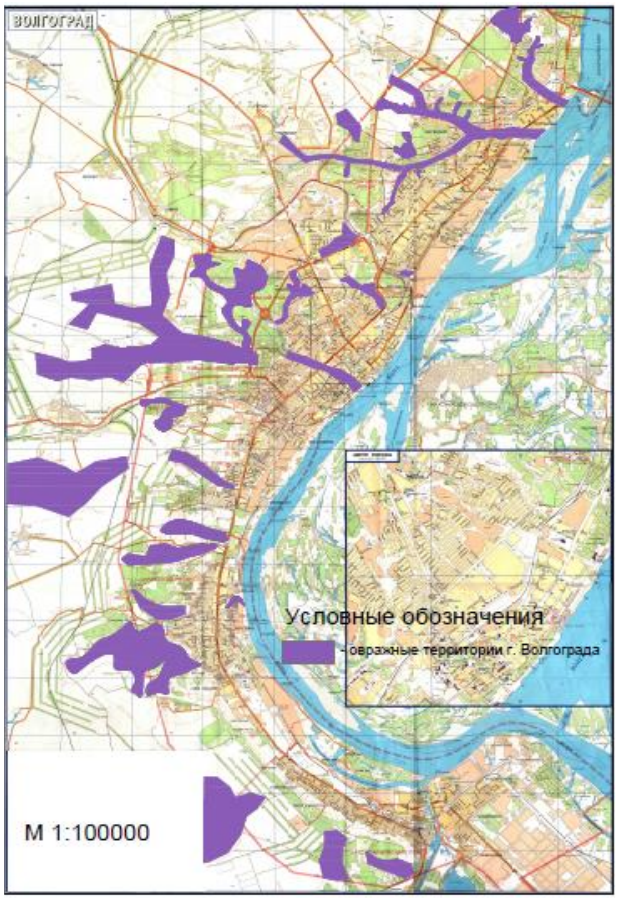


Рис. 1 – Схема расположения оврагов и балок по территории города Волгограда

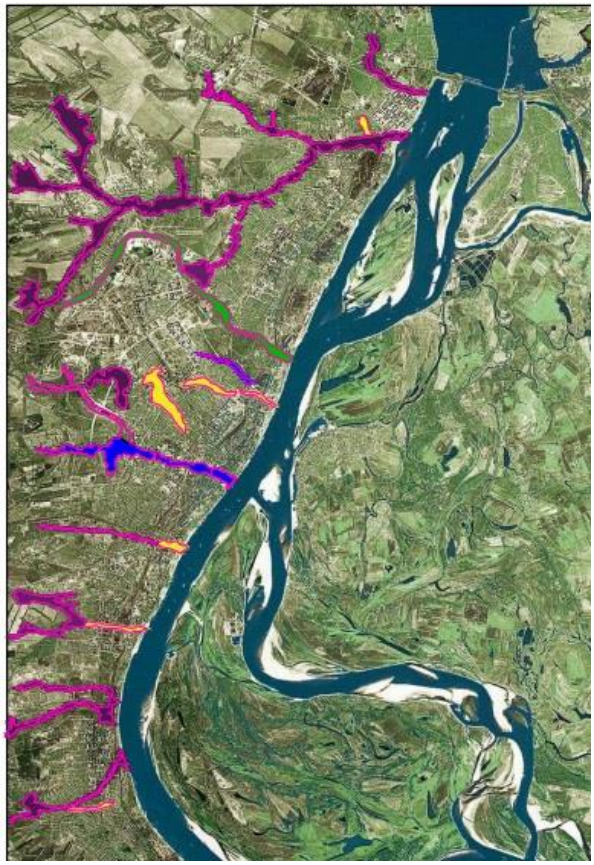


Рис. 2 – Схема современного градостроительного использования оврагов и балок по территории города Волгограда

Однако рассматриваемые территории находятся в отдалении от Волги и, как следствие, имеют более засушливый климат по сравнению с уже освоенными землями. Поэтому одним вариантом развития города без расширения его территориальных границ как раз и может быть освоение овражных территорий в пределах городской черты, которые, при проведении соответствующих мероприятий по инженерной подготовке, могут использоваться под различные виды строительства (от создания ландшафтно-рекреационных и коммунально-складских зон до зон жилой и общественной застройки) [8, 9].

Помимо того, что освоение такого «территориального резерва» позволит значительно сократить изъятие сельскохозяйственных земель, правильное использование оврагов в строительстве способствует сохранению экологии города. Кроме этого в оврагах и балках в городских условиях сохраняется естественная растительность, и они могут использоваться как рекреационные зоны. Овражно-балочные сети обеспечивают в зависимости от розы ветров вентиляцию городской территории и изменяют микроклимат в прилегающих к ним микрорайонах, являются естественными дренажными системами [10].

В то же время, есть и негативные последствия в освоении балок и оврагов. Они связаны с возможностью образования новых оврагов, а также возможностью активации старых. По их бортам могут начать появляться ответвления, увеличивающие территорию этого оврага, создающие опасные склоновые процессы (оползни, обвалы и т.д.). Кроме того, так как данные территории очень часто используют для свалки различных отходов, что портит и загрязняет экологию города, то овраги зачастую рассматриваются как объекты, создающие трудности для строительства и развития города. И даже считаются опасными в тех случаях, когда территория города располагается в местах, где сильно развиты подземные воды (такие территории сильно реагируют на внешнее воздействие).

Но, несмотря на все неблагоприятные факторы данных территорий, исключать их из градостроительного потенциала не стоит. Освоение таких земель в центральной части города способствует оптимальному размещению парковых зон и зон отдыха, тем самым оставляя пригодные для строительства земли под жилую застройку. Помимо этого, использование данных земель на окраинах города предоставляет так же удобное размещение, как для жилой застройки, так и для промышленной. Следовательно, освоение таких территорий позволит создать более компактное городское пространство, способное, при проведении всех необходимых мероприятий по инженерной подготовке, соответствовать всем градостроительным, экономическим и социальным правилам и нормам.

На сегодняшний день существуют различные мероприятия по освоению этих территорий для городского строительства, которые сводятся к возможному уменьшению площади овражной территории, а также к прекращению дальнейшего развития оврага. Все работы по благоустройству этих участков следует принимать, исходя из классификации территорий оврагов. По размерам все овраги можно разделить на мелкие, средние и крупные. Если рассматривать Волгоград, то с учетом геометрических размеров основных объектов, можно говорить о том, что в городе преобладают длинные (длиною более 1000м), средней ширины (50-100 м) и небольшой глубины (5…15 м) овраги и балки [7].

При небольшой глубине оврага (2…2,5м) предполагается его засыпка с дальнейшей возможностью использования территории под городское строительство (возведение жилых зданий и сооружений). При большей глубине рассматривается благоустройство с размещением рекреационных зон, парков, площадей. При значительной глубине оврага, в нем могут размещаться транспортные и пешеходные пути, железнодорожная сеть, проложены коммуникации, размещены складские и гаражные помещения.

На сегодняшний день в градостроительной практике есть удачные примеры освоения овражной сети в городах и ее градостроительного внедрения в городскую черту. Рассмотрим некоторые примеры использования овражных территорий в города.

Если говорить о жилищном строительстве, то существует множество примеров возведения жилых домов на овражных территориях. Строительство домов на таких территориях ведётся исключительно по индивидуальным проектам. Одним из подобных проектов является проект развития территории восточной части деревни Большая Володарка Ленинского района Московской области.

На данной территории планируется провести застройку русла оврага для размещения жилых зданий. В этом решении использованы здания, опирающиеся на берега оврага – дома-мосты, в которых по первому этажу проходит галерея, ведущая к лестницам секций жилых домов и апартаментов, а роль несущей основы здания выполняют монолитные железобетонные конструкции технического подполья, в котором проходят все необходимые инженерные коммуникации.

Подобное проектное решение позволяет создать привлекательный архитектурный образ домов, с сохранением естественного рельефа, а также его рациональным использованием под парковки, проезды, пешеходные дорожки и площадки для отдыха (рис. 3).

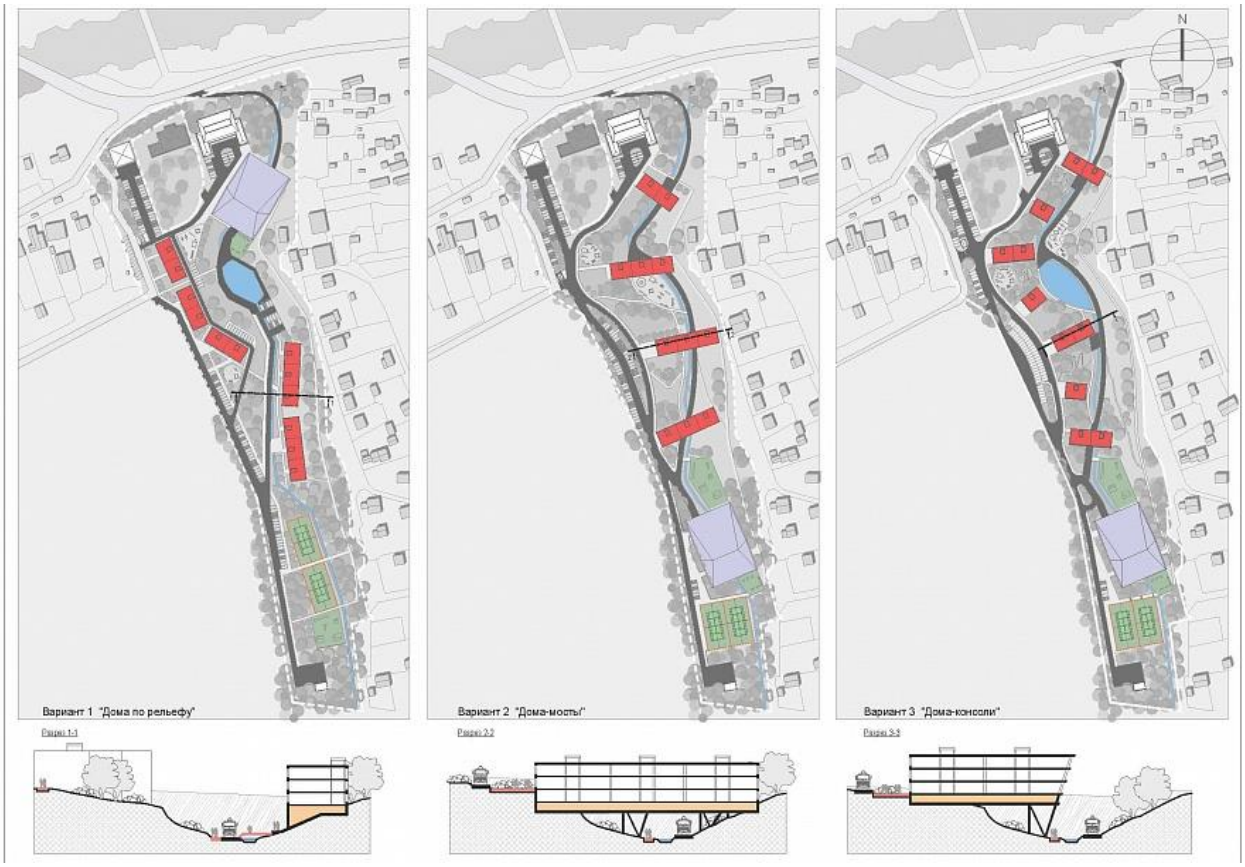


Рис. 3 – Проект развития территории восточной части деревни Большая Володарка Ленинского района Московской области

Примером использования овражной территории в качестве рекреационной зоны является Тимоховский овраг в г. Видное (рис. 4). Тимоховский парк находится в центре города. Он занимает более 15 гектар. На его территории находятся: Тимоховский овраг, овраг Круча, березовую и сосновую рощи. В нем расположены: летняя эстрада, детский городок, скамейки и беседки для отдыха. Овраг соединен дорожно-тропиночной сетью с Усадьбой Тимохово. В Волгограде примером использования оврага в рекреационных целях является пойма реки Царица, расположенная на границах Центрального и Ворошиловского района (рис. 5). На сегодняшней день в ней ведутся работы по созданию парковой территории.

Все работы разделены на три этапа в связи с достаточно большим объемом территории. Первый этап – строительство интерактивного музея. Второй – формирование парка на территории до Астраханского моста. Третий – создание развлекательного пространства.

Рис. 4 – Тимоховский овраг в г. Видное

Рис. 5 – Проект парка в пойме реки Царица г. Волгоград

В качестве примера использования оврагов для транспортных коммуникаций можно привести пойму реки Царица, по дну которой проходят пути скоростного трамвая и детская железная дорога (рис. 6) и расположена многоуровневая парковка (рис. 7).

Рис. 6 – Линия скоростного трамвая (слева) и детская железная дорога (справа)
(пойма реки Царица г. Волгоград)

Рис. 7 – Многоуровневая парковка (пойма реки Царица г. Волгоград)

Еще одним примером является овраг Банный, проходящий по границам Центрального и Краснооктябрьского района, по дну которого проложена железнодорожная ветка (рис. 8).

Использование оврагов в данном качестве, во-первых, позволяет экономить более благоприятные территории для жилищного строительства, а во-вторых, очень благоприятно сказывается на экологии города (склоны оврагов являются эффективными экранами, предотвращающими распространения шума от движущегося транспорта).

