

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО  
ИНФРАСТРУКТУРА  
КОММУНИКАЦИИ**

**Выпуск № 4 (5) 2016**

**ПО ВОПРОСАМ РАЗМЕЩЕНИЯ СТАТЬИ  
ОБРАЩАТЬСЯ**

**В РЕДАКЦИЮ НАУЧНОГО ЖУРНАЛА**

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

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

тел.: +7(473)2-71-53-21;

e-mail: [gik\\_vgasu@mail.ru](mailto:gik_vgasu@mail.ru).

Ознакомиться с *электронной версией журнала* можно на сайте:

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

Ознакомиться с *полнотекстовой версией журнала* можно на сайте

Российской универсальной научной электронной библиотеки:

<http://www.elibrary.ru>

ISSN 2413-6751

# ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

№ 4 (5)

Ноябрь, 2016

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

Воронеж

# **GRADOSTROITELSTVO INFRASTRUKTURA KOMMUNIKATSII**

**№ 4 (5)**

**November, 2016**

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

**Voronezh**



## ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

Научный журнал

Издается с 2015 года

Выходит 4 раза в год

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

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

### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Подписано в печать 21.11.2016. Усл. печ. л. 6.16. Формат 60×84/8. Тираж 500 экз. Заказ № 346

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

ОТПЕЧАТАНО: Бизнес-Полиграфия, г. Воронеж



**GRADOSTROITELSTVO  
INFRASTRUKTURA  
KOMMUNIKATSII**

Periodical scientific edition

Published since 2015

Comes out 4 times per annum

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

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

**EDITORIAL COUNCIL**

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

**EDITORIAL BOARD**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Signed to print 21.11.2016. Conventional printed sheets 6.16. Format 60×84/8. Circulation 500 copies. Order 346

THE ADDRESS OF EDITORIAL OFFICE: 84 20-letiya Oktyabrya str., Voronezh, 394006, Russian Federation

Tel. / fax: (473)2-71-53-21; e-mail: gik\_vgasu@mail.ru.

PRINTED: Business- printing, Voronezh

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....</b>	<b>9</b>
<i>Тютерев А. А., Кирнова М. А.</i> Определение количества мест для постоянного и временного хранения легковых автомобилей.....	9
<i>Михайлова Т. В., Мизилина Е. Г.</i> Концепция развития пешеходной зоны улицы Сакко и Ванцетти городского округа города Воронеж.....	17
<b>ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ.....</b>	<b>22</b>
<i>Колодяжный С. А., Колосова Н. В.</i> Расчет противодымной вентиляции помещений многофункционального назначения.....	22
<i>Плаксина Е. В., Благовестная Е. О.</i> Теплофизика реакторов.....	31
<i>Бобрешов Е. М.</i> Сравнительный анализ экономических показателей централизованного и децентрализованного отопления с применением альтернативных источников энергии .....	36
<i>Новиков М. В., Ермаков Н. О.</i> Способы снижения потерь энергии в ветхих тепловых сетях.....	41
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ.....</b>	<b>45</b>
<i>Тулская С. Г., Скляр К. А., Харьковская А. А.</i> Экологические проблемы загрязнения окружающей среды нефтепродуктами в ходе разлива из резервуаров.....	45
<b>ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ.....</b>	<b>52</b>

## CONTENTS

<b>CITY PLANNING, PLANNING OF VILLAGE SETTLEMENTS.....</b>	<b>9</b>
<i>Tuterev A. A., Kirnova M. A.</i> Determination of the number of seats for permanent and temporary storage of cars.....	9
<i>Mikhailova T. V., Mizilina E. G.</i> Concept development pedestrian zone Sacco and Vanzetti street urban district of Voronezh.....	17
<b>HEAT AND GAS SUPPLY, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY AND ILLUMINATION .....</b>	<b>22</b>
<i>Kolodyazhny S. A., Kolosova N. V.</i> Calculation of antismoke ventilation of rooms of multipurpose appointment.....	22
<i>Plaksina E. V., Blagovestnaya E. O.</i> Thermal physics reactor.....	31
<i>Bobreshov E. M.</i> Comparative analysis of economic indicators the centralized and decentralized heating using alternative energy sources.....	36
<i>Novikov M. V., Ermakov N. O.</i> Ways to reduce energy losses in the old heat networks.....	41
<b>CONSTRUCTION AND OPERATION OF OIL AND GAS PIPELINES, DATABASES AND REPOSITORIES.....</b>	<b>45</b>
<i>Tulskaya S. G., Sklyarov, K. A., Harkovskaya A. A.</i> Environmental problems of environmental pollution oil products during the flood from tanks.....	45
<b>RULES OF PREPARATION OF ARTICLES.....</b>	<b>52</b>

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

УДК 725.38

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА МЕСТ ДЛЯ ПОСТОЯННОГО И ВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

А. А. Тютерев, М. А. Кирнова

*Воронежский государственный технический университет*

*А. А. Тютерев, старший преподаватель кафедры проектирование зданий*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: kirnova.ma@gmail.com*

*М. А. Кирнова, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: kirnova.ma@gmail.com*

**Постановка задачи.** В настоящее время одной из самых актуальных проблем городов является перегруженность автомобилями. Рост жилищного строительства приводит к изменению характера и плотности застройки отдельных микрорайонов городов, изменению концентрации автомобильного парка данных микрорайонов. Нехватка машиномест для парковки автомобилей наблюдается не только в центре города, но и в новых жилых массивах.

**Результаты.** По результатам анализа нормативно-правовой базы выявлено отставание от темпов роста уровня автомобилизации. Даны рекомендации по корректировке нормативов размещения парковочных мест. Предложены мероприятия по решению проблемы, нехватки мест хранения автотранспорта.

**Выводы.** Для повышения качества недвижимости и качества жизни на стадии проектирования необходимо предусматривать количество парковочных мест не в соответствии с минимальными требованиями норм, а с учетом роста уровня автомобилизации.

**Ключевые слова:** парковка, хранение, автостоянка, гостевая стоянка.

**Введение.** Сталкиваясь с проблемой поиска свободного места для парковки в районе новостроек, многие задаются вопросом: почему строители не предусмотрели достаточно пространства для машин? Если понять, почему не хватает мест для парковки в старых районах, еще можно, то почему жители запроектованных совсем недавно новых домов так же страдают от отсутствия свободного места во дворе?

В городах России обеспеченность местами для хранения автомобилей по месту проживания населения составляет в среднем 35-40 %, а обеспеченность местами для парковки автомобилей у объектов тяготения в среднем не превышает 25 % от требуемого количества [4]. При решении задачи по уменьшения дефицита мест для автомобилей следует выделить два принципиально разных режима содержания автомобилей: хранение и паркование.

Хранение связано с постоянным использованием парковочного места, в том числе в ночное время.

Паркование (временное хранение) связано с кратковременным, эпизодическим использованием парковочного места преимущественно в рабочее время.

Соответственно для первого вида содержания автомобилей необходимы автостоянки, а для второго вида – автопарковки или парковочные места.

По нормативам во дворах размещаются не постоянные, а временные парковки, предназначенные для того, чтобы оставить машину ненадолго, завезти вещи и отбыть к месту постоянного хранения – в организованный паркинг или гараж. Предполагается, что машины во дворе должны постоянно сменять друг друга, поэтому большого количества мест на временном паркинге во дворе и не требуется.

Все остальные автомобили должны располагаться на постоянных местах хранения автостоянках, гаражах.

**1. Анализ нормативной базы, по определению количества мест хранения автомобилей.** Согласно данным аналитического агентства «АВТОСТАТ» уровень автомобилизации Воронежской области в 2013 году составлял 255 автомобилей на 1000 человек, область находилась на 38 месте среди регионов России. Данные за 2016 год приведены в таблице.