Рис. 8 – Железная дорога (овраг Банный г. Волгоград)

Что касается Волгограда, то подобные объекты необходимо внедрять в градостроительную практику освоения городских территорий. При освоении овражных территорий, во-первых, обеспечивается сохранение более компактного облика города, что способствует созданию удобной городской среды для жителей, а во-вторых, грамотное использование оврагов в градостроительном развитии территорий будет способствовать улучшению экологических условий городской среды.

На основе всесторонней оценки овражно-балочной сети города Волгограда всю сеть можно условно разделить на 4 вида по возможности их градостроительного освоения: рекреационная, жилая, многофункциональная нежилая и транспортная (рис. 9)

Рис. 9 – Схема возможного градостроительного освоения оврагов города Волгоград

Заключение.

Установлен высокий потенциал возможности использования овражных территорий г. Волгограда для градостроительного использования.

Наиболее перспективным для рассматриваемых условий можно считать использование рассмотренных территорий для проектирования многофункциональных нежилых зон с обязательным включением рекреационной составляющей.

Реализация проектных предложений на основе предложенного авторами функционального зонирования овражных территорий г. Волгограда будет способствовать градостроительному развитию города с сохранением его размеров и улучшением состояния окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Большая Российская энциклопедия**. В 35 т. Т. 23. Николай Кузанский – Океан / пред. науч.-ред. совета Ю. С. Осипов; отв. ред. С. Л. Кравец. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2015. – 767 с

2. **Сенющенкова, И. М.** Микроклиматические аспекты использования оврагов и балок как территориальных резервов исторических городов / И. М. Сенющенкова // Промышленное и гражданское строительство. Москва. – 2010. – № 6. – С. 80-81.

3. **Ковалев, С. Н.** Изучение овражной эрозии в городах / С. Н. Ковалев // Инженерная география. Инженерно-геоморфологические аспекты. Тезисы докладов межгосударственной конференции. Вологда. – Т. II. – 1992. – С. 13-15.

4. **Ковалев, С. Н.** Овражно-балочная сеть в городских условиях / С. Н. Ковалев // Тринадцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Материалы и краткие сообщения. Псков.

1998. – С. 186-188.

5. **Ковалев, С. Н.** Овражная эрозия на урбанизированных территориях / С. Н. Ковалев // Эрозия почв и русловые процессы. – Вып. 13. – 2001. – С. 55-84.

6. **Ковалев, С. Н.** Функционирование овражно-балочных систем в городах и населенных пунктах / С. Н. Ковалев // Двадцать третье пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Мат. и крат. сообщ. Калуга. – 2008. – С. 40-46.

7. **Коростелева, Н. В**. Освоение овражных территорий крупных городов под объекты озеленения как способ улучшения благоустройства территории на примере г. Волгограда / Н. В. Коростелева // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2016. – Вып. 46(65). – С.153-162.

8. **Конышева, О. В.** Проблемы и пути освоения сложного рельефа города Волгограда / О. В. Конышева, Н. В. Коростелева // Ежегодная научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава и студентов Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Волгоград, 29-30 апреля 2014. – С. 297-300.

9. **Коростелева, Н. В**. Использование овражно-балочной сети для рекреационных целей на примере города Волгограда / Н. В. Коростелева // Энергоэффективность, ресурсосбережение и природопользование в городском хозяйстве и строительстве: экономика и управление. Материалы III Международной научно-технической конференции. Волгоград. – 2016. – С. 113-118

10. **Дьяченко, Н. П**. Эколого-геоморфологическое состояние территории Волгоградской агломерации / Н. П. Дьяченко // Двадцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Доклады и краткие сообщения. Ульяновск. – 2005. – С. 159-160

Поступила в редакцию 18 марта 2019

URGENCY OF THE USE OF WARRANT TERRITORIES IN TOWN PLANNING ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF VOLGOGRAD

N. V. Korosteleva, V. A. Dolganov, D. I. Azizov

Korosteleva Nataliya Vladimirovna, Cand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of Ecological Building and Municipal Facilities Department, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(903)315-87-26; e-mail: korostelevanv@mail.ru

Dolganov Vladimir Andreevich, student, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(937)747-79-43 e-mail: dolgan1996@gmail.com

Azizov Dmitriy Igorevich, student, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(927)502-51-30; e-mail: azizov011@gmail.com

The article is devoted to the justification of the relevance of the use of ravine areas for urban purposes. To achieve this goal, the main problems and advantages of their development in cities were considered and options for possible use were determined depending on the characteristics of ravine areas. Particular attention is paid to the ravine areas of Volgograd. The article analyzed the ravine fund for a number of criteria: by its location in the structure of the city; on the parameters of ravines; on the options for their urban use. On the example of Volgograd, the necessity of using ravines in the territorial development of the city is substantiated. For clarity, the most striking examples of urban planning use of ravine areas in Volgograd and other cities of the Russian Federation are considered.

Keywords: ravines; urban development; housing; landscape and recreational facilities; transport infrastructure.

REFERENCES

1. **Nikolay Kuzansky** *Ocean.* Great Russian Encyclopedia. In 35 t. T. 23. 2015. 767 p. (in Russian)

2. **Senyushenkova I. M.** *Microclimatic aspects of using ravines and beams as territorial reserves of historical cities.* Industrial and civil construction. 2010. No. 6. Pp. 80-81. (in Russian)

3. **Kovalev S. N.** *Study of ravine erosion in cities*. Engineering geography. Engineering geomorphological aspects. Abstracts of the interstate conference. Abstracts of the interstate conference. Volume II. Vologda. 1992. Pp. 13-15. (in Russian)

4. **Kovalev S. N.** *Gully network in urban environment.* Thirteenth plenary inter-university coordination meeting on the problem of erosion, riverbed and wellhead processes. Materials and short messages. Pskov, 1998. Pp. 186-188. (in Russian)

5. **Kovalev S. N.** *Gully erosion in urbanized areas.* Soil erosion and channel processes. 2001. Vol. 13. Pp. 55-84 (in Russian)

6. **Kovalev S. N.** *Functioning of ravine-girder systems in cities and towns*. Twenty-third plenary inter-university coordination meeting on the problem of erosion, riverbed and estuary processes. Materials and short messages. Kaluga. 2008. Pp. 40-46. (in Russian)

7. **Korosteleva N. V.** *The development of ravine areas of large cities under greening as a way to improve the improvement of the territory on the example of Volgograd*. Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Building and Architecture. 2016. Vol. 46(65). Pp.153-162. (in Russian)

8. **Konysheva O. V., Korosteleva N. V.** *Problems and ways of mastering the complex relief of the city of Volgograd*. Annual scientific and technical conference of the faculty and students of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Volgograd. 2014. Pp. 297-300. (in Russian)

9. **Korosteleva N.V.** *The use of ravine-gully network for recreational purposes on the example of the city of Volgograd.* Energy efficiency, resource saving and environmental management in the urban economy and construction: economics and management. Proceedings of the III International Scientific and Technical Conference. Volgograd. 2016. Pp. 113-118. (in Russian)

10. **Dyachenko N.P.** *Ecological and geomorphological state of the territory of the Volgograd agglomeration*. Twentieth plenary inter-university coordination meeting on the problem of erosion, riverbed and estuary processes. Reports and short messages. Ulyanovsk, 2005. Pp. 159-160. (in Russian)

Received 18 March 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Коростелева, Н. В. Актуальность использования овражных территорий в градостроительстве на примере города Волгограда / Н. В. Коростелева, В. А. Долганов, Д. И. Азизов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 69-78.

FOR CITATION:

Korosteleva N. V., Dolganov V. A., Azizov D. I. *Urgency of the use of warrant territories in town planning on the example of the city of Volgograd.* Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 69-78. (in Russian)

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

УДК 656.02

АКТУАЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНОГО УЗЛА В ГОРОДЕ ВОЛГОГРАДЕ

Н. В. Коростелева, В. А. Басов

Коростелева Наталия Владимировна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры экологического строительства и городского хозяйства, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(903)315-87-26; e-mail: korostelevanv@mail.ru
Басов Валерий Александрович, студент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Российская Федерация, тел.: +7(999)628-10-56; e-mail: baaasov@mail.ru

Рассмотрены основные транспортные проблемы города Волгограда. Приведены общие сведения существующей ситуации транспортной инфраструктуры города в целом и более подробно рассмотрена ситуация в его южной части. На основе проведенного анализа градостроительной ситуации города Волгограда предложены рекомендации по решению имеющихся транспортных проблем. В частности, для решения обозначенной проблемы была выдвинута идея строительства транспортно-пересадочного узла (ТПУ) в Красноармейском районе города Волгограда. Обосновано, что его строительство позволит повысить эффективность функционирования транспортной системы района и города в целом.

Ключевые слова: транспортно-пересадочный узел; улично-дорожная сеть; пропускная способность; транспортная инфраструктура.

Волгоград представляет собой один из крупнейших опорных транспортных узлов России, с хорошо развитой как внешней, так и внутренней инфраструктурой. Город позиционируется как наиболее значимый в системе развивающихся международных евроазиатских и внутрироссийских отношений, ведь он играет немаловажную роль в строительстве транспортных коридоров «Транссиб» и «Север-Юг».

Город имеет линейную планировочную структуру и простирается вдоль Волги на 85 км (рис. 1). Главными магистралями Волгограда, работающими в продольном направлении, являются так называемые Первая, Вторая и Третья продольные магистрали. Причем северные районы находятся в более благоприятном положении, т.к. движение транспорта осуществляется по всем трем продольным магистралям. Что касается южных районов, то их связь с городов возможна только по одной Второй продольной магистрали.

Для Волгограда характерен ряд транспортных проблем [1]:

- ✓ резкий рост интенсивности внутригородского и транзитного движения по автомобильным дорогам города;
- ✓ падение средней скорости движения автотранспортных средств до 30 км/ч (транспорта общего пользования – до 20…25 км/ч);
- ✓ изменение структуры подвижного состава (увеличение доли грузового транспорта малой грузоподъемности);
- ✓ недостаточное строительство новых автомобильных дорог;
- ✓ физический и моральный износ технических средств организации дорожного движения.

© Коростелева Н. В., Басов В. А., 2019

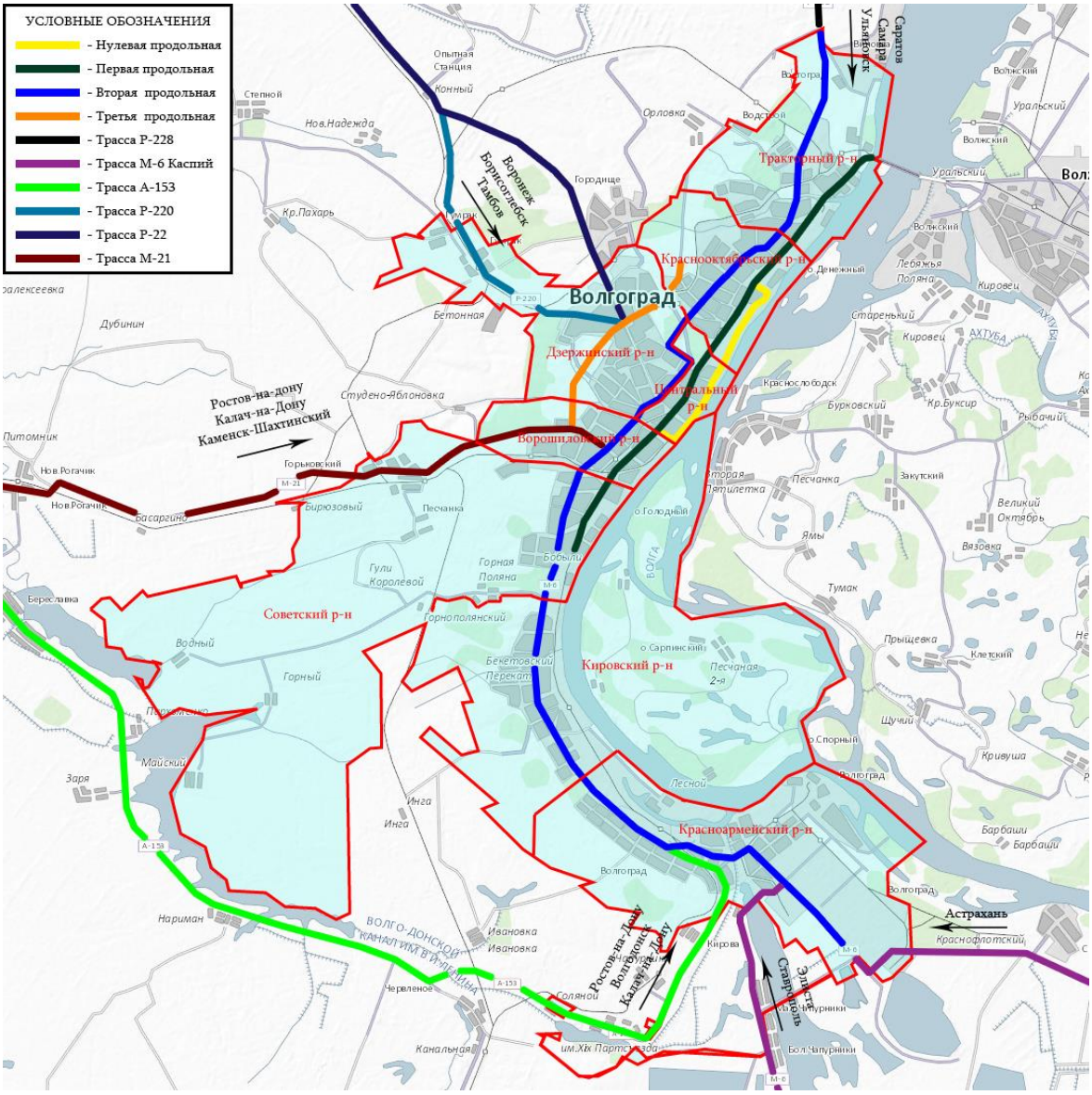


Рис. 1 – Схема Волгограда с выделением контуров всех районов
и обозначением продольных магистралей

Помимо этого, еще одной транспортной проблемой является нерациональное размещение объектов внешнего транспорта в структуре города (рис. 2). Во-первых, при их размещении не учитывается значительная протяженность города, что затрудняет доступность данных объектов для жителей отдаленных районов. Во-вторых, нет четкой взаимосвязи между объектами различного внешнего транспорта, и поэтому у пассажиров возникают проблемы при пересадке с одного вида транспорта на другой. В-третьих, не в полной мере продуманы подъезды городского транспорта к объектам внешнего транспорта.