Таблица

Рейтинг регионов РФ по обеспеченности легковыми автомобилями на 1000 жителей (шт.)

Место, занимаемое в рейтинге регионов РФ	Регион	Обеспеченность на 1 тыс. чел.
1.	Камчатский край	472
2.	Приморский край	437
3.	Московская обл.	347
4.	Калининградская обл.	344
5.	Калужская обл.	342
11.	Санкт-Петербург	316
16.	Белгородская обл.	313
17.	Тамбовская обл.	311
22.	Москва	308
26.	Воронежская обл.	307
27.	Липецкая обл.	304
28.	Краснодарский край	304

Из приведенных данных уровня автомобилизации области следует, что за три года рост составил 20 %, что совпадает со среднестатистическими данными по РФ.

Согласно, п. 11.3 [1] и п. 9.2.1.20 [2] за расчетный уровень автомобилизации следует принимать 350 тыс. чел на 1000 жителей. То есть на настоящий момент требования нормативной документации полностью совпадают с реальными показателями, но уже через три года фактический уровень автомобилизации может превысить расчетный для области на 5 %, для города процент будет выше.

С учетом сроков реализации объекта строительства не менее трех лет с момента начала проектирования застройки, получается, что изначально проектом будет определено количество автомобилей с дефицитом.

Пункт 2.3 СанПиНа [3] говорит о том, что: «Отводимый под строительство жилого здания земельный участок должен предусматривать возможность организации придомовой территории с четким функциональным зонированием и размещением площадок отдыха, игровых, спортивных, хозяйственных площадок, гостевых стоянок автотранспорта, зеленых насаждений». То есть на придомовой территории жилого здания не могут располагаться автостоянки для длительного хранения. РНПП [3] предусматривает возможность размещения автостоянок для длительного хранения на отдельном земельном участке, правообладателем которого является застройщик, осуществляющий строительство основного строения. Но способов заставить застройщика приобрести дополнительный участок не существует.

Для примера рассмотрим проект двух подъездного семнадцатипятиэтажного жилого дома эконом-класса, располагаемого на отдельном участке в квартале существующей застройки. Площадь квартир каждой секции жилого дома  $5780 \text{ м}^2$ , квартир на этаже – 6.

Норма площади квартиры на одного жителя  $30 \text{ м}^2$  (согласно п. 5.6 [1]), общая площадь квартир в жилом доме составляет  $11560 \text{ м}^2$ . Следовательно, расчетное количество проживающих людей:

$$N = \frac{11560}{30} = 386 \text{ чел.}$$

Согласно 3.2.14 РНПП [2] на придомовой территории количество парковочных мест для временного хранения легковых автомобилей посетителей, из расчета 40 машино-мест на 1000 жителей составит:

$$n_{\text{гост.}} = 0,386 \cdot 40 = 15 \text{ машино – мест.}$$

При этом размер гостевой стоянки должен составлять не менее по 3.2.21 [2]:

$$S = 386 \cdot 0,8 = 309 \text{ м}^2.$$

Для открытых наземных автостоянок норма площади на одно машино-место  $25 \text{ м}^2$  следовательно, площадь рассматриваемой стоянки:

$$S = 15 \cdot 25 = 375 \text{ м}^2.$$

Общая потребность в машино-местах для хранения легковых автомобилей физических лиц с учетом уровня автомобилизации и обеспеченности местами постоянного хранения 90 % на селитебной территории [1], составит:

$$n_{\text{общ.}} = 0,386 \cdot 1000 \cdot 0,9 = 348 \text{ машино – мест.}$$

Постоянное хранение указанного количества автомобилей может быть предусмотрено:

1. В пределах улиц и дорог, граничащих с жилыми районами и микрорайонами [1]. При этом нормами никак не учитывается, что часть этих улиц и дорог уже заняты личными автомобилями жителей соседних домов. В РНПП сказано, что условия и возможность использования территории общего пользования для стоянок автомобилей определяется органом местного самоуправления. Однако в настоящее время фактически отсутствует единая нормативно-методическая база, которая позволяла бы определять допустимость организации парковок на улично-дорожной сети и регламентировала их параметры.

2. В гаражах и стоянках при пешеходной доступности не более 800 м. При согласовании проекта справка о наличии необходимого количества мест в близлежащих гаражах и стоянках не требуется.

Количество жильцов рассматриваемого дома, которые найдут себе места на территории автостоянок и в границах на улично-дорожной сети точно определить невозможно, но примерно треть автовладельцев (примерно 100 человек) будут пытаться разместить свой автомобиль на 15 машино-местах гостевой стоянке. С учетом сокращения площади на одно машино-место до 18 м<sup>2</sup> на имеющемся участке площадью 375 м<sup>2</sup> можно разместить 20 автомобилей. Следовательно, под места для стоянки будут заняты газоны и площадки иного функционального назначения.

Следует, отметить, что норма площади на одного человека 30 м<sup>2</sup> на настоящий момент является сильно завышенной. В квартирах массового жилья средние площади квартир составляют примерно: 40 м<sup>2</sup> – однокомнатные, 60 м<sup>2</sup> – двухкомнатные, 90 м<sup>2</sup> – трехкомнатные. Зачастую в однокомнатной квартире проживает 3 человека, владеющие двумя машинами. В СП сказано, что данный норматив не является нормой реального расселения, но при этом и не говорится в каких случаях необходимо пользоваться данными реального уровня заселения.

Обязательным документом, который определяет нормы хранения личного транспорта, является СП 42.13330.2011 [1]. Одна из проблем нехватки мест парковки, а точнее мест постоянного хранения, заключается в том, что согласно ему, количество мест для парковки у дома никак не привязано к количеству квартир. При определении, сколько мест для хранения личного автотранспорта потребуется новоселам жилого комплекса, учитывается не количество квартир и класс дома, а число его жителей.

Региональными нормами [2] предусматривается зависимость «квартира-машина» при проектировании новых жилых микрорайонов. Количество мест для временного и постоянного хранения автомобилей отличается в зависимости от класса дома. Согласно этим нормам, в домах эконом - класса должно быть предусмотрено 1,2 машино-места на квартиру.

Если бы рассматриваемый жилой дом находился на территории нового микрорайона, то для рассматриваемого дома на 204 квартиры:

$$n_{\text{гост.}} = 204 \cdot 0,24 = 49 \text{ машино – мест.}$$

Общая потребность в машино-местах для хранения:

$$n_{\text{общ.}} = 204 \cdot 1,2 = 245 \text{ машино – мест.}$$

При темпах автомобилизации, что в последние несколько лет наблюдаются в Воронеже, когда количество автомобилей на дорогах города ежегодно растет на 17 тыс. в год, предусмотреть для всех место во дворах невозможно.

Для того, чтобы обеспечить все автомобили воронежцев местами для парковки во дворах, потребовалась бы территория, равная по площади половине Ленинского района. Для размещения одного автомобиля требуется пространство в 25 м<sup>2</sup>, умножаем на 315 тыс. (столько автомобилей по нормативам должно размещаться в пределах селитебной территории города) – получим пространство 788 Га. Где в пределах Воронежа найти такие территории?!

СП и РНГП предусматривают 25 машино-мест на 1000 жителей в подземных гаражах, это составляет 7 % от общего числа потребных мест. В условиях дефицита площадей и благоприятной гидрогеологической обстановки территории большей части города это цифра явно недостаточна.

## 2. Способы решения проблемы длительного хранения автомобилей в условиях

**сложившейся городской застройке.** Помимо наличия мест для организации хранения транспорта важным для владельцев автомобилей фактором является их удобная дислокация. Наиболее подходящее расположение автостоянки для владельцев автомобилей – в непосредственной близости от места проживания, поэтому большинство предпочитает парковать свой автомобиль на внутридворовых территориях и участках автомобильной дороги. Основными проблемами организации постоянного хранения автомобилей являются:

- преобладание в структуре мест постоянного хранения автотранспорта гаражей-боксов и открытых плоскостных автостоянок, определяющее низкую эффективность использования территорий;

- недостаточная доступность мест постоянного хранения автомобилей.