Поэтому решение проблем развития транспортной инфраструктуры Волгограда – одна из приоритетных задач, определяющих возможность активизации экономических, культурных и туристических связей города и улучшения качества жизни населения.

Растущий транспортный потенциал Волгограда требует модернизации транспортной системы города [2]. Модернизация как процесс представляет собой ряд мероприятий, направленных на улучшение эффективности улично-дорожной сети города, а также повышение удобства и комфорта для населения в целом [3, 4]. Чтобы иметь представление о том, какие мероприятия необходимо разрабатывать, нужно в первую очередь разобраться какими характеристиками обладают транспортные потоки.

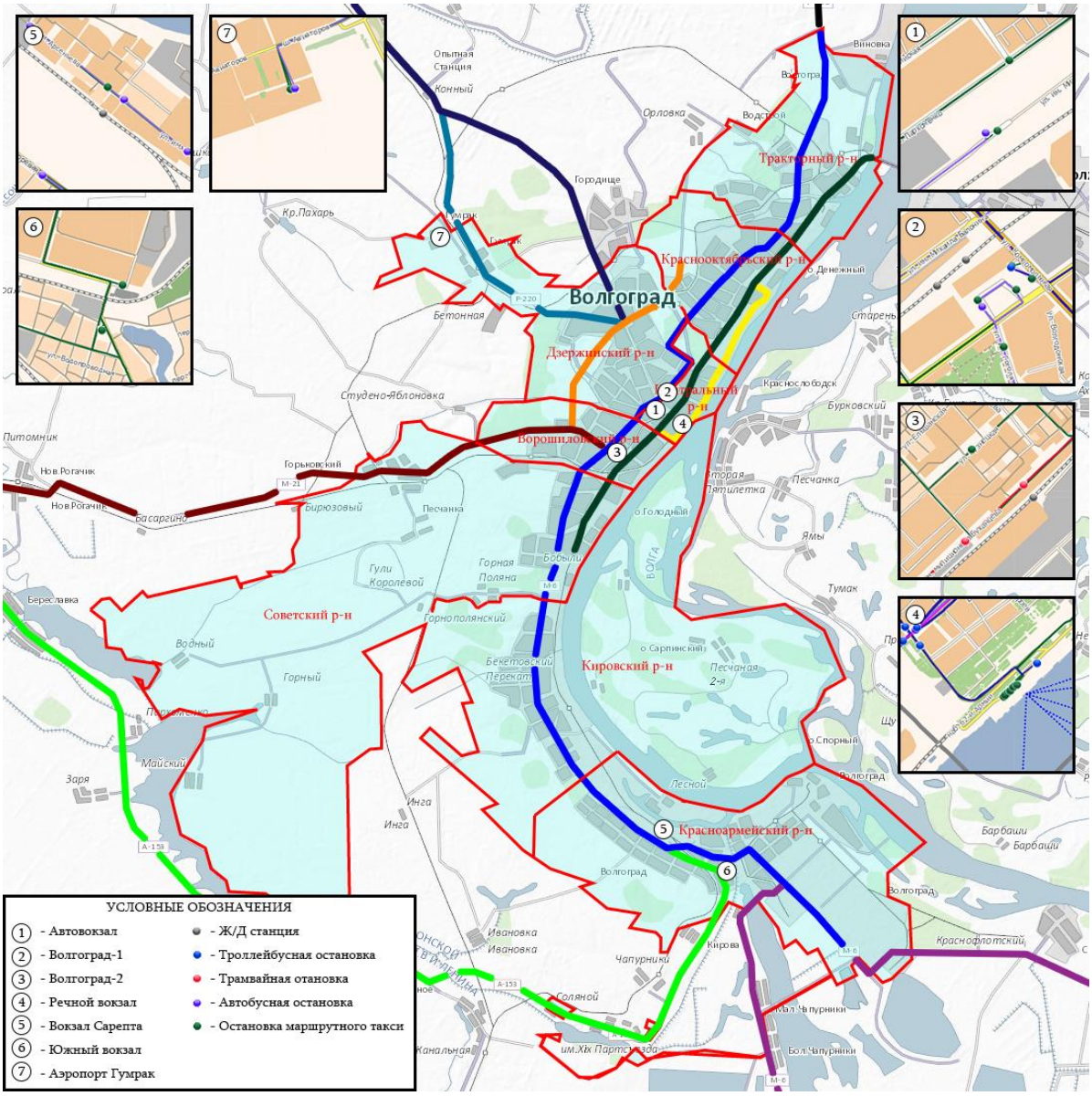


Рис. 2 – Схема Волгограда с обозначением объектов внешнего пассажирского транспорта остановок общественного транспорта возле них

Основными характеристиками, влияющими на пропускную способность улично-дорожной сети города, является:

- ✓ интенсивность движения автотранспорта;
- ✓ временной интервал;
- ✓ плотность движения;
- ✓ скорость потока автомобилей.

Эти четыре характеристики играют ключевую роль в развитии новой или модернизации старой транспортной инфраструктуры города [5, 6]. Помимо этого, стоит отметить, что немаловажное значение имеет специфика транспортных потоков, характеризующаяся суточной, недельной и сезонной неравномерностью, а также транзитными потоками, которые, в свою очередь, оказывают большое влияние на загруженность улично-дорожной сети города Волгограда.

Основным мерой по улучшению транспортной ситуации может стать увеличение количества и ширины полос движения, если ширина проезжей части в границах красных линий позволяет это сделать. Количество полос движения устанавливается исходя из расчета

интенсивности движения автотранспорта и нормируемого значения коэффициента загруженности дороги. Именно поэтому необходимо достоверно рассчитать прогноз интенсивности движения, исходя из примерного количества транспортных средств, проходящих через поперечное сечение дороги в отведенный промежуток времени.

В крупных городах одним из наилучших методов решения проблемы транспортной системы будет стимулирование отказа местного населения от личного транспорта, путем внедрения дешёвого и быстрого общественного транспорта. Для него создаются отдельные специальные полосы движения, и он является приоритетом, которому по правилам ПДД все должны в обязательном порядке уступать дорогу.

Так же стимулирование отказа населения от личного транспорта достигается путем грамотного и эффективного строительства транспортно-пересадочного узла и умелого его внедрения в транспортную систему города, в этом случае, как показывает практика, количество автомобилей на дорогах падает в разы, что в свою очередь значительно разгружает улично-дорожную сеть [7].

Транспортно-пересадочный узел (ТПУ) – это не просто часть территории города или пригородной зоны. Он является общественным пространством, которое объединяет различные виды транспорта, как городского (автобусы, троллейбусы, трамваи, личный транспорт), так и внешнего (поезда, электрички, автобусы) [8]. Так же он обеспечивает район города, в котором располагается, необходимой социальной инфраструктурой.

Транспортно-пересадочный узел обладает своими преимуществами и особенностями. К ним можно отнести [9]:

- ✓ разделение пешеходных и транспортных потоков;
- ✓ благоустроенная территория;
- ✓ сокращение времени пересадки с одного вида транспорта на другой;
- ✓ комфортная зона пересадки;
- ✓ отказ от личного транспорта в пользу общественного;
- ✓ удобная навигация;
- ✓ существенная разгрузка авто и ж/д вокзалов;
- ✓ создание новых рабочих мест;
- ✓ доступность для пассажиров, включая маломобильные группы населения;
- ✓ организация торговых зон для удобства транзитных пассажиров.

На сегодняшний день существуют два основных типа транспортно-пересадочных узлов – это капитальные и некапитальные узлы [10].

Капитальные ТПУ представляют собой строение с благоустройством прилегающей территории. При таком варианте строительства люди защищены от любой непогоды. Рядом строятся закрытые парковки, и люди абсолютно беспрепятственно могут по крытым галереям пересесть с одного вида транспорта на другой. Минусом является высокая стоимость и длительный срок строительства, возможно потребуется привлекать инвесторов.

В условиях обострённой ситуации, когда улично-дорожная сеть настолько перегружена, что количество автотранспорта превышает пропускную способность почти в два раза и более, чаще всего строят некапитальные узлы. К ним относятся так называемые плоскостные ТПУ, то есть перехватывающие парковки, с возможностью дальнейшего строительства капитального транспортно-пересадочного узла, если существует такая необходимость. Такой метод оправдывает себя довольно быстрыми сроками возведения ТПУ, что способствует в скором времени значительному улучшению ситуации с пропускной способностью улично-дорожной сети.

К проектированию транспортно-пересадочных узлов следует подходить очень внимательно и с особой осторожностью, ведь существуют различные нюансы, которые следует учитывать при строительстве, такие как характер рельефа местности, характер грунта, погодные условия в данном климатическом районе, уровень застройки, доступность территории, так же немаловажно обосновать саму актуальность строительства ТПУ [11, 12, 13].

Что касается города Волгограда, то его руководство уже обсуждает план по созданию в городе девяти транспортно-пересадочных узлов с перехватывающими парковками по линии следования электричек. Реализация этого проекта позволит вывести на новый уровень пассажирские перевозки – с помощью электропоездов и удобных посадочных пунктов. Жители и гости города смогут преодолевать расстояние от самого южного Красноармейского района до самого северного – Тракторозаводского – всего за один час, причем в комфортных условиях и без пробок. Данные узлы позволят решить целый ряд проблем города. Во-первых, улучшат транспортную связь с удаленными районами города, во-вторых, разгрузят Вторую продольную магистраль от легковых автомобилей, так как жители южных районов пересядет на общественный транспорт, чтобы избежать автомобильных заторов.

В центре внимания данной статьи стоит вопрос решения проблемы развития транспортной системы южной части города Волгограда – Красноармейского района. Именно она является отправной точкой для улучшения качества жизни людей, а также даёт возможность развития экономических отношений и туристических связей города.

Специфические планировочные условия города Волгограда обуславливают повышенные, по сравнению со многими другими городами, требования к его дорожно-транспортной сети. Самой сложной территориальной организацией обладает именно Красноармейский район города (рис. 3). По численности населения и промышленному потенциалу он является наиболее крупным из восьми районов города Волгограда. Через него осуществляется въезд в город с южных направлений – Астраханского, Элистинского, Сальского. Причем автомобильная связь с другими района города осуществляется только по Второй продольной магистрали, что вызывает значительные заторы в часы пик.

Рис. 3 – Схема Красноармейского района с обозначением южного въезда и основных магистралей района

Рассматривая отдельно улично-дорожную сеть южной части Волгограда, на базе всей транспортной инфраструктуры города в целом, можно говорить о том, что как таковой перегруженности транспортными потоками улично-дорожной сети именно в южной части города нет. Здесь проблема другого характера. Во-первых, значительная удаленность района

(около 35 км от центральной части города). Во-вторых, район является южными воротами города и поэтому необходимо обеспечить жителям района и города в целом комфортный и удобный въезд-выезд в другие регионы страны. Строительство транспортно-пересадочного узла значительно упростит эту ситуацию, а также отсечет часть движения жителей на личных автомобилях в значительно перегруженную централью часть города. Таким образом, будут решены две немаловажные проблемы для развития всей транспортной инфраструктуры Волгограда.

На сегодняшний день на территории района располагается автостанция «Южная» и железнодорожная станция «Сарепта» (см. рис. 3). Данные объекты не соответствуют современным требования градостроительства, а также находятся на достаточно большом расстоянии друг от друга, что затрудняет движение пассажиропотоков. Еще одной проблемой является небольшая пропускная способность, из-за чего количество останавливающихся поездов и автобусов на данных объектах незначительное, что вынуждает жителей южной части Волгограда преодолевать существенные расстояния до центральных объектов внешнего транспорта.

В связи с вышеизложенным, авторы считают весьма актуальной тему строительства транспортно-пересадочного узла на базе уже имеющийся железнодорожной станции «Сарепта» (рис. 4). Рядом с ней пересекаются две автострады А153 и Р22 «Каспий», в дальнейшем переходящие в самую длинную по протяженности (около 60 км) Вторую продольную магистраль города, которая проходит практически через весь Волгоград. Данный ТПУ позволит объединить следующие виды транспорта: междугородние поезда и автобусы, пригородные и внутригородские электрички и автобусы, а также личный индивидуальный транспорт.