На сегодняшний день существуют различные пути решения проблем с хранением автомобилей.

Самым простым способом улучшения ситуации с парковками во дворе – это нанесение разметки, соответствующую, размерам автомобиля, в тех местах, где действительно можно парковаться.



**Рис. 1.** Размещение автомобилей в жилой застройке с учетом разметки

Наземные площадки для парковок занимают большие территории в городах, что уменьшает и так небольшие островки газонов. Для решения этой проблемы в Европе пользуются популярностью экопарковки при помощи газонных решеток, которые укрепляют грунт и корневую систему травы.



**Рис. 2.** Газонная решетка на парковке

Кардинально решить проблему могут парковки во дворах под землёй и многоуровневые наземные парковки на небольшом расстоянии от дома.

Подземные парковки в последнее время получили большое распространение в районах

новой застройки, при расположении их рядом или непосредственно под зданиями. Несомненным преимуществом такого вида парковок является наилучшая доступность жителям к своим автомобилям, к тому же автомобили находятся в оптимальных условиях для хранения независимо от состояния природной среды. Но учитывая особенности планировки жилых массивов, требования нормативных документов к организации такого вида сооружений и прочие факторы, подземные парковки под жилыми зданиями проектируются, в большинстве своем, в один этаж, что значительно сокращает их емкость, обеспечивая 40-60 % потребностей в парковочных местах.



**Рис. 3.** Хранение личного автотранспорта под благоустройством в подземном паркинге, с непосредственным доступом в них из жилых домов

Так же возможно оборудовать стоянки парковочными системами. Данный способ позволит разместить на много больше автомобилей.

Покупать вместе с квартирой и парковочные места пока не принято. Стоимость парковки люди считают завышенной, не учитывая при этом, что покупают они не только те 18 квадратных метров, на которых стоит машина. Кроме площадки, на которой она хранится, есть еще места общего пользования. Строительство подземной парковки – дорогостоящее мероприятие, парковка – это сложное инженерное решение.

Строительство наземной парковки обходится гораздо дешевле (в полтора-два раза), чем подземной. Но не позволяет в этом случае застройщику максимально использовать площади под основную застройку: офисную, торговую, жилую – доходность которой гораздо выше.

В районах с большим скоплением автомобилей возможна установка механизированных паркингов, но данный тип сооружения требует больших затрат на обслуживание, что опять повлияет на цену хранения автомобиля. Ещё одним минусом является то, что будут образовываться очереди на приём и выдачу автомобилей. Главное отличие автоматизированного паркинга от подземной стоянки – затраты на строительство и сроки возведения. От момента проектирования механизированного комплекса до его сдачи в эксплуатацию, как правило, проходит 2–2,5 месяца.

В плотно заселённых районах города, возможна установка во дворах на местах предназначенных для парковки или местах старых гаражей систем SMART PARKING, которые позволяют на площади двух автомобилей разместить до шестнадцати транспортных средств. SMART PARKING может быть открытого типа (вариант для охраняемых дворовых территорий) и закрытого типа.

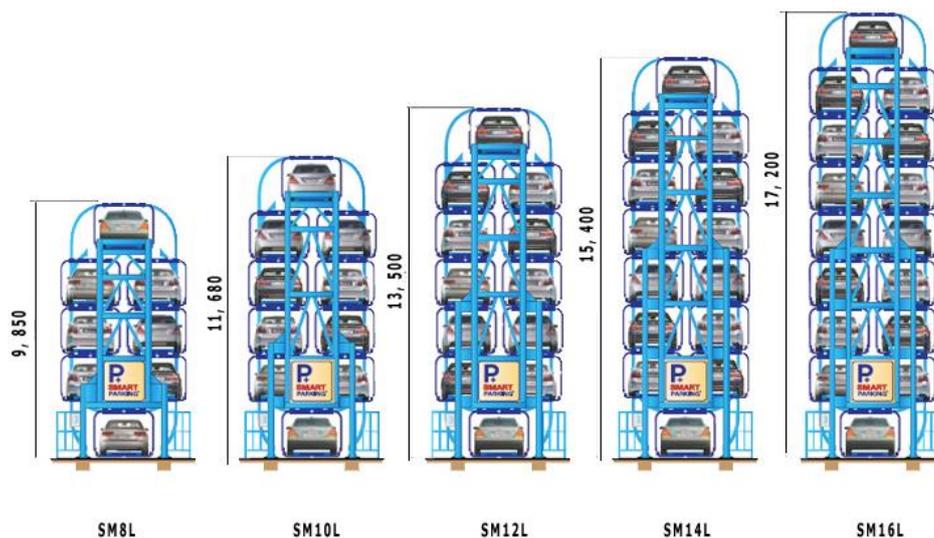


Рис. 4. Хранение личного автотранспорта под благоустройством в подземном паркинге, с непосредственным доступом в них из жилых домов

**Выводы.** Не только соблюдение строительными организациями норм по количеству парковочных мест способствует улучшению дорожной ситуации в регионе, но и само количественное значение этих нормативов. Наличие парковочного места – один из базовых критериев оценки качества недвижимости, а в современном мире и качества жизни.

Существующие нормативы не успевают за современным темпом роста уровня автомобилизации. Чтобы не создавать проблемы с парковочными местами уже на стадии проектирования жилых кварталов необходимо использовать нормы предусматривающие зависимость квартира-машина. При этом необходимо увеличение расчетного числа машино-мест для постоянного хранения домов массового (эконом – класса) до 1,5 машино-места на квартиру [6, 7].

С одной стороны, существующие нормативы действительно устарели и не соответствуют действительности. С другой – строительство паркингов сдерживают стереотипы мышления: то, что у нас не принято платить за парковку. Покупая новую квартиру, жители новостроек считают, что вместе с ней они получают бесплатное место для машины во дворе.

При существующем росте автомобилизации населения, когда некоторые семьи обладают двумя и более автомобилями, строительство многоуровневых парковок в селитебных зонах города является основным решением нехватки мест для хранения. Для увеличения использования платной организованной стоянки необходимо совершенствовать систему финансового регулирования, которая позволит предложить доступные тарифы на стоянку автомобилей.

Решающей, в разработке мероприятий по организации мест временного и постоянного хранения транспорта, является разработка нормативно-правовой базы, которая позволит регулировать ограничение или запрет стоянки всех видов транспорта на некоторых участках улично-дорожной сети. Такая нормативно-правовая база, позволит снизить уровень коррупционной составляющей при определении возможности использования территорий общего пользования для стоянок органами местного самоуправления.

#### Библиографический список

1. СП 42.13330.2011 «СНиП 2.07.01–89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений // М.: Москва, 2011. – 114 с.

2. Региональные нормативы градостроительного проектирования Воронежской области от 29.12.2014.
3. **СанПиН 2.1.2.2645-10** Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях, 2010. – 18 с.
4. **Дуванова, И. А.** Автомобильные стоянки и парковки в мегаполисах / И. А. Дуванова // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 12.
5. **Галкина, Н. Г.** Исследование Городских Парковок / Н. Г. Галкина // Вестник ХНАДУ. – 2010. – № 50.
6. **Максимов, А. Г.** Проблемы хранения автомобилей в условиях сложившейся городской застройки / А. Г. Максимов // Молодёжь и наука: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К. Э. Циолковского [Электронный ресурс]. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. – Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section26.htm>.
7. **Грунев, Д. В.** Решение проблемы нехватки парковочных мест г. Великий Новгород / Д. В. Грунев, В. В. Киричук // VII Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий Научный Форум 2015». – 2015.