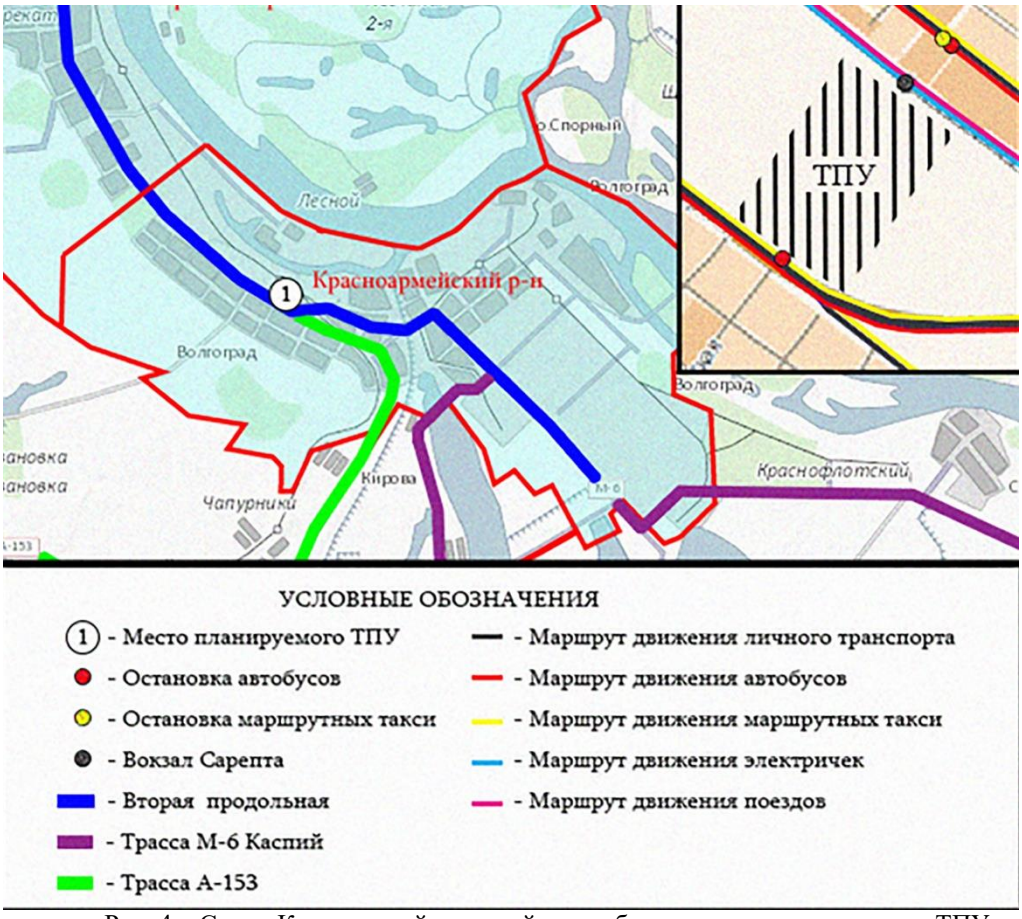


Рис. 4 – Схема Красноармейского района с обозначением расположения ТПУ и с обозначением его связи с городскими и внешними транспортными путями

Строительство этого объекта поможет решить ряд проблем:

✓ разгрузит центральный автовокзал от южных направлений;

✓ обеспечит легкую транспортную связь Красноармейского района с другими частями города;

✓ увеличит пропускную способность, как авто-, так и железнодорожного вокзала;

✓ объединит автовокзал и железнодорожную станцию на одной территории, что создать более комфортные условия для пересадки пассажиров;

✓ улучшит облик въездной зоны города с южного направления.

Заключение.

На основе анализа транспортных проблем г. Волгограда сделан вывод о том, что проблемы транспортной инфраструктуры не всегда эффективно решать стандартными типовыми проектами, вроде увеличения пропускной способности путем увеличения ширины проезжей части дороги.

Выбор подходящего мероприятия должен быть индивидуален для каждого конкретного случая. Так, например, в условиях Волгограда сложилась такая ситуация, при которой строительство транспортно-пересадочного узла в одном районе, решает почти все основные проблемы транспортной и социальной инфраструктуры всего города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Коростелева, Н. В.** Анализ основных транспортных проблем города Волгограда и пути их решения / Н. В. Коростелева // Вестник Волгоградской государственной архитектурно-строительной академии. Сер.: Строительство и архитектура. Волгоград, ВолгГАСА. – 2015. – Вып. 41(60). – С.158-168.

2. **Коростелева, Н. В.** Развитие велоинфраструктуры в городах, как способ снижения негативного влияния транспортной системы / Н. В. Коростелева, Е. В. Нестеренко // Вестник Волгоградской государственной архитектурно-строительной академии. Сер.: Строительство и архитектура. Волгоград, ВолгГАСА. – 2016. – Вып. 45(64). – С.149-157.

3. **Сафронов, К. Э.** Концепция формирования доступной транспортной инфраструктуры городов России / К. Э. Сафронов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (СибАДИ). – 2012. – Вып. 4(26). – С.145-153.

4. **Третьякова, П. А.** Современные методы повышения эффективности транспортных систем городов / П. А. Третьякова, В. И. Клевеко // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Сер.: Строительство и архитектура. – 2012. – № 1. – С. 101-108.

5. **Касаткин, Ф. П.** Организация перевозных услуг и безопасность транспортного процесса: учебное пособие для высшей школы / Ф. П. Касаткин, С. И. Коновалов, Э. Ф. Касаткина. – Москва, 2015. – 352 с.

6. **Коростелева, Н. В.** Анализ степени влияния различных факторов на уровень шума городских магистралей / Н. В. Коростелева // Наука и образование: архитектура, градостроительство и строительство. Материалы Международной конференции, посвященной 60-летию образования вуза. Волгоград, ВолгГАСУ. – 2012. – С.190-194.

7. **Сухачева, М. П.** Оптимизация транспортной инфраструктуры крупнейших городов как метод создания экологически благополучной городской среды / М. П. Сухачева, Н. В. Коростелева // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2018. – Вып. 51(70). – С. 110-119.

8. **Власов, Д. Н.** Развитие интермодальных пересадочных узлов в городах Российской Федерации / Д. Н. Власов, С. М. Леоненко, Н. В. Широкая // Academia. Архитектура и строительство. – 2016. – № 3. – С. 90-95.

9. **Шмыголь, И. В.** Перспективы развития транспортно-пересадочных узлов в Российской Федерации / И. В. Шмыголь // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2014. – № 4(53). – С. 16-19.

10. **Башкаев, Т. И.** Типология и классификация современных транспортно-пересадочных узлов / Т. И. Башкаев // Архитектура и строительство России. – 2011. – № 5. – С. 22-29.

11. **Мороз, Д. Г.** Особенности планирования и организации транспортно-пересадочных узлов / Д. Г. Мороз, С. С. Титова, А. С. Коротаев // Наука, техника и образование. – 2017. – № 2(32). – С. 39-42.

12. **Власюк, Т. А.** Анализ эффективности обслуживания пассажиров в транспортно-пересадочных узлах агломерационного уровня города Минска / Т. А. Власюк, А. А. Михальченко // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2014. – № 2(29). – С. 64-69.

13. **Жаркевич, Д. В.** Значение архитектурного компонента в создании системы устойчивого транспорта в крупных городах / Д. В. Жаркевич // Материалы международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 116-120.

Поступила в редакцию 19 апреля 2019

THE ACTUALITY OF THE CONSTRUCTION OF A TRANSPORT AND TRANSMISSION KNOT IN THE CITY OF VOLGOGRAD

N. V. Korosteleva, V. A. Basov

Korosteleva Nataliya Vladimirovna, Cand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of Ecological Building and Municipal Facilities Department, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(903)315-87-26; e-mail: korostelevanv@mail.ru

Basov Valeriy Alexandrovich, student, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation, phone: +7(999)628-10-56; e-mail: baaasov@mail.ru

The main transport problems of the city of Volgograd are considered. The General information of the existing situation of the transport infrastructure of the city as a whole is given and the situation in its southern part is considered in more detail. Based on the analysis of the urban situation of the city of Volgograd recommendations for solving existing transport problems are proposed. In particular, to solve the problem, the idea of building a transport interchange hub (TPU) in the Krasnoarmeysky district of the city of Volgograd was put forward. Its construction will improve the efficiency of the transport system of the district and the city as a whole.

Keywords: transport interchange hub; street and road network; capacity; transport infrastructure.

REFERENCES

1. **Korosteleva N. V.** *Analysis of the main transport problems of the city of Volgograd and ways to solve them.* Bulletin of the Volgograd state Academy of architecture and construction. Series: Construction and architecture. 2015. Issue. 41(60). Pp. 158-168. (in Russian)

2. **Korosteleva N. V., Nesterenko E. V.** *The development of Cycling infrastructure in cities, as a way to reduce the negative impact of the transport system*. Vestnik of Volgograd state Academy of architecture and construction. Series: Construction and architecture. 2016. Issue. 45(64). Pp. 149-157. (in Russian)

3. **Safronov K. E.** *The Concept of formation of accessible transport infrastructure of the cities of Russia*. Bulletin of the Siberian state automobile and road University (SibADI). 2012. Issue. 4(26). Pp. 145-153. (in Russian)

4. **Tretyakov P. A., Klevecka P. A.** *Modern methods of improving the efficiency of transport systems of cities.* Bulletin of Perm national research Polytechnic University. Series: Construction and architecture. 2012. No. 1. Pp. 101-108. (in Russian)

5. **Kasatkin F. P., Konovalov S. I., Kasatkin E. F.** *Organization of transportation services and safety of transport process.* Textbook for higher education. 2015. Pp. 352. (in Russian)

6. **Korosteleva N. V.** *Analysis of the degree of influence of various factors on the noise level of urban highways*. Science and education: architecture, urban planning and construction. Materials of the International conference dedicated to the 60th anniversary of the University. 2012. Pp. 190-194. (in Russian)

7. **Sukhacheva M. P., Korosteleva N. V.** *Optimization of transport infrastructure of the largest cities as a method of creating an environmentally friendly urban environment*. Bulletin of Volgograd state University of architecture and civil engineering. Series: Construction and architecture. 2018. Issue. 51(70). Pp. 110-119. (in Russian)

8. **Vlasov D. N., Leonenko S. M., Shirokaya N. V.** *Development of intermodal interchange hubs in cities of the Russian Federation*. Academia Architecture and construction. 2016. No. 3. Pp. 90-95. (in Russian)

9. **Shmygol I. V.** *Prospects of development of transport hubs in the Russian Federation*. Transport of the Russian Federation. Journal of science, practice, Economics. 2014. No. 4(53). Pp. 16-19. (in Russian)

10. **Bashkaev T. I.** *Typology and classification of modern transport hubs.* Architecture and construction of Russia. 2011. No. 5. Pp. 22-29. (in Russian)

11. **Moroz D. G., Titova S. S., Korotaev D. G.** *Features of planning and organization of transport hubs* Science, technology and education. 2017. No. 2(32). Pp. 39-42. (in Russian)

12. **Vlasyuk T. A., Mikhalchenko A. A.** *Analysis of efficiency of passenger service in transport hubs of agglomeration level of Minsk*. Bulletin of the Belarusian State University of transport: Science and transport. 2014. No. 2(29). Pp. 64-69. (in Russian)

13. **Zharkevich D. V.** *The Importance of the architectural component in the creation of a system of sustainable transport in large cities.* Proceedings of the international scientific and practical conference. 2018. Pp. 116-120. (in Russian)

Received 19 April 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Коростелева, Н. В. Актуальность строительства транспортно-пересадочного узла в городе Волгограде / Н. В. Коростелева, В. А. Басов // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 79-87.

FOR CITATION:

Korosteleva N. V., Basov V. A. *The actuality of the construction of a transport and transmission knot in the city of Volgograd*. Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 79-87. (in Russian)

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
ECONOMICS AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

УДК 338.465.4

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОММУНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В УСЛОВИЯХ ФИНАНСИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА

О. Г. Шальнев, М. А. Шибаева, Э. Ю. Околелова

Шальнев Олег Геннадьевич, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономики и основ предпринимательства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», тел.: +7(473)271-54-00; e-mail: shog2003@mail.ru
Шибаева Марина Александровна, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры экономики и основ предпринимательства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», тел.: +7(473)271-54-00; e-mail: marinas_box@mail.ru
Околелова Элла Юрьевна, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры экономики и основ предпринимательства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», тел.: +7(473)271-54-00; e-mail: ella.o2011@yandex.ru

Авторами рассмотрен подход к модернизации коммунальной инфраструктуры с привлечением частных инвестиций. Сформулированы цели и задачи, которые необходимо решить в рамках повышения качества предоставления коммунальных услуг. Проанализированы способы привлечения денежных средств для финансирования мероприятий по реконструкции и модернизации объектов коммунальной инфраструктуры. Приведено описание механизмов государственно-частного партнерства для привлечения частных инвестиций в сферу коммунальных услуг. Реализация этого механизма призвана обеспечить максимальную эффективность эксплуатации и строительства объектов коммунальной инфраструктуры. Рассмотрен и проанализирован зарубежный опыт финансирования модернизаций объектов коммунального хозяйства. Предложен кластерный подход организации работы жилищно-коммунального хозяйства, как одно из направлений, обеспечивающих модернизацию коммунальной инфраструктуры и повышение качества коммунальных услуг.

Ключевые слова: модернизация; коммунальная инфраструктура; жилищно-коммунальное хозяйство; финансирование; государственно-частное партнерство.

Постоянное развитие городов, повышение уровня их инфраструктуры, включая работу системы коммунального хозяйства должны осуществляться на основе комплексного подхода, включающего в себя организационные, финансовые и управленческие задачи. Эти задачи можно рассматривать как совокупность факторов, влияющих на модернизацию и изменение современной инфраструктуры, в том числе коммунальной сферы. В настоящее время в целом деятельность коммунального комплекса характеризуется недостаточным качеством предоставления коммунальных услуг, неэффективным использованием природных ресурсов, а, следовательно, для его развития требуется реконструкция и усовершенствование.

Коммунальная инфраструктура города включает системы водоснабжения, водоотведения, электро-, газо- и теплоснабжения, предприятия по вывозу и утилизации отходов и многое другое. Большая часть этих объектов характеризуется высоким уровнем морального и физического износа. Стоит отметить также негативное воздействие объектов коммунальной инфраструктуры на окружающую среду. Недостаточная эффективность системы управления коммунальным комплексом, отсутствие стимулирования развития инженерной

© Шальнев О. Г., Шибаева М. А., Околелова Э. Ю., 2019

инфраструктуры, нерациональное использование ресурсов – это лишь небольшая часть проблем, требующих модернизации действующей системы коммунального комплекса.

Проведение мероприятий по модернизации коммунальной инфраструктуры осложняется тем, что финансирование этой отрасли осуществляется через посредников. Посредниками являются управляющие, генерирующие, сбытовые, сетевые компании, на функционирование и развитие которых требуются немалые средства. Высокий уровень накладных расходов в таких компаниях снижает эффективность развитии коммунального хозяйства. Стоить отметить, что довольно часто наблюдаются злоупотребления с выводом денежных средств из хозяйственного оборота компаний-посредников. Схемы вывода средств очень сложно контролировать, а это, в свою очередь, приводит к ущербу, наносимому потребителям, которые являются конечным звеном в отрасли коммунального хозяйства.

Одной из главных проблем является износ инженерных сетей, который в среднем по России составляет около 65 % [1], в том числе:

- ✓ водопроводные сети – 55,7 %;
- ✓ сети канализации – 51,4 %;
- ✓ электрические сети – 67 %;
- ✓ водопроводные насосные станции – 64,4 %;
- ✓ канализационные насосные станции – 68 %;
- ✓ очистные сооружения – 68 %
- ✓ трансформаторные сети – 55 %.

Количество аварий за последние несколько лет увеличились на 37 %. [1]

Основными негативными последствиями изношенного состояния инженерных систем являются:

- ✓ нерациональное использование ресурсов за счёт утечек энергоносителей при транспортировке;
- ✓ неуточненный расход, что приводит к созданию дефицита в обеспечении населения;
- ✓ постоянные отключения электричества, тепла или воды.

Проблему усугубляют экономические факторы:

- ✓ низкий объем капитальных вложений по сравнению с объемом, требуемым в программах по модернизации объектов коммунальной инфраструктуры;
- ✓ отсутствие постоянного финансирования для реализации устранения проблем [2].

Главным направлением на пути улучшения качества коммунального хозяйства являются добросовестное отношение к потребителям, создание для них комфортных и благоприятных условий, повышение уровня развития городского хозяйства, изменение стандартов качества предоставляемых услуг.

По некоторым оценкам, необходимое финансирование для реконструкции объектов коммунального хозяйства составляет порядка 10 трлн. рублей [3]. Такое количество средств невозможно обеспечить только за счёт выделения средств из бюджета.

Одним из направлений дополнительных источников финансирования модернизации ЖКХ может являться система организации государственно-частного партнерства (ГЧП) в сфере жилищно-коммунального хозяйства [3]. Этот механизм является одним из наиболее эффективных с точки зрения привлечения инвестиционных средств (помимо бюджетных) в условиях экономического кризиса. Инвесторами в данном случае являются частные лица.

Создание государственно-частного партнерства является эффективным способом изменения систем управления коммунальной инфраструктурой, так как это означает не только вовлечение частного сектора в финансирование инвестиционных проектов, окупаемость которых будет осуществляться на основе доходов, полученных от эксплуатации коммунальной инфраструктуры, но также привлечение знаний и управленческого опыта частного сектора для более эффективного управления коммунальными системами [4, 5].

ГЧП в коммунальной сфере представляет собой партнерство между муниципальными властями и частным сектором, который представлен в виде взаимоотношений между управляющей компанией и инвестором. Организация данного механизма призвана обеспечить максимальную эффективность эксплуатации и строительства объектов коммунальной инфраструктуры.

Результатами привлечения государственно-частного партнерства являются:

- ✓ эффективность финансирования в коммунальную сферу;
- ✓ обеспечение возможности свободы общения напрямую с потребителями;
- ✓ снижение издержек с целью повышения рентабельности;
- ✓ поступление средств на финансирование капиталовложений в модернизацию;
- ✓ установление тарифов на конкурентном уровне, обеспечивающее получение прибыли;

Следует заметить, что даже достижение вышеперечисленных результатов не решает в полной мере проблему финансирования в коммунальной сфере, но создаёт предпосылки для участия частного сектора в коммунальной сфере.

Применение механизма ГЧП призвано также улучшить коммунальную сферу с целью повышения качества жизни, улучшения условий, в которых гражданин проживает, повышение качества жилищного фонда, обеспечение качественными ресурсами.

Из всего выше перечисленного следует, что в первую очередь большое внимание должно быть направлено на качественный подход. Использование качественных критериев дает возможность подняться на другую ступень управления системой, но при этом возникает проблема оценки качественных показателей [6].

Качественную оценку можно осуществлять по пятибалльной шкале, которая показывает качество предоставленных услуг:

1 балл – абсолютное несоответствие (очень низкое качество);

2 балла – неполное выполнение важных параметров (неудовлетворительное качество);

3 балла – выполнение только важных параметров (удовлетворительное качество);

4 балла – соответствие по основным показателям качества услуг (хорошее качество);

5 баллов – соответствие по всем критериям оценки (отличное качество).

Такая оценка качеств должна проводиться постоянно, с привлечением мнения населения и экспертизы. Это позволит анализировать уровень результата и эффективности проводимых мероприятий.

При проведении качественной оценки выполняемых мероприятий в сфере коммунального хозяйства, как правило, одной из основных проблем, выявляемой в ходе исследований, является нехватка финансовых ресурсов. Одной из форм решения является привлечение кредитных ресурсов, которые осуществляются в следующих формах:

- ✓ оборудование в лизинг;
- ✓ бюджетный кредит;
- ✓ банковский кредит;
- ✓ товарный кредит.

Для того, чтобы осуществить кредитование, необходимо предоставить источник возвращения кредита. Он подтверждается специальными договорами, по которым кредитозаемщик получает свой доход, тем самым расплачиваясь за кредит и его проценты. Коммерческие банки выдают кредит под 12…14 % годовых, сроком от 4 до 7 лет. В «Сбербанке России» можно воспользоваться этой услугой с процентной ставкой от 10 до 12 % годовых. Кредит возможно получить на 7…10 лет.

Условия выдачи кредита организации:

- ✓ размещение счетов предприятия-заемщика в банке-кредиторе;
- ✓ продолжительность деятельности предприятия должен быть не менее 1,5 года;
- ✓ указание источников дохода, за счет которых обеспечивается возврат средств;

- ✓ финансирование самого предприятия должно составлять не менее 30 %.

Сложностями в получении кредитных средств являются отсутствие квалифицированных кадров и предоставление гарантий, связанных с возвратностью кредита.

При разработке программ по модернизации коммунальной инфраструктуры следует учитывать положительный опыт других стран.

Например, в Швеции создан Жилищный суд, каждая структура отрасли является прозрачной, как и цены на оказываемые услуги. Гражданско-правовые отношения характеризуются отсутствием коррупции. Благодаря этому качество предоставленных услуг очень высокое.

Бюджетные средства в Финляндии можно направить в ту отрасль и структуру, в которой существует стабильность, где не возникает проблем и вопросов с обеспечением кредита, где есть уверенность в том, что возврат денежных средств будет осуществлен вместе с прибылью. Это стимулирует предприятия коммунальной инфраструктуры заботиться об обеспечении стабильного дохода.

В Польше создано управление с помощью акционерных обществ, в которых есть государственный или городской капитал. Создано единое предприятие, которое контролирует все коммунальные услуги. Холдинг осуществляет все технологические и экономические процессы. В этой стране очень качественные и надежные услуги за счёт того, что компании, занимающиеся обслуживанием потребителей, находятся под постоянным контролем.

Подводя итоги об уровне развития жилищной сферы в других странах, можно сделать вывод, что в большинстве из них значительная часть финансирования идет за счет государства, благодаря чему используются инновационные технологии, которые позволяют добиться хороших результатов в повышении качества предоставляемых услуг.

Еще одним направлением реформирования ЖКХ в Российской Федерации может являться создание жилищно-коммунального кластера. Это особая форма кластерной модели, поскольку жилищно-коммунальное хозяйство – это вид деятельности, ориентированный, прежде всего, на внутренний рынок, основной продукцией которого является обслуживание современного доступного и комфортного жилья. [7]

Предлагаемая авторами модель кластера ЖКХ в Воронежской области представлена на рисунке. Модель предполагает взаимодействие государства, физических и юридических лиц, что должно обеспечить сбалансированное распределение ресурсов, необходимых для решения поставленных задач [8].

Авторы под кластером жилищно-коммунальных услуг понимают группу сконцентрированных на определенной территории взаимодействующих структур с производственными, информационными, логистическими и другими взаимосвязями, объединенную инновационной программой интеграции передовых научно-образовательных и ресурсосберегающих технологий, способствующих повышению качества жилищно-коммунальных услуг, обеспечению благоприятных и безопасных условий проживания населения.

Заключение.

Кластерный подход, предлагаемый авторами, в отличие от обычного производственного объединения организаций подразумевает активное внедрение инновационного потенциала в сфере жилищно-коммунальных услуг, что будет способствовать развитию конкурентоспособности, использованию рыночных механизмов регулирования, в том числе государственно-частного партнерства.

Основными целями создания кластера ЖКХ являются достижение синергетического эффекта, выраженного в повышении социально-экономической эффективности, результативности и координации деятельности предприятий сферы ЖКХ, и, как следствие, улучшение качества жилищно-коммунальных услуг.

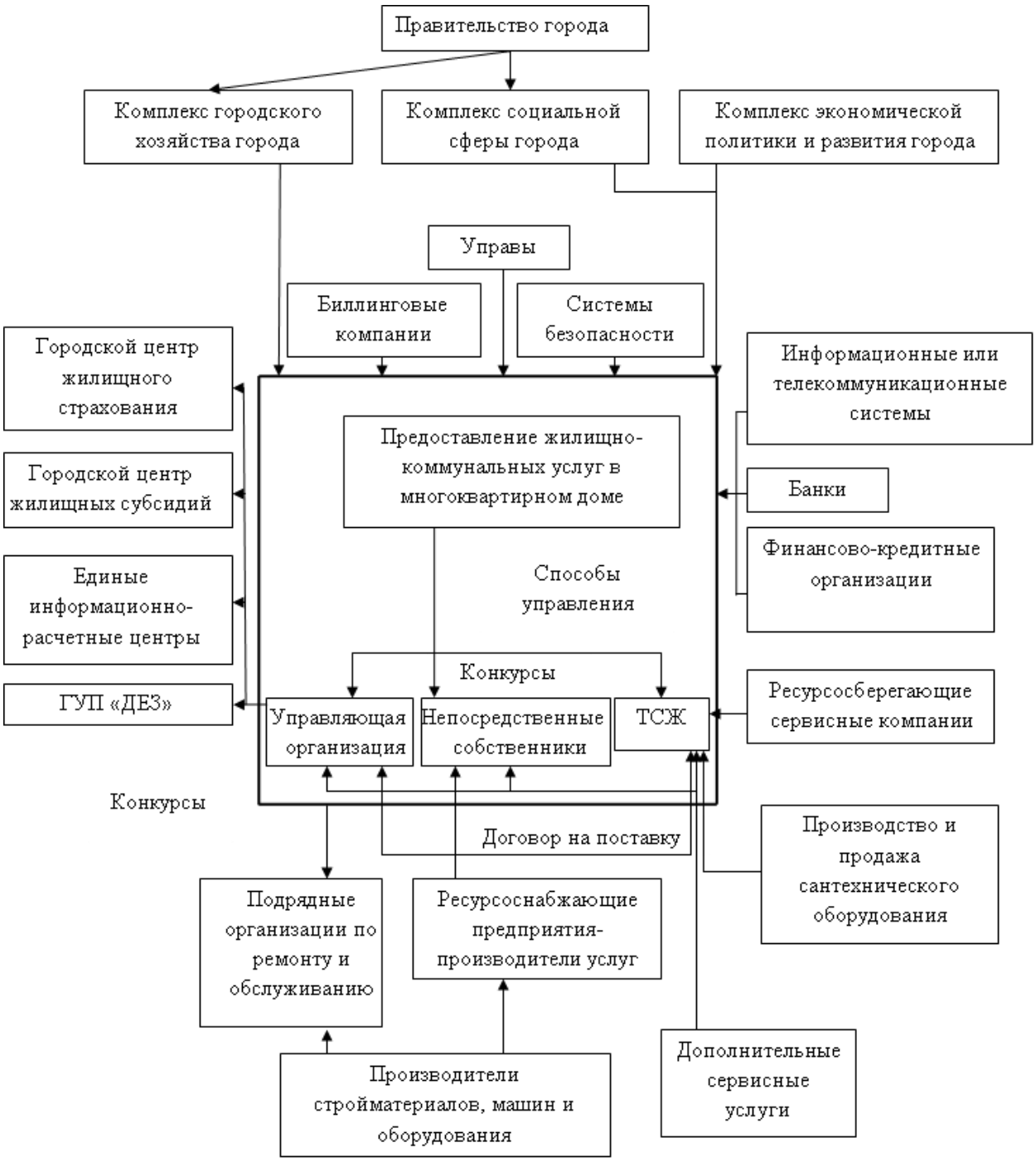


Схема структуры жилищно-коммунального кластера

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Калюжный, Е.** Инфраструктура / Е. Калюжный // Коммунальщик. – № 2. – 2009. – С. 6.