#### References

1. **SP 42.13330.2011 «СНиП 2.07.01–89\* Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastrojka gorodskih i sel'skih poselenij** // М.: Москва, 2011. – 114 с.
2. Regional'nye normativy gradostroitel'nogo proektirovaniya Voronezhskoj oblasti ot 29.12.2014.
3. **SanPiN 2.1.2.2645-10** Sanitarно-jepidemiologicheskie trebovaniya k uslovijam prozhivaniya v zhilyh zdaniyah i pomeshhenijah, 2010. – 18 s.
4. **Duванova, I. A.** Avtomobil'nye stojanki i parkovki v megapolisah / I. A. Duванova // Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij. – 2015. – № 12.
5. **Galkina, N. G.** Issledovanie Gorodskih Parkovok / N. G. Galkina // Vestnik HNADU. – 2010. – № 50.
6. **Maksimov, A. G.** Problemy hranenija avtomobilej v uslovijah slozhivshejsja gorodskoj zastrojki / A. G. Maksimov // Molodjozh' i nauka: Sbornik materialov VIII Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoi konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchjonyh, posvjashhennoj 155-letiju so dnja rozhdenija K. Je. Ciolkovskogo [Jelektronnyj resurs]. – Krasnojarsk: Sibirskij federal'nyj un-t, 2012. – Rezhim dostupa: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section26.htm>.
7. **Grunev, D. V.** Reshenie problemy nehvatki parkovochnyh mest g. Velikij Novgorod / D. V. Grunev, V. V. Kirichuk // VII Mezhdunarodnaja studencheskaja jelektronnaja nauchnaja konferencija «Studencheskij Nauchnyj Forum 2015». – 2015.

## DETERMINATION OF THE NUMBER OF SEATS FOR PERMANENT AND TEMPORARY STORAGE OF CARS

A. A. Tuterev, M. A. Kirnova

---

*Voronezh State Technical University*

*M. A. Kirnova, senior teacher of Heat and Gas Supply and oil and gas business*

*Russia, Voronezh, tel.: +7 (473)271-53-21, e-mail: kirnova.ma@gmail.com*

*A. A. Tuterev, senior teacher of department of Design of Buildings*

*Russia, Voronezh, tel.: +7 (473)271-53-21, e-mail: kirnova.ma@gmail.com*

---

**Statement of the problem.** Aerodynamics of the building has significant effect on the air mode of buildings. It is difficult to evaluate a level of influence of the sections of houses disabled the *raznoetaznykh* on operation of natural system of cooling that causes difficulties in case of acceptance of project decisions.

**Results.** On analysis results of numerical modeling of fields of speeds and pressure of air flows around the two-section building with "a warm attic" recommendations about the organization of system of exhaust ventilation of a *raznoetazhny* housing estate are made. The analysis of possible technical solutions is provided.

**Conclusions.** In multi-storey houses, the consisting their block sections of different number of storeys (in case of a difference of marks of roofs approximately 20-25m), for the guaranteed stable operation of natural cooling it is necessary to add it mechanical motivation or to provide mechanical system of cooling.

**Keywords:** parking, storage, parking, guest parking.

УДК 711.56

## КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ПЕШЕХОДНОЙ ЗОНЫ УЛИЦЫ САККО И ВАНЦЕТТИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОДА ВОРОНЕЖ

Т. В. Михайлова, Е. Г. Мизилина

---

*Воронежский государственный технический университет*

*Т. В. Михайлова, канд. архитектуры, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)463-89-31, e-mail: catya.mizilina@yandex.ru*

*Е. Г. Мизилина, студент кафедры жилищно-коммунального хозяйства*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)463-89-31, e-mail: catya.mizilina@yandex.ru*

---

**Постановка задачи.** Развитие города Воронеж, как объекта исторического наследия. Сохранение исторического облика города путем создания туристическо-пешеходной зоны по улице Сакко и Ванцетти.

**Результаты и выводы.** Предложенная концепция развития пешеходной зоны по улице Сакко и Ванцетти позволит создать современную зону отдыха, сохранить исторический облик города Воронежа и обеспечить культурное развитие жителей.

**Ключевые слова:** пешеходная зона, исторический облик, туристический маршрут, градостроительство, транспортная реконструкция.

**Введение.** Актуальность темы статьи обусловлена развитием города Воронеж, как объекта исторического наследия. Рассматриваемая концепция развития города Воронеж, как туристической зоны, охватывает современное состояние Исторического Воронежа и проблемы его реформирования [6, 7, 8].

Город Воронеж возник как город – крепость в 1586 году в районе современного Университета. Обращаясь к схеме города 1690 года видны две основные, исторически сложившиеся улицы, одна из которых сохранила свое очертание по сей день – это улица Севастьяновский съезд, именуемая до 1928 года Ильинским съездом [1].

**1. Историческое развитие улицы Сакко и Ванцетти.** Еще одной исторически сложившейся зоной города является застройка вдоль улицы Сакко и Ванцетти. Находясь на этой улице кажется, что прогуливаешься по «старому городу», будто перемещаешься во времени в дореволюционный Воронеж. Сакко и Ванцетти – настоящий музей под открытым небом. Мало кто знает, что в Воронеже много памятников истории и архитектуры, на одной только улице Сакко и Ванцетти их насчитывается четырнадцать. Но, к сожалению, они с каждым днем теряют свой исторический облик, ветшают без должного внимания и ухода, а на месте бесценных памятников все чаще появляются «шедевры современной типовой архитектуры», не имеющей ничего общего со сложившимся историко-архитектурным стилем этой улицы.

Улица начала формироваться в 1760-1970-х гг. До 1927 года она носила название Большая Девиченская, или просто Девиченская. Своим названием она была обязана Покровскому девичьему монастырю, находившемуся неподалеку (рис.1) [2].



Рис. 1. Улица Девиченская (Сакко и Ванцетти) до 1927 г.

**2. Концепция развития пешеходной зоны по улице Сакко и Ванцетти.** В данной статье предлагается концепция, направленная на сохранение «исторического» Воронежа, путем создания туристическо-пешеходной зоны по улице Сакко и Ванцетти.

Пешеходные улицы – явление далеко не новое в современном мире, но в городе Воронеже такие прогулочные места встретишь не часто.

Градостроительство многих стран мира накопило достаточный опыт в создании и эксплуатации пешеходных улиц – благодаря анализу реализованных проектов и их экономической экспертизе [2]. Результаты показывают, что устройство пешеходных улиц в центре городов со сложившейся транспортной инфраструктурой – практически единственное решение, которое не только откроет притягательные видовые панорамы, но и улучшит качество городской среды.

Повсеместная индустриализация привела к переориентации городской среды с человека на автомобиль. Разработанная градостроителями - модернистами методика формирования общественных пространств города оказалась несостоятельной и неприменимой к действительности. Многие города такие, как Копенгаген, Барселона, Лондон, Мельбурн, Нью Йорк совершили кардинальный уход от идей модернизма в городском планировании. Современные градостроители отошли от автомобиля, как от главной единицы в городе и переключились на человеческий масштаб [3].

Важнейшей тенденций в современном градостроительстве, по мнению датского архитектора Яна Гейла, является устойчивое развитие городской среды: «Город тем устойчивее, чем больше его транспортная система характеризуется как «зеленая мобильность»: передвижение пешком, на велосипеде и на общественном транспорте» [4].

Современные пешеходные улицы, в отличие от исторических, которые специализировались на торговле или ремесле, проектируются, как правило, многофункциональными. Часто они дополняются музейно-выставочными, зрелищными, игровыми, культурно-развлекательными пространствами, объектами обслуживания и торговли [2].

Пешеходные улицы сегодняшних городов – это не только реакция на возросший технизм среды современных поселений, не только изменение и глобализация транспортной инфраструктуры, но и сохранение исторического облика города.