2. **Финансирование жилищно-коммунального комплекса: современные тенденции и перспективы:** монография / А. Н. Ряховская, Е. В. Арсенова, А. Н. Кириллова, С. Е. Кован, О. Г. Крюкова и др. – М.: Финакадемия, 2008. – 176 с.

3. **Коломейцев, А. В.** Сертификация – эффективный инструмент управления в современных условиях реформирования и модернизации ЖКХ / А. В. Коломейцев // Основные

проблемы и механизмы реализации подпрограммы «Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры» // Материалы научно-практической конференции. Ярославль. – 2008. – С. 54-59.

4. **Провоторов, И. А.** Повышение эффективности концессионных проектов / И. А. Провоторов, М. А. Шибаева. – Воронеж: Истоки, 2014. – 174 с.

5. **Шальнев, О. Г.** Трансформация инструментов государственно-частного партнерства в условиях рецессии российской экономики / О. Г. Шальнев, Е. В. Куликова, Ю. В. Куликов // Сборник статей VI международной научно-практической конференции. Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России, Ганновер-Воронеж. – 2017. –Т. 1. – С. 180-183.

6. **Анисимова, Н. А.** Методический подход к оценке качества коммунальных услуг / Н. А. Анисимова, М. А. Шибаева, Э. Ю. Околелова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2017. – № 1-2. – С. 48-53.

7. **Шибаева, М. А.** Определение экономически выгодной удаленности приобретаемого в пригороде жилья / М. А. Шибаева // Международный журнал «Предпринимательство». – 2008. – № 6. – С. 151-154.

8. **Сапронов, А. Ф.** Повышение социально-экономического развития Воронежской области на основе модернизации региональной дорожной инфраструктуры / А. Ф. Сапронов, А. Г. Палагутин, О. Г. Шальнев, М. А. Шибаева. Под. ред. Гасилова В.В. – Воронеж: ВГТА, 2010. – 192 с.

Поступила в редакцию 28 января 2019

INNOVATIVE MODERNIZATION OF MUNICIPAL INFRASTRUCTURE IN FINANCING TERMS ON THE BASIS OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP

O. G. Shalnev, M. A. Shibaeva, E. Y. Okolelova

Shalnev Oleg Gennadievich, Cand. econ. Sciences, associate Professor, Professor of the Department of of Economy and basics of entrepreneurship, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-54-00; e-mail: shog2003@mail.ru

Shibaeva Marina Alexandrovna, PhD of economic Sc., associate Professor, prof. of Economy and basics of entrepreneurship, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-54-00; e-mail: marinas_box@mail.ru

Okolelova Ella Yurievna, PhD of economic Sc., Professor, prof. of Economy and basics of entrepreneurship, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-54-00; e-mail: ella.o2011@yandex.ru

Authors consider the approach to the modernization of public infrastructure with the involvement of private investment. The goals and tasks that need to be solved in the framework of improving the quality of public services are formulated. The ways of attraction of money for financing of actions for reconstruction and modernization of objects of municipal infrastructure are analyzed. The description of mechanisms of public-private partnership for attraction of private investments in the sphere of utilities is given. The implementation of this mechanism is designed to ensure maximum efficiency of operation and construction of public infrastructure. Considered and analyzed the foreign experience of financing the modernization of public utilities. The cluster approach of the organization of work of housing and communal services as one of the directions providing modernization of municipal infrastructure and improvement of quality of utilities is offered.

Keywords: modernization; municipal infrastructure; housing and communal services; financing; public-private partnership.

REFERENCES

1. **Kalyuzhny E**. *Infrastructure.* Housing and communal services worker. No. 2. 2009. Pp. 6. (in Russian)

2. **Ryakhovskaya A. N., Arsenova E. V., Kirillova A. N., Kovan S. E., Kryukova O. G.** *Financing of a housing-and-municipal complex: current trends and prospects.* Monograph. Moscov, Financial academy. 2008.176 p. (in Russian)

3. **Kolomeytsev A. V.** *Certification – the effective instrument of management in modern conditions of reforming and modernization of housing and public utilitie*s. The Main problems and mechanisms of implementation of the subprogramme «Modernization of objects of municipal infrastructure», materials of a scientific and practical conference. Yaroslavl. 2008. Pp 54-59. (in Russian)

4. **Provotorov I. A., Shibaeva M. A.** *Increase in efficiency of concession projects*. Voronezh, Sources. 2014. 174 p. (in Russian)

5. **Shalnev O. G.**, **Kulikova E. V., Kulikov Y. V.** *Transformation of tools of public-private partnership in the conditions of recession of the Russian economy*. The Collection of Articles VI of the international scientific and practical conference. Vol. 1. Problems of modern economic, legal and natural sciences in Russia, Hanover-Voronezh. 2017. Pp. 180-183. (in Russian)

6. **Anisimova N. A., Shibaeva M. A., Okolelova E. Y.** *Methodical approach to assessment of quality of utilities.* Housing and municipal infrastructure. 2017. No. 1-2. Pp. 48-53. (in Russian)

7. **Shibaeva M. A.** *Determination of economic remoteness acquired in the suburb of housing*. International Business. 2008. No.6. Pp. 151-154. (in Russian)

8. **Sapronov A. F., Palagutin A. G., Shalnev O. G., Shibaeva M. A**. *Increase in social and economic development of the Voronezh region on the basis of modernization of regional road infrastructure*. Voronezh, VGTA. 2010. 192 p. (in Russian)

Received 28 Jan 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Шальнев, О. Г. Модернизация коммунальной инфраструктуры в условиях финансирования на основе государственно-частного партнерства / О. Г. Шальнев, М. А. Шибаева, Э. Ю. Околелова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 88-94.

FOR CITATION:

Shalnev O. G., Shibaeva M. A., Okolelova E. Y. *Innovative modernization of municipal infrastructure in financing terms on the basis of public-private partnership*. Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 88-94. (in Russian)

УДК 628.46

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

М. С. Кононова, Е. А. Крючкова, А. К. Епишева

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
Крючкова Екатерина Алексеевна, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел. +7(473)271-52-49; e-mail: kat_97@mail.ru
Епишева Анастасия Константиновна, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация, тел. +7(473)271-52-49; e-mail: nast-epishe2013@yandex.ru

Проведен анализ ситуации, сложившейся в сфере сбора и транспортировки твердых коммунальных отходов в городах. На примере г. Воронежа показана нерациональность схемы вывоза отходов, связанная с бесконтрольным заключением договоров между организациями, обслуживающими здания, и транспортными компаниями. Предложено в качестве критерия для выбора экономически и экологически обоснованного варианта использовать удельный расход топлива на единицу массы транспортируемых отходов. Этот параметр будет зависеть от длины маршрута и топливных характеристик специализированного транспорта. Показано, что значение длины маршрута может различаться в зависимости от грузоподъемности транспортного средства, местоположения транспортной базы или промежуточного сборного пункта. На примере жилого микрорайона разработаны маршрутные карты для нескольких вариантов вывоза отходов с использованием техники с различной грузоподъёмностью, приведены результаты расчёта удельного расхода топлива. Предложенный критерий рекомендуется для использования региональными операторами для принятия обоснованного решения при заключении договоров с транспортными компаниями.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы; бытовые отходы; сбор и транспортировка отходов; транспортная компания; управление отходами; региональный оператор.

Ежегодный рост объёмов твердых коммунальных отходов (ТКО) ставит перед соответствующими службами ряд задач по совершенствованию всех процессов, связанных со сбором отходов [1, 2, 3], их транспортировкой [4, 5, 6] и утилизацией [7, 8, 9].

До недавнего времени вывоз бытовых отходов выполнялся с помощью коммунальных служб или частных транспортных компаний, а утилизация отходов от всех категорий потребителей проводилась службами, которые работали на основании договора с местным муниципалитетом.

Начавшаяся в 2019 году реформа в сфере обращения с ТКО предполагает изменение структуры управления за счет введения так называемых региональных операторов, которые будут решать весь комплекс задач, связанных со сбором, транспортировкой и утилизацией ТКО.

В настоящее время на этапе реорганизации перед региональным оператором стоит много задач, и в первую очередь решаются вопросы с тарифами, а вопрос об оптимизации транспортных перевозок ТКО остается пока открытым.

Одним из основных участников процесса сбора и вывоза бытовых отходов являются транспортные компании. Анализ сложившейся ситуации в сфере транспортировки ТКО на примере г. Воронежа [10] показал отсутствие контроля со стороны городских управ за заключением договоров между транспортными и управляющими компаниями.

© Кононова М. С., Крючкова Е. А., Епишева А. К., 2019

Транспортные компании и обслуживаемые ими потребители зачастую находятся на значительном расстоянии друг от друга, в результате договоры на вывоз отходов заключаются без учёта территориальной близости, следствием чего является нерациональность транспортировки отходов.

Наглядным примером сложившейся ситуации в сфере транспортировки отходов, обусловленной вышеприведенными причинами, является микрорайон, расположенный в районе пересечения улиц Остужева и Перевёрткина г. Воронежа (рис. 1).

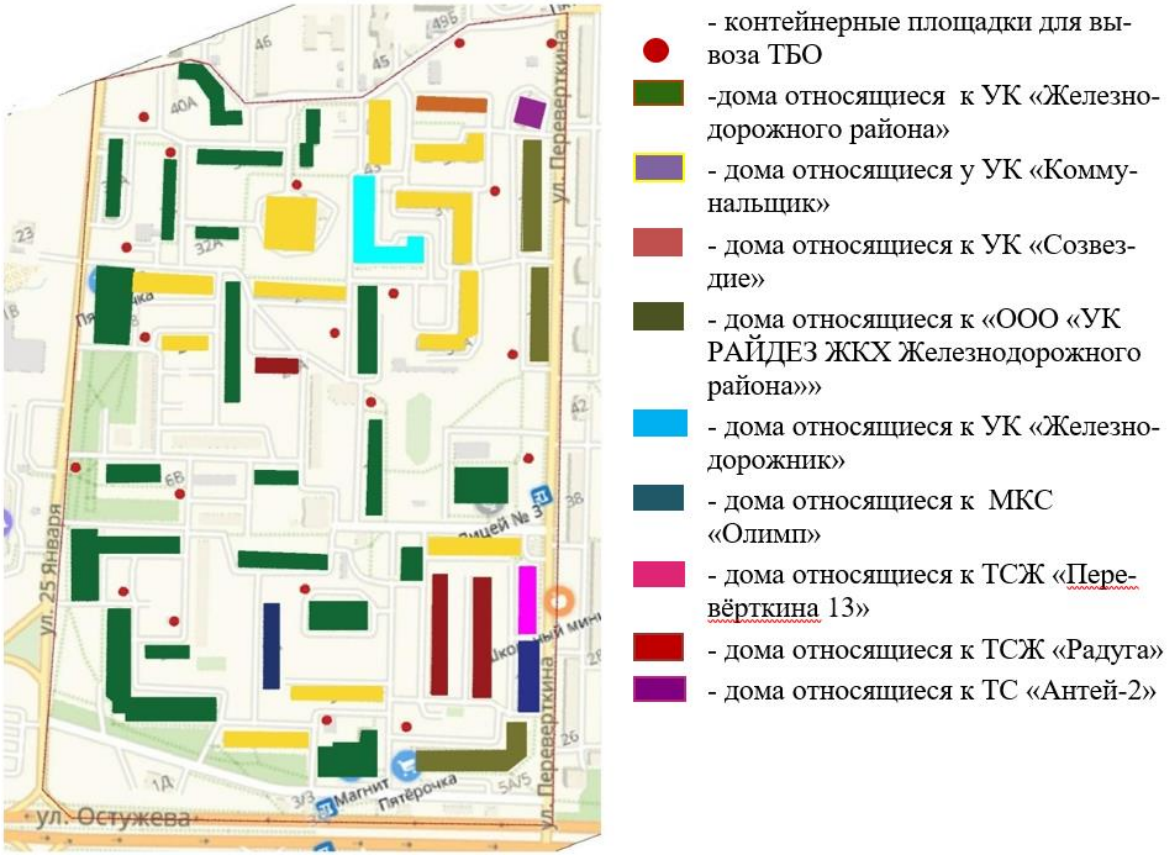


Рис. 1 – Схема микрорайона с указанием принадлежности зданий к управляющим компаниям

На рассматриваемой территории находятся 38 домов, обслуживаемые пятью управляющими копаниями, и ещё несколько домов имеют форму управления в виде ТСЖ. Так как управляющие компании заключали договоры на вывоз отходов по своему усмотрению, то рассматриваемую территорию в итоге обслуживают три транспортные компании (рис. 2). При этом к одной контейнерной площадке, общей для соседних зданий, могут приезжать мусоровозы разных предприятий, оказывающих услуги по транспортировке отходов.

В качестве одного из критериев, позволяющих оптимизировать расходы на транспортировку ТКО, авторами предлагается использовать удельный расход топлива, приходящийся на единицу массы транспортируемых отходов $S_{уд}$, л/т, который можно рассчитать по формуле:

$$S_{уд} = T / M, \quad (1)$$

где T – затраты топлива, л; M – масса отходов, которые могут быть перевезены с использованием затраченного топлива, т.

Следует отметить, что величина затрат топлива T не является показателем всех эксплуатационных затрат, но определяет экономическую эффективность и экологическую безопасность выбранной схемы транспортировки отходов, так как чем меньше расход топлива, тем меньше нанесённый вред окружающей среде.

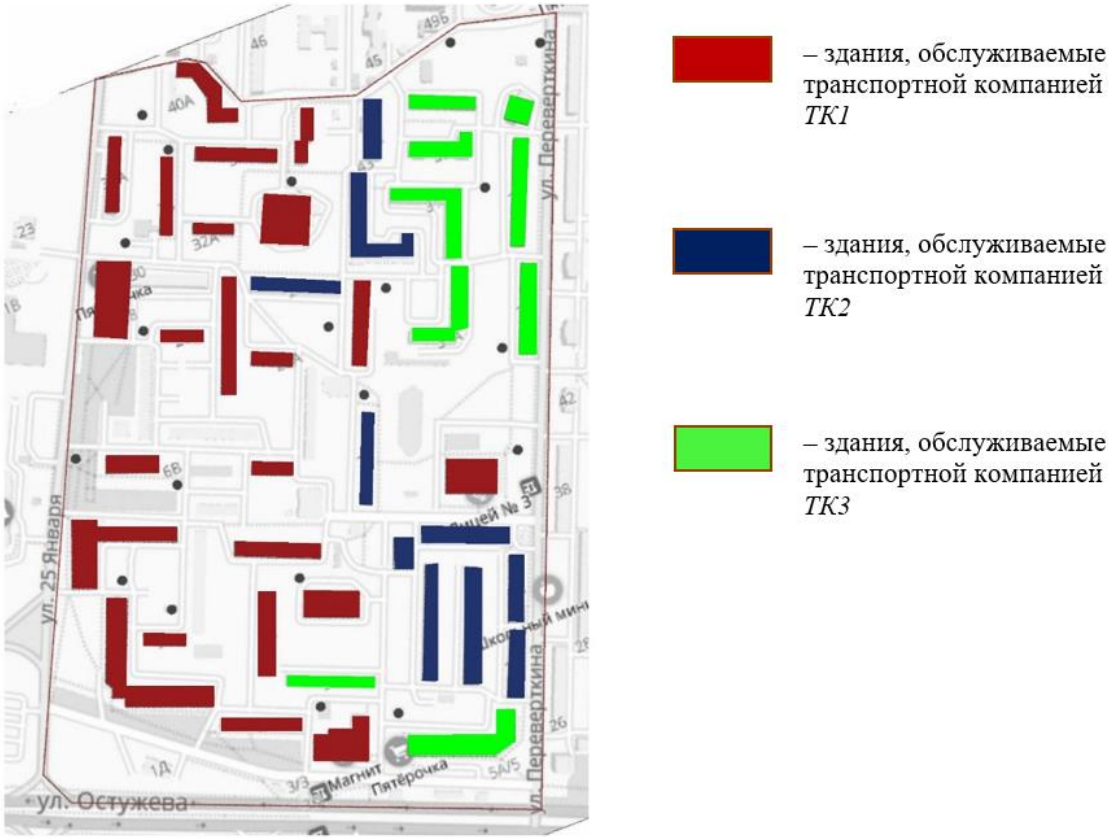


Рис. 2 – Схема микрорайона с указанием принадлежности зданий к транспортным компаниям

В общем случае значение T может быть определено по формуле:

$$T = L_T \cdot q_{уд} + N_к \cdot q_к, \quad (2)$$

где $q_{уд}$ – расход топлива, л/км, зависящий от вида автотранспорта; L_T – длина маршрута транспортного средства, км; $N_к$ – количество обслуживаемых контейнеров, шт; $q_к$ – удельный расход топлива на разгрузку одного контейнера, л.

Значение длины маршрута L_T может различаться в зависимости от грузоподъемности транспортного средства, местоположения транспортной базы или промежуточного сборного пункта. Наглядно это различие продемонстрировано в виде схем транспортных потоков (рис. 3).

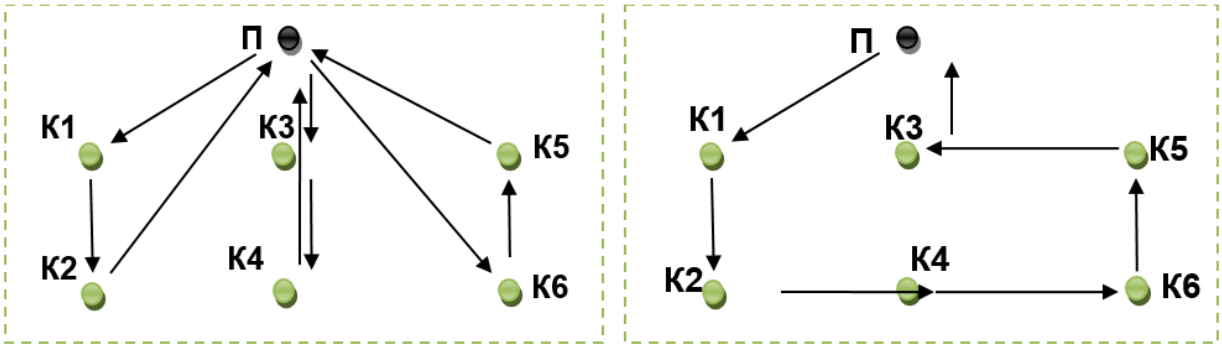


Рис. 3 – Варианты схем маршрутов вывоза отходов для транспортных средств с различной грузоподъемностью: а – для меньшей грузоподъемности; б – для большей грузоподъемности

В случае применения транспортного средства с небольшой грузоподъёмностью (рис. 3, а), длина маршрута L_T будет больше, чем в случае использования транспортного

средства с большой грузоподъемностью (рис. 3, б). Однако при этом у транспортного средства в варианте, представленном на рис. 3, б, удельный расход топлива $S_{уд}$, л/ т, может оказаться больше.

Следует отметить, что определение величины L_T (см. формулу (2)) является отдельной оптимизационной задачей, так как при прочих равных условиях можно по-разному спланировать маршрут. Это часть может быть решена различными известными методами решения так называемых транспортных задач [5, 6].

Проведённый обзор современных транспортных средств для сбора ТКО показал большое разнообразие моделей, отличающихся грузоподъемностью, расходом топлива и другими техническими характеристиками (табл. 1).

Таблица 1

Технические характеристики специализированной техники для сбора и транспортировки ТКО

Марка мусоровоза	**Вместимость кузова**	**Масса загружаемых отходов**	**Коэффициент уплотнения**	**Грузоподъемность манипулятора**	**Расход топлива, л/км**
КО-440-8	18м^3	7375кг	1,5до 4	До 700кг	0,3
КО-440-2	8м^3	3100кг	1,5до 4	500кг	0,162
КО-427-34	16м^3	8060кг	-	700кг	0,3
КО-440-5	22м^3	9700кг	1,5до 4	700кг	0,31
МАЗ-6312В3-427-010	25,2+2,6м^3	9965кг	До7	700кг	0,28
МК-3444-13	18+0,2м^3	4852кг	До6	700кг	-
МК3412-01	8м^3	7250кг	-	500кг	0,248
КО-440ВГ-01	16м^3	7400кг	2,5-9	800кг	0,36

Рассмотрим применение предложенного критерия (см. формулу (1)) на примере вышеприведённого микрорайона (см. рис. 1). На рассматриваемой территории находится 20 контейнерных площадок с общим количеством контейнеров 69.

Транспортная компания *ТК1* обслуживает 11 контейнерных площадок с суммарным количеством контейнеров N_{TK1} = 35шт.

Транспортная компания *ТК2* обслуживает 7 контейнерных площадок с суммарным количеством контейнеров N_{TK2} = 22 шт.

Транспортная компания *ТК3* обслуживает три контейнерных площадки с суммарным количеством контейнеров N_{TK3} =12 шт.

С учётом коэффициента уплотнения мусоровоза и средней плотности бытовых отходов [11], за один раз он в среднем собирает 60-80 м^3 мусора, т.е. может обслужить до 70 контейнеров.

Для определения расстояния, которое проходит мусоровоз каждой транспортной компании, были составлены маршрутные карты (рис. 4), в соответствии с которыми была определена длина пути мусоровоза каждой транспортной компании.

При разработке маршрутов (рис. 4, а) принято, что все три транспортные компании используют мусоровоз одной марки КО-440-5, вместимостью 22 м^3.

В качестве альтернативного варианта рассмотрен маршрут сбора отходов со всех площадок одной транспортной компанией (рис. 4, б). При этом все контейнеры освобождаются за один заезд.

Кроме того, был рассмотрен ещё один вариант сбора отходов с рассматриваемой территории с помощью мусоровоза меньшей вместимости – 8 м^3, в котором для сбора отходов со всех контейнерных площадок рассматриваемого микрорайона мусоровозу придётся сделать три заезда.

Рис. 4 – Схемы маршрутов транспортных компаний:
а – вариант сбора отходов тремя транспортными компаниями; б – вариант сбора отходов одной транспортной компанией

Далее был проведен расчет расчёт расхода топлива, затрачиваемого мусоровозами на сбор отходов с контейнерных площадок и посчитан удельный расход топлива для всех рассматриваемых вариантов, результаты представлены в табл. 2.

Анализ проведённых расчётов показывает, что длина маршрута не является величиной, определяющей экономичность выбранного варианта транспортировки отходов. Наименьший удельный показатель расхода топлива $S_{уд}$ в исследуемом микрорайоне соответствует варианту с использованием средства с небольшой грузоподъёмностью.

Следует отметить, что в проведённых расчётах не учитывалось расстояние до пункта утилизации (или захоронения) отходов, что может существенно изменить результаты определения удельного расхода топлива. Но это не опровергает применимость предлагаемого критерия, так как в итоге его значение всё равно позволит выбрать более экономичный вариант транспортировки отходов.

Таблица 2

Результаты расчёта удельного расхода топлива на транспортировку отходов

Наименование параметра	**Результаты расчета для варианта с тремя транспортными компаниями**		**Результаты расчета для варианта с одной транспортной компанией**	
	по отдельным транспортным компаниям	**суммарное значение**	**вариант с мусоровозом вместимостью 22 м^3**	**вариант с мусоровозом вместимостью 8 м^3**
Количество обслуживаемых контейнеров	$N_{К1}$ = 35	$N_К$ = 69	$N_К$ = 69	$N_К$ = 69
	$N_{К2}$ = 22			
	$N_{К3}$ =12			
Длина маршрута	L_{T1}= 4,4 км	L_T= 10,8 км	L_T= 5,3 км	L_T= 10,5 км
	L_{T2}= 3,5 км			
	L_{T3}= 2,9 км			
Расход топлива на транспортировку ТКО	$T_{топл1}$ = 6,79	$T_{топл}$ = 14,05	$T_{топл}$ = 12,34	$T_{топл}$ = 7,21
	$T_{топл2}$ = 4,5			
	$T_{топл3}$ =2,76			
Удельный расход топлива на транспортировку отходов	$S_{уд}$ =1,38 л/т	$S_{уд}$ =1,44 л/т	$S_{уд}$ =1,28 л/т	$S_{уд}$ =0,75 л/т
	$S_{уд}$ =1,46 л/т			
	$S_{уд}$ =2,6 л/т			

Заключение.

Анализ проведенных расчётов показывает, что оптимизация маршрутов сбора ТКО только по длине маршрута ещё не является гарантией того, что выбранный вариант обеспечит наименьший расход топлива. Следует учитывать расходные характеристики транспортного средства и массу перемещаемых отходов.

Предлагаемый критерий удельного расхода топлива может служить одним из параметров, по которому региональный оператор будет заключать договор на транспортировку ТКО. Таким образом, компании, заинтересованные в получении договора на сбор отходов, будут стремиться оптимизировать маршруты транспортировки и применять технику с экономичным расходом топлива, что будет способствовать минимизации ущерба, наносимого окружающей среде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ишков, А. Н.** Организация комфортного селективного сбора ТБО в жилых зданиях / А. Н. Ишков, Н. А. Малева, В. О. Мальцев, А. Е. Чурсин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 2(5). – С. 18-25.