Сегодняшние пешеходные улицы должны быть разработаны и реализованы так, чтобы подчеркнуть месторасположение, эпоху возникновения и значимые события данных улиц.

Термин «пешеходная улица» обозначает такую улицу, по которой не разрешен проезд транспорта, за исключением определенного периода суток, когда допускается подвоз товара и подъезд спецмашин [2].

Сакко и Ванцетти – улица районного значения, с местным и общественным транспортом (один автобусный маршрут).

Преобразовать современную улицу Сакко и Ванцетти в пешеходную зону очень сложно, так как данная улица является одной из основных улиц, соединяющих два моста города: Чернавский и Северный. В данном районе города сохранились послевоенные индивидуальные постройки, подъезд к которым осуществляется только с улицы Сакко и Ванцетти. Создать пешеходную улицу – это не просто убрать проходящий по ней транспортный поток, это значит решить комплекс социальных, правовых, технических задач, согласовав требования градостроителей и горожан.

В данной статье предлагается два варианта транспортной реконструкции по улице Сакко и Ванцетти.

*Первый вариант* кардинально меняет сложившуюся транспортную систему. Предлагается преобразовать Сакко и Ванцетти в пешеходную зону с полным запретом на проезд транспорта. Основной поток транспорта переводится на параллельную Сакко и Ванцетти улицу - Пролетарскую, с которой осуществляется выезд на основные городские магистрали. Проезд с улицы Пролетарской на Проспект Революции осуществляется через улицу Коммунаров. В месте пересечения улицы Коммунаров и пешеходной улицы Сакко и Ванцетти устраивается тоннель, до и после которого устанавливаются остановки общественного транспорта. Улицы, на которые переводится основной поток транспорта, необходимо адаптировать для принятия дополнительной нагрузки автотранспорта. Улица Пролетарская имеет сложный рельеф, местами проезжая часть отсутствуют вообще, поэтому необходимо устройство некоторых участков, а также расширение и ремонт данной улицы для обеспечения нормативных требований к ширине и покрытию проезжей части.

*Второй вариант* транспортной реконструкции дешевле и проще в реализации, но требует строгого соблюдения графика движения автотранспорта. Улицу предлагается преобразовать в пешеходную зону с ограниченным движением местного транспорта и спецмашин. Общественный транспорт предлагается перевести на набережную Массалитинова и улицу Коммунаров, так как параметры этих магистралей позволяют принять дополнительный поток транспорта. На въезде с улицы Степана Разина на улицу Сакко и Ванцетти необходимо устроить пропускной пункт со шлагбаумом, для проезда местного транспорта. На месте пересечения улиц Коммунаров и Сакко и Ванцетти предлагается возвести пешеходный мост для разделения пешеходного и транспортного потоков. Пешеходный мост проектируется таким образом, чтобы горожане могли любоваться архитектурой улицы Сакко и Ванцетти, а также прилегающих улочек, выходящих на набережную Воронежского водохранилища.

Несмотря на неудобства, связанные с ограниченным движением транспорта и предполагаемыми потоками туристов, местные жители получают немало преимуществ. Экологическая ситуация на пешеходной улице заметно улучшится, так как концентрации загрязняющих веществ и уровень шума не будут превышать предельно - допустимых значений. Предусматривается благоустройство данной территории: озеленение, освещение, смена покрытий тротуаров и проезжей части улицы, установка малых архитектурных форм и т.д.

Архитектурно-ландшафтная среда пешеходной улицы резко отличается от обычной. Уличная мебель, светильники, киоски, скульптуры, декоративные водоемы, деревья, газоны, различные уголки отдыха придают пешеходной улице определенный колорит. Особое значение приобретает геопластика, микрорельеф, а также фактура, рисунок и цвет мощения, включение горизонтальных и наклонных участков газона, пандусов, подпорных стенок, естественного камня (рис. 2).



Рис. 2. Проектируемая пешеходная улица Сакко и Ванцетти

Пешеходные улицы, задавшие новую планку в представлениях о комфортности городской среды и идеалах города, стали уникальным явлением в архитектуре и городском дизайне [4, 8, 9, 10].

Проектируемая пешеходная улица Сакко и Ванцетти, объединяющая в себе рекреационную, историческую, социальную функции является совершенно новой функционально-пространственной формой в градостроительстве Воронежа, является синтезом дизайна с архитектурой, ландшафтным, графическим, монументально-декоративным искусствами.

Подобная улица будет не только полностью соответствовать современным потребностям населения в отдыхе и развлечениях, но и обеспечит духовное и культурное развитие жителей.

#### Библиографический список

1. Михайлова, Т. В. Комплексное развитие инженерной инфраструктуры туристического маршрута «Старый Воронеж» в городском округе Воронеж / Т. В. Михайлова, В. Н. Семенов, О. Н. Ермоленко // Журнал «Градостроительство». – 2014. – № 5 (33).
2. [Электронный ресурс] URL: <https://ais.by/story/1446>.
3. Гейл, Я. Города для людей / Пер. с англ. – М.: КРОСТ, 2012. – 276 с.
4. Мелькумов, В. Н. Моделирование структуры инженерных сетей при территориальном планировании города / В. Н. Мелькумов, С. В. Чуйкин, А. М. Папшицкий, К. А. Складов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2015. – № 2(38). – С.41-48.
5. Мелькумов, В. Н. Территориальное планирование рекреационной зоны района жилой застройки / В.Н. Мелькумов, С.В. Чуйкин, А.А. Мельникова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2015. - № 3(38). - С. 113-121.
6. Колосов, А. И. Реструктуризация городских систем газоснабжения / А. И. Колосов, М. Я. Панов // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2014. – № 4(17). – С. 18-25.
7. Алексашина, В. В. Концепция реконструкции исторического центра поселка Кантемировка Воронежской области / В. В. Алексашина, Е. М. Чернышов, С. В. Чуйкин, А. А. Мельникова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2014. - № 4 (36). - С. 126-138.
8. Тульская, С. Г. Формирование городской территории при градостроительном проектировании / С. Г. Тульская, А. А. Чуйкина // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. - 2016. - № 1(1). – С.9-20.

9. **Чудинов, Д. М.** Разработка алгоритма обоснования структуры энергокомплекса на базе возобновляемых источников энергии / Д. М. Чудинов, К. Н. Сотникова, М. Ю. Морозов, С. В. Чуйкин // Инженерные системы и сооружения. - 2009. - № 1. - С. 147-154.

10. **Енин, А. Е.** Градостроительное развитие малых исторических городов Черноземья / А. Е. Енин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2008. - №4. - С.9-18.

## References

1. **Mihajlova, T. V.** Kompleksnoe razvitie inzhenernoj infrastruktury turisticheskogo marshruta «Staryj Voronezh» v gorodskom okruge Voronezh / T. V. Mihajlova, V. N. Semenov, O. N. Ermolenko // Zhurnal «Gradostroitel'stvo». - 2014. - № 5 (33).

2. [Jelektronnyj resurs] URL: <https://ais.by/story/1446>.

3. **Gejl, Ja.** Goroda dlja ljudej / Per. s angl. - M.: KROST, 2012. - 276 s.

4. **Mel'kumov, V. N.** Modelirovanie struktury inzhenernyh setej pri territorial'nom planirovanii goroda / V. N. Mel'kumov, S. V. Chujkin, A. M. Papshickij, K. A. Skljarov // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2015. - № 2(38). - S.41-48.

5. **Mel'kumov, V. N.** Territorial'noe planirovanie rekreacionnoj zony rajona zhiloz zastrojki / V.N. Mel'kumov, S.V. Chujkin, A.A. Mel'nikova // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2015. - № 3(38). - S. 113-121.

6. **Kolosov, A. I.** Restrukturizacija gorodskih sistem gazosnabzhenija / A. I. Kolosov, M. Ja. Panov // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. - 2014. - № 4(17). - S. 18-25.

7. **Aleksashina, V. V.** Konceptija rekonstrukcii istoricheskogo centra poselka Kantemirovka Voronezhskoj oblasti / V. V. Aleksashina, E. M. Chernyshov, S. V. Chujkin, A. A. Mel'nikova // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2014. - № 4 (36). - S. 126-138.

8. **Tul'skaja, S. G.** Formirovanie gorodskoj territorii pri gradostroitel'nom proektirovanii / S. G. Tul'skaja, A. A. Chujkina // Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii. - 2016. - № 1(1). - S.9-20.

9. **Chudinov, D. M.** Razrabotka algoritma obosnovanija struktury jenergo kompleksa na baze vozobnovljajemyh istochnikov jenerгии / D. M. Chudinov, K. N. Sotnikova, M. Ju. Morozov, S. V. Chujkin // Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. - 2009. - № 1. - S. 147-154.

10. **Enin, A. E.** Gradostroitel'noe razvitie malyh istoricheskikh gorodov Chernozem'ja / A. E. Enin // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2008. - №4. - S.9-18.

## CONCEPT DEVELOPMENT PEDESTRIAN ZONE SACCO AND VANZETTI STREET URBAN DISTRICT OF VORONEZH

T. V. Mikhailova, E. G. Mizilina

*Voronezh State Technical University*

*T. V. Mihaylova, PhD. Architecture, Associate Professor, Department of Housing and Communal Services*

*Russia, Voronezh, tel. : +7 (920) 463-89-31, e-mail: catya.mizilina@yandex.ru*

*E. G. Mizilina, student of the Department of Housing and Communal Services*

*Russia, Voronezh, tel. : +7 (920) 463-89-31, e-mail: catya.mizilina@yandex.ru*

**Statement of the problem.** The development of the city of Voronezh, as an object of historical heritage. Preservation of the historical appearance of the city through the creation of tourist-pedestrian street Sacco and Vanzetti zone.

**Results and conclusions.** The proposed concept of the pedestrian zone in the street Sacco and Vanzetti will create a modern recreation area, to preserve the historical appearance of the city in the ronezha and to the cultural development of people.

**Keywords:** pedestrian zone, the historical appearance, hiking trails, urban development, trans tailors reconstruction.

# ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

---

---

УДК 697.956

## РАСЧЕТ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С. А. Колодяжный, Н. В. Колосова

---

*Воронежский государственный технический университет*

*С. А. Колодяжный, канд. техн. наук, профессор кафедры пожарной и промышленной безопасности  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473) 221-09-19, e-mail: rector@vorstu.ru*

*Н. В. Колосова, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: teplosnab\_kaf@vgasu.vrn.ru*

---

**Постановка задачи.** Существующие решения по расчету противодымной вентиляции относят в основном для многоэтажных зданий с поэтажной коридорной планировкой при различных схемах расположения лифтовых шахт и лестничных клеток. Вновь возводимые здания, отвечающие современным архитектурно-технологическим решениям, подразумевают совершенствование и уточнение методологии расчета параметров вентиляции, обеспечивающей эффективную защиту от дымления помещений здания при пожаре.

**Результаты.** Для жилых и общественных зданий в соответствии с действующими нормативными требованиями пожарной безопасности разработаны методические рекомендации, регламентирующие порядок расчета параметров системы вентиляции, защищающие помещения от дыма.

**Выводы.** Предлагаемая методика может быть использована при расчете параметров противодымной вентиляции строительных сооружений закрытых автостоянок, расположенных в надземной или подземной части, складов, производственных зданий, комплексов многофункционального назначения и т.д., не имеющих регламентированных методик расчета.

**Ключевые слова:** противодымная вентиляция, избыточное давление, массовый расход и скорость движения воздуха.

**Введение.** Противодымная защита зданий и сооружений объединяет организационные мероприятия и технические средства, предназначенные оградить людей от воздействия опасных факторов пожара: дымовой завесы, повышенной температуры, выделяемых при горении токсичных продуктов. Технические решения противодымной защиты должны обеспечить безопасную эвакуацию людей при возникновении пожара, локализацию его очага и создание условий для скорейшего тушения. Для этого необходимо в помещениях горящего здания обеспечить свободные от дыма рабочие зоны и незадымленные пути эвакуации (коридоры, лестничные клетки, лифтовые шахты). Одним из видов технических решений противодымной защиты является применение вентиляционных систем, создающих избыточное давление в объемах здания, объединяющих эвакуационные пути.

Известные методические наработки [1–3] содержат рекомендации по защите от дыма в основном многоэтажных зданий с поэтажной коридорной планировкой при различных схемах расположения лифтовых шахт и лестничных клеток. Требования норм проектирования

---

[4, 5], которым должны отвечать здания, возводимые по проектам, отвечающим современным архитектурно-технологическим решениям, подразумевают совершенствование и уточнение методологии расчета параметров вентиляции, обеспечивающей эффективную защиту от задымления помещений здания при пожаре. Современные строительные объекты разнообразны как по архитектурным решениям, так и по технологии эксплуатации зданий. Поэтому создать универсальные методики, описывающие последовательность расчетов с учетом особенностей каждого объекта, невозможно, такой подход исключается современными тенденциями развития строительной индустрии.

**1. Определение параметров противодымной вентиляции.** Система противодымной приточной вентиляции создает избыточное давление воздуха на лестничных клетках, в лифтовых шахтах, тамбур-шлюзах, компенсирует подачу воздуха в помещения с очагом возгорания, которые оборудованы противодымной вытяжной вентиляцией. Принцип действия приточной вентиляции отличается от вытяжной, что определяет некоторые особенности в определении соответствующих параметров.

Давление распределяется с наветренной и заветренной сторон фасадов здания согласно зависимостям вида [6]:

$$P_{ннj} = -gh_j(\rho_0 - \rho_{вн}) + \frac{k_{нн}^\alpha \rho_0 v^2}{2}, \quad (1)$$

$$P_{нзj} = -gh_j(\rho_0 - \rho_{вн}) + \frac{k_{нз}^\alpha \rho_0 v^2}{2}, \quad (2)$$

где  $P_{ннj}, P_{нзj}$  – перепад давления по высоте наружных стен здания с наветренной (нн) и заветренной (нз) сторон, Па;  $h_j$  – высота, измеряемая от среднего значения планировочной отметки земли до середины дверных проемов  $j$ -го этажа, м;  $\rho_0, \rho_{вн}$  – плотность воздуха снаружи и внутри помещений здания при температуре  $T_0$  и  $T_{вн}$ , кг/м<sup>3</sup>;  $v$  – скорость ветра, м/с;  $k_{нн}^\alpha, k_{нз}^\alpha$  – коэффициенты ветрового напора на наружные стены здания, с которыми направление ветра образует угол  $\alpha$ , с наветренной и заветренной сторон.

Внутри здания давление по его высоте распределяется согласно зависимости вида:

$$P_{внj} = -gh_j \cdot (\rho_0 - \rho_{вн}) + (k_{нн}^\alpha + k_{нз}^\alpha) \cdot \rho_0 v^2 / 4. \quad (3)$$

Конструктивно шахты для лестничных маршей и лифтов могут располагаться во внутреннем пространстве здания или примыкать к наружным стенам. В зависимости от расположения этих конструктивных элементов определяются параметры противодымной приточной вентиляции.

Если лестничная клетка примыкает к наружным стенам здания и имеет обособленный наружный выход, то вытекающий через этот выход массовый расход воздуха определяется из выражения [6]:

$$G_{кл1} = F_{нв} \sqrt{2\rho_{вн} \left( (P_{кл1} - ) P_{нз1} \right)}, \quad (4)$$

где  $F_{\text{нв}}$  – площадь, эквивалентная площади проемов в тамбуре для наружного выхода,  $\text{м}^2$ ;  $P_{\text{кл1}}$  – давление на лестничной клетке у наружного выхода, Па;  $P_{\text{нз1}}$  – давление, определяемое выражением (2) на уровне наружного выхода, Па.

При этом  $F_{\text{нв}}$  определяется равенством

$$F_{\text{нв}} = \frac{F_{\text{дв}}}{\sqrt{2,44n + k_c + 1}}, \quad (5)$$

где  $F_{\text{дв}}$  – площадь дверного проема,  $\text{м}^2$ ;  $n$  – количество дверных проемов до выхода наружу;  $k_c$  – коэффициент сопротивления для тамбура наружного выхода ( $k_c=0$  для прямого тамбура,  $k_c=0,99$  для тамбура прямоугольной формы,  $k_c=2,9-4,0$  для тамбура, имеющего z-образную форму).

Для лестничной клетки, находящейся на втором этаже здания, массовый расход воздуха в открытый проем определяется отношением

$$G_{\text{кл2}} = \frac{G_{\text{вых}}^{\text{д}}}{n_{\text{кл}}}, \quad (6)$$

где  $n_{\text{кл}}$  – расчетное число лестничных клеток, которые имеют выходы в один и тот же коридор одного этажа, оборудованных противодымной приточной вентиляцией; если лестничная клетка одна, то  $n_{\text{кл}}=1$ , от двух лестничных клеток  $n_{\text{кл}}=n-1$ , где  $n$  – фактическое количество клеток.

На рисунке показана схема обмена газами в коридоре этажа, на котором находится помещение с очагом возгорания. Массовый расход удаляемого дыма  $G_{\text{вых}}^{\text{д}}$  из смежных с горящим помещением одноуровневых вестибюлей и холлов определяется по формуле [1, 2]:

$$G_{\text{вых}}^{\text{д}} = kA_{\text{дв}}\sqrt{h_{\text{дв}}}, \quad (7)$$

где коэффициент  $k$  принимает значения 1,0 и 1,2 для жилых и общественных зданий соответственно;  $A_{\text{дв}}, h_{\text{дв}}$  – площадь и высота двери соответственно на выходе из коридора по пути эвакуации.

Если вестибюль, торговый зал или атриум сообщается с двумя и более уровнями, на которых расположены помещения различной площади, то для определения удаляемого массового расхода дыма при пожаре можно воспользоваться представленной в [6] зависимостью

$$G_{\text{вых}}^{\text{д}} = 0,683\sqrt{A_{\text{пр}}h_{\text{пр}}^{\frac{1}{2}}\left(z_{\text{пр}} + 2,4A_{\text{пр}}^{0,4}h_{\text{пр}}^{0,2} - 2,1h_{\text{пр}}\right) + 1,5A_{\text{пр}}\sqrt{h_{\text{пр}}}}, \quad (8)$$

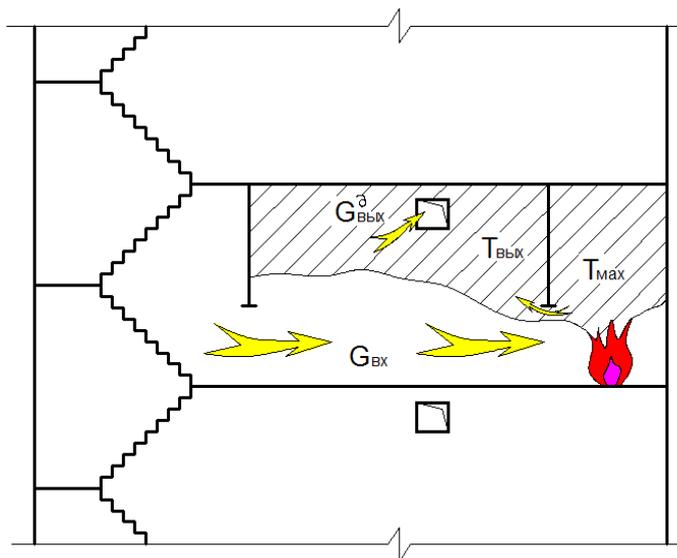
где  $A_{\text{пр}}, h_{\text{пр}}$  – площадь и высота соответственно проема помещения с очагом возгорания, смежного с защищаемым вестибюлем, торговым залом или атриумом;  $z_{\text{пр}}$  – расстояние от верха этого проема до нижней границы дымовой завесы.

Более точное определение массового расхода удаляемого дыма представлено в работе [7] из решения разрешающей системы интегральной модели пожара.

Давление  $P_{j+1}$  на  $(j+1)$ -м этаже определяется через давление  $P_j$  нижележащего этажа [6]:

$$P_{j+1} = P_j + 60\rho_{\text{вн}} v_j^2 / 2, \tag{9}$$

где  $v_j$  – скорость воздуха на лестничной клетке в уровне  $j$ -го этажа.



**Рис.** Схема обмена газами в коридоре этажа, на котором находится помещение с очагом возгорания

Аналогично массовый расход воздуха  $G_{j+1}$  на  $(j+1)$ -м этаже определяется через массовый расход воздуха  $G_j$  на  $j$ -м этаже

$$G_{j+1} = G_j + \Delta G_{j+1}^{\text{дв}}, \tag{10}$$

где  $\Delta G_{j+1}^{\text{дв}}$  – потери воздуха из-за неплотных проемов на лестничной клетке в уровне  $(j+1)$ -го этажа.

При этом скорость воздуха на лестничной клетке в уровне  $j$ -го этажа и потери воздуха из-за неплотных проемов на лестничной клетке в уровне  $(j+1)$ -го этажа определяются следующими соотношениями [6]:

$$v_j = \frac{G_j}{\rho_{\text{вн}} F_{\text{кл}}}, \tag{11}$$

$$\Delta G_{j+1}^{\text{дв}} = F_{j+1} \frac{\sqrt{\left( P_{j+1} - P_{\text{вн}(j+1)} \right) P_{\text{вн}(j+1)}}}{S_{\text{уд}}^{\text{в}}}, \tag{12}$$

где  $F_{\text{кл}}$  – площадь поперечного сечения лестничной клетки,  $\text{м}^2$ ;  $F_{j+1}$  – площадь дверей на лестничной клетке  $(j+1)$ -го этажа,  $\text{м}^2$ ;  $S_{\text{уд}}^{\text{в}}$  – удельное сопротивление прониканию воздуха через закрытую дверь,  $\text{м}^3/\text{кг}$ .

Если лестничная клетка оборудована газонепроницаемой дверью, то в формуле (12) вместо  $S_{уд}^B$  подставляют удельное сопротивление  $S_{уд}^B$  проницанию газов через закрытую дверь. Удельные сопротивления могут быть по формулам:

$$S_{уд}^D = 5 \cdot 10^4 \text{ (м}^3\text{/кг)};$$

$$S_{уд}^B = \frac{k_{дв}}{26 \rho_{вн} l_{щ}^2 \delta_{щ}^2},$$

где  $k_{дв}$  - коэффициент сопротивления щели для закрытой двери (если дверь одностворчатая, то  $k_{дв} = 4$ , если двустворчатая, то  $k_{дв} = 8,76$ ;  $l_{щ}$  - длина щели, определяемая значением периметра дверного полотна;  $\delta_{щ}$  - ширина щели, стандартное значение  $\delta_{щ} = 1,5 \cdot 10^{-3}$ .

Если на лестничной клетке в уровне  $(j+1)$ -го этажа имеется оконный проем, то потери воздуха через него определяются отношением [6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]:

$$\Delta G_{j+1}^{оп} = \frac{k_z (P_{j+1} - P_{н(j+1)})^{0,67}}{R_n}, \quad (13)$$

где  $P_{н(j+1)}$  - наружное давление по фасаду здания, вычисляемое по формуле (1) или (2) в зависимости от направления ветра, Па;  $R_n$  - сопротивление заполнений оконных проемов проницанию воздуха [8],  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ .

Окончательно общие утечки воздуха представлены суммой

$$\Delta G_{j+1} = \Delta G_{j+1} + \Delta G_{j+1}^{оп}. \quad (14)$$

Вычисления по формулам (1) – (14) проводится до лестничной клетки верхнего этажа включительно ( $j=N$ ). Следует учитывать, что избыточное давление воздуха не может быть больше предельного значения в 150 Па. Если в ходе вычислений получено значение давления, больше предельного значения, то для этой лестничной шахты на различных этажах необходимо предусмотреть распределенную подачу воздуха через канал с регулируемыми клапанами или отдельно расположенными на этажах системами противодымной приточной вентиляции. Альтернативным решением может быть конструктивное разделение лестничной шахты выше уровня рассматриваемого этажа на отдельные зоны.

Порядок расчетов не изменяется, если лестничные клетки имеют сообщения с расположенными на нижнем этаже вестибюлями или холлами, которые оборудованы своими системами противодымной приточной вентиляции. Если в такие лестничные клетки оборудованы поэтажные выходы через тамбур-шлюзы с автономными системами противодымной приточной вентиляции, то потери воздуха из-за неплотных проемов на лестничной клетке в уровне  $(j+1)$ -го этажа (12) не учитываются.

При наличии тамбур-шлюзов с автономными системами противодымной приточной вентиляции для лестничных шахт, расположенных во внутреннем пространстве здания, расход воздуха на нижнем этаже равен нулю. На втором этаже этой лестничной клетки расход воздуха определяется равенством (6) с последующим применением формул (9) – (14).

В случае, если лестничная шахта расположена в подземной части здания, то на лестничной клетке верхнего подземного этажа давление определяется равенством [6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]

$$P_{-1} = 20 + qh_{-1} (\rho_0 - \rho_{\text{вн}}), \quad (15)$$

где  $h_{-1}$  – глубина, измеряемая от среднего значения планировочной отметки земли до середины дверных проемов верхнего подземного этажа, м;  $\rho_0, \rho_{\text{вн}}$  – плотность воздуха снаружи и внутри помещений здания при температуре  $T_0$  и  $T_{\text{вн}}$  соответственно, кг/м<sup>3</sup>.

Количество воздуха, выходящего через наружный выход, определяется по зависимостям (4), (5). Дальнейший расчет давления и расхода воздуха на расположенных ниже этажах выполняется по формулам (9) – (14) без учета потери воздуха через оконный проем, определяемый отношением (13). Распределение давления по этажам подземной части определяется равенством

$$P_{-j} = qh_{-j} (\rho_0 - \rho_{\text{вн}}), \quad (16)$$

где  $h_{-j}$  – глубина, измеряемая от поверхности земли до середины дверных проемов лестничной клетки (-j)-го этажа, м.

На нижнем этаже в подземной части здания через открытые двери лестничной клетки расход воздуха определяется по формулам (6), (7). Воздух в лестничные шахты подземной части здания должна подаваться из помещений нижнего этажа. При этом на выходе из лестничной клетки нижнего этажа в вестибюль или холл необходимо оборудовать тамбур-шлюз с автономной вентиляцией. Тогда в формуле (4)  $G_{\text{кл}} = 0$ , а для определения остальных параметров используют соотношения (7), (9) – (12), (15), (16).

Аналогично можно рассмотреть последовательность расчета подачи воздуха в лифтовые шахты. На уровне первого этажа массовый расход воздуха определяется выражением (4), в котором  $F_{\text{нв}}$  – площадь, эквивалентная площади проемов дверей лифтовой шахты, м<sup>2</sup>, определяется следующим выражением [6]:

$$F_{\text{нв}} = \frac{n \cdot F_{\text{дв}}}{\sqrt{4,3 + \frac{F_{\text{к}}}{F_{\text{ш}}}}}, \quad (17)$$

где  $n$  – число кабин в лифтовой шахте;  $F_{\text{дв}}$  – площадь дверных проемов на выходе из кабины лифта, м<sup>2</sup>;  $F_{\text{к}}, F_{\text{ш}}$  – поперечное сечение лифтовой кабины и шахты, м<sup>2</sup>.

Потери воздуха из-за неплотного закрывания дверей холлов и шахт лифтов в уровне  $j$ -го этажа определяются зависимостями, аналогичными (12):

$$\Delta G_{j\text{л}} = \frac{F_{j\text{л}} \sqrt{(P_{j\text{л}} - P_{j\text{вн}})}}{S_{\text{уд}}^{\text{в}}}, \quad (18)$$

где  $F_{j\text{л}}$  – общая площадь дверей шахты лифта или холла на этаже, м<sup>2</sup>;  $P_{j\text{л}}, P_{j\text{вн}}$  – давление в шахте лифта и давление внутри помещений на  $j$ -м этаже, Па;  $S_{\text{уд}}^{\text{в}}$  – удельное сопротивление прониканию воздуха через закрытую дверь лифтового холла, м<sup>3</sup>/кг.

Так же, как в формуле (12), если холл оборудован газонепроницаемой дверью, то в формуле (6) вместо  $S_{уд}^B$  подставляют удельное сопротивление  $S_{уд}^D$  проницанию газов через закрытую дверь.

Окончательно количество воздуха, которое необходимо подавать в шахту лифта определяется следующей суммой:

$$G_{л} = G_{кпл} + \sum \Delta G_{дл}. \quad (19)$$

Для лифтовых шахт, расположенных в подземной части, расчет суммарного расхода воздуха можно производить по изложенной выше схеме, при этом распределение давления вдоль подземных этажей должно соответствовать равенству (16). Подача воздуха в подземные шахты лифтов должна производиться на самом нижнем подземном этаже. Если шахта лифта является общей для надземной и подземной частей здания, то следует обеспечить раздельную подачу воздуха в шахту с самого верхнего надземного этажа и с самого нижнего подземного этажа здания.

При пожаре в процессе удаления из помещения продуктов горения необходимо обеспечить компенсирующую подачу воздуха, объемный расход которого определяется отношениями

$$L_{об} = \frac{G_{вых}^D}{\rho_0}, \quad (20)$$

или

$$L_{об} = \frac{L_{сп}^D T_{сп}^D}{T_0}, \quad (21)$$

где  $L_{об}$  – объемный расход воздуха, подаваемого в горящее помещение, м<sup>3</sup>/с;  $G_{вых}^D$  – массовый расход удаляемых продуктов горения, кг/с;  $\rho_0$  – плотность среды до начала пожара, кг/м<sup>3</sup>;  $L_{сп}^D$  – объемный расход удаляемых продуктов горения, м<sup>3</sup>/с;  $T_{сп}^D$  – средняя температура дымового слоя, К;  $T_0$  – температура среды до начала пожара, К.

Подача воздуха может быть принудительной или естественной. Во втором случае учитываются сечения дверей наружных выходов или предусмотренные проектом приточные каналы. Расчет сечений дверей и каналов необходимо проводить с учетом их гидравлического сопротивления движению воздуха и статическим давлением вытяжной вентиляции, удаляющей дым.

**Выводы.** Для жилых и общественных зданий в соответствии с действующими нормативными требованиями пожарной безопасности разработаны методические рекомендации, регламентирующие порядок расчета параметров системы вентиляции, защищающие помещения от дыма. Предлагаемая методика может быть использована при расчете параметров противодымной вентиляции строительных сооружений закрытых автостоянок, расположенных в надземной или подземной части, складов, производственных зданий, комплексов многофункционального назначения и т.д., не имеющих регламентированных методик расчета. При этом для всех перечисленных объектов представляется целесообразным продолжить работу по совершенствованию методов расчета противодымной вентиляции, так как в ряде