2. **Дунаева, А. В.** Оценка экономической целесообразности организации раздельного сбора отходов пластмассы на примере города Воронежа / А. В. Дунаева, Т. С. Логунова, М. С. Кононова // Строительство-2016: материалы II Брянского международного инновационного форума (Брянск, 29-30 нояб. 2016 г.). – 2016. – Т. 2. – С. 225-228.

3. **Мизилина, Е. Г**. Внедрение селективного отходов в России / Е. Г. Мизилина, Ю. А. Воробьева // Инженерные системы и сооружения. – 2016. – № 1(22). – С. 101-105.

4. **Сопилко, Н. Ю.** Маркетинг в системе организации вывоза твердых бытовых отходов мегаполиса / Н. Ю. Сопилко // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. – 2008. – № 3. – С. 53-59.

5. **Лобов, Н. В.** Исследование возможности снижения эксплуатационных затрат при транспортировке твёрдых бытовых отходов / Н. В. Лобов, Д. В. Мальцев, Е. М. Генсон // Автомобильная промышленность. – 2017. – № 5. – С. 26-29.

6. **Манохин, М. В.** Разработка математической модели транспортирования отходов / М. В. Манохин, К. А. Скляров // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2015. – № 2(38). – С. 103-110.

7. **Напалкова, А. А.** Состояние и тенденции развития рынка услуг по утилизации и переработке твердых бытовых отходов в странах АТР / А. А. Напалкова, А. Е. Насадюк // Известия ДВФУ. Экономика и управление. – 2015. – № 2. – С .73-89.

8. **Санкин, С. А.** Основные направления в организации сбора, транспортировки, обезвреживания и использования твердых бытовых отходов (ТБО) / С. А. Санкин // Технические науки – от теории к практике. – 2012. – № 12. – С. 91-98.

9. **Ахметова, Г. З.** Основные проблемы в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами на региональном уровне / Г. З. Ахметова // Научный вестник МГИИТ. – 2014. – № 3(29). – С. 71-75.

10. **Крючкова, Е. А.** Организация комфортного селективного сбора ТБО в жилых зданиях / Е. А. Крючкова, М. С. Кононова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2018. – № 4(7). – С. 76-84.

11. **Гаев, Ф. Ф.** Экономические и организационные аспекты раздельного сбора твердых коммунальных и крупногабаритных отходов / Ф. Ф. Гаев, М. Л. Рахманов, С. И. Шканов, А. М. Якушина, Э. С. Цховребов, Е. Г. Величко // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 1(8). – С. 96-108.

Поступила в редакцию 23 апреля 2019

EVALUATION OF TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF TRANSPORTATION OF SOLID COMMUNAL WASTE

M. S. Kononova, E. A. Kryuchkova, A. K. Episheva

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

Kryuchkova Ekaterina Alekseevna, student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: kat_97@mail.ru

Episheva Anastasia Konstantinovna, student of the Department of housing and communal services, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7(473)271-28-92; e-mail: nast-epishe2013@yandex.ru

The analysis of the situation in the field of collection and transportation of municipal solid waste in cities is carried out. The example of Voronezh shows the irrationality of waste disposal schemes associated with the uncontrolled conclusion of contracts between organizations serving buildings and transport companies. It is proposed to use specific fuel consumption per unit of mass of transported waste as a criterion for choosing an economically and environmentally validated option. This parameter will depend on the route length and fuel characteristics of the specialized transport. It is shown that the value of the route length may vary depending on the load capacity of the vehicle, the location of the transport base or intermediate assembly point. On the example of a residential district, route maps for several options for waste disposal using equipment with different capacity are developed, the results of the calculation of specific fuel consumption are given. The proposed criterion is recommended for use by regional operators to make an informed decision when concluding contracts with transport companies.

Keywords: municipal solid waste; domestic waste; waste collection and transportation; transport company; waste management; regional operator.

REFERENCES

1. **Ishkov A. N., Maleva N. A., Mal'tsev V. O., Chursin A. E.** *Comfortable organization of selective collection of solid waste in buildings.* Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 2(5). Pp. 18-25. (in Russian)

2. **Dunaeva A. V., Logunova T. S., Kononova M. S.** *Assessment of the economic feasibility of the organization of separate collection of plastic waste on the example of the city of Voronezh*. Bryansk, Construction-2016, materials of the II Bryansk international innovation forum. 2016. Vol. 2. Pp. 225-228. (in Russian)

3. **Mizilina E. G., Vorob'eva Yu. A.** *The introduction of separate waste collection in Russia*. Engineering systems and constructions. 2016. No. 1(22). Pp. 101-105. (in Russian)

4. **Sopilko, N. Yu**. *Marketing in the system of organizing the removal of municipal solid waste*. Bulletin UrFU. Series: Economics and Management. 2008. No. 3. Pp. 53-59. (in Russian)

5. **Lobov N. V., Maltsev D. V., Genson E. M.** *Study of the possibility of reducing operating costs in the transportation of municipal solid waste*. Automotive industry. 2017. No. 5. Pp. 26-29. (in Russian)

6. **Manokhin M. V. Sklyarov, K. A.** *Development of mathematical model of transportation of waste*. Scientific Bulletin of Voronezh state University of architecture and construction. Construction and architecture. 2015. No. 2(38). Pp. 103-110. (in Russian)

7. **Napalkova A. A., Nasadyuk A. E.** *State and development trends of the market for services for utilization and processing of municipal solid waste in the APR countries*. FEFU News. Economics and Management. 2015. No. 2. Pp. 73-89. (in Russian)

8. **Sankin S. A.** *The main directions in the organization of the collection, transportation, disposal and use of municipal solid waste.* Technical Sciences - from theory to practice. 2012. No. 12. Pp. 91-98. (in Russian)

9. **Akhmetova G. Z.** *The main problems in the field of solid waste management at the regional level.* Scientific Bulletin of MGIIT. 2014. No. 3(29). Pp. 71-75. (in Russian)

10. **Kononova M. S., Kryuchkova E. A.** *Analysis of the structure of the collection and transportation of household waste in the city of Voronezh*. Housing and utilities infrastructure. 2018. No. 4(7). Pp. 76-84. (in Russian)

11. **Gaev F. F., Rakhmanov M. L., Shkanov S. I., Yakushina A. M., Tskhovrebov E. S., Velichko E. G.** *Economic and organizational aspects of separate collection of solid communal and large-sized waste*.Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 1(8). Pp. 96-108. (in Russian)

Received 23 April 2019

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Кононова, М. С. Оценка технико-экономической эффективности транспортировки твердых коммунальных отходов / М. С. Кононова, Е. А. Крючкова, А. К. Епишева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 2(9). – С. 95-102.

FOR CITATION:

Kononova M. S., Kryuchkova E. A., Episheva A. K. *Evaluation of technical and economic efficiency of transportation of solid communal waste*. Housing and utilities infrastructure. 2019. No. 2(9). Pp. 95-102. (in Russian)

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ
WRITING RULES AND GUIDELINE

Журнал публикует информацию о научно-технических разработках в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Периодичность издания – 4 раза в год. Статьи в журнале публикуются бесплатно.

Подписка на журнал «Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура» в настоящее время не осуществляется. Отдельные экземпляры журнала можно приобрести в редакции по адресу: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, дом 84, ВГТУ, кафедра жилищно-коммунального хозяйства, каб. 1321. О наличии необходимого номера можно узнать по телефону +7 (473) 271-28-92 или по e-mail: vstu.gkh@gmail.com.

Рукопись представляется в редакцию *на русском языке.* В том случае, если зарубежные авторы присылают статьи *на английском языке*, необходимо предоставить *точный перевод на русский язык*.

К публикации принимаются материалы статьи, в которых приводятся результаты собственных научных (теоретических и/или экспериментальных) исследований авторов (кроме обзорных статей), соответствующие по своей тематике профилю и тематическим направлениям журнала.

Материалы статьи принимаются в электронном виде на адрес редакции **vstu.gkh@gmail.com**. Автор присылает:

- ✓ файл текста статьи;
- ✓ отсканированная последняя страница с датой отправки статьи и подписями всех авторов (рядом с подписью указывается фамилия и инициалы автора).

После принятия статьи к публикации автор высылает оригинал рукописи в редакцию журнала по адресу: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, дом 84, ком. 1321, Воронежский государственный технический университет, кафедра жилищно-коммунального хозяйства.

Об отказе в публикации статьи по формальным признакам авторы информируются редакцией по электронной почте с изложением причины отказа.

Требования к оформлению статьи

Рукопись должна готовиться в редакторе Microsoft Word для Windows (версии от XP до Word 97/10). Текст набирают шрифтом Times New Roman размером 12 пт с межстрочным интервалом 1, абзацный отступ 1 см. Размер листа А4; поля: левое – 3 см, правое – 1,5 см, верхнее – 2 см, нижнее – 2,5 см. Нумерация страниц не требуется. Объём рукописи – от 5 до 10 страниц, включая иллюстрации, таблицы, библиографический список и сведения об авторах.

Структура статьи:

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; e-mail автора, выравнивание по ширине, (шрифт 10 пт, обычный);
- ✓ **аннотация** объёмом от 200 до 250 слов, выравнивание по ширине, отступ слева и справа 1 см (шрифт 11 пт, обычный);
- ✓ **ключевые слова** от 5 до 12 слов, указывающие на принципиально важные объекты и особенности исследования, отделяются друг от друга точкой с запятой, выравнивание по ширине, (шрифт 10 пт, обычный);
- ✓ **текст статьи** (в тексте статьи должны быть отражены: актуальность проблемы, оценка степени ее разработанности, цели, задачи и методы решения научной задачи, полученные результаты). В конце статьи обязательно приводится **заключение**.

При оформлении текста статьи следует придерживаться следующих требований:

- ✓ русские и греческие буквы и индексы, а также цифры, аббревиатуры и стандартные функции (Re, cos и др.) в тексте, формулах, подписях к рисункам и в таблицах набираются прямым шрифтом; латинские буквы – курсивом;
- ✓ в статье должен быть необходимый минимум формул, которые:
  - ❖ следует набирать шрифтом Times New Roman в редакторе формул MS Equation или MathType;
  - ❖ начинать с красной строки;
  - ❖ располагать по центру и нумеровать арабскими цифрами в скобках у правого края страницы;
  - ❖ ссылки на формулы в тексте – арабскими цифрами в скобках;
- ✓ рисунки и таблицы должны быть пронумерованы и добавлены в текст после первого упоминания;
- ✓ до и после рисунка и таблицы необходимо сделать пробел (шрифт 12 пт);
- ✓ иллюстрации представляются в редакцию
  - ❖ в виде отдельных файлов (рисунков и фотографий), записанных с расширением .TIFF или .JPEG; линии чертежа – не тоньше 1 пт; иллюстрации, в том числе фотографии, должны иметь хорошую проработку деталей;
  - ❖ подписи к рисункам нумеруются и располагаются под ними, выравнивание текста по центру (шрифт 10 пт, обычный), в конце точка не ставится;
- ✓ таблицы оформляются следующим образом:
  - ❖ шрифт выбирается автором самостоятельно с учетом возможности качественного чтения текста;
  - ❖ наименования в таблицах даются полностью, без сокращения слов;
  - ❖ номер таблицы располагается отдельно, выравнивание текста по правому краю (шрифт 10 пт, обычный);
  - ❖ название таблицы размещается над таблицей, выравнивание текста по центру (шрифт 11 пт, обычный), в конце точка не ставится;
- ✓ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК, составляемый по следующим правилам;
  - ❖ список используемой литературы должен включать не менее 10 источников;
  - ❖ шрифт 12 пт, выравнивание текста по ширине, абзацный отступ 1 см;
  - ❖ в список включаются *только опубликованные работы*, в порядке упоминания в статье; ссылки на них в тексте статьи даются арабскими цифрами в квадратных скобках;
  - ❖ в списке не должно быть нормативных документов (ГОСТ, СП, технических регламентов, правовых актов и т.п. неавторизованных источников) – ссылки на них даются в тексте статьи в развернутом виде или в форме подстраничных сносок;
  - ❖ библиографические описания оформляются в соответствии с ГОСТ 7.1-2003; включенные в текст статьи или подстраничные библиографические ссылки следует оформлять по ГОСТ Р 7.0.5-2008;
  - ❖ ссылки на интернет-сайты не допускаются; для статей из зарегистрированных *электронных журналов* указываются фамилии и инициалы авторов, название статьи, название журнала, выходные данные выпуска, адрес сайта журнала и дата обращения к электронному ресурсу;

<u>англоязычная часть</u>:

- ✓ **название статьи**;
- ✓ **инициалы, фамилии авторов**, выравниванием по центру (шрифт 12 пт, полужирный);
- ✓ **сведения об авторах** – последовательно для каждого: фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, ученые звания, должность, название организации (учреждения), города, страны, контактный телефон; e-mail автора; выравнивание по ширине, (шрифт 10 пт, обычный);
- ✓ **аннотация**: перевод, идентичный русскому варианту;
- ✓ **ключевые слова** (Keywords);
- ✓ **библиографический список** (REFERENCES).

ISSN 2541-9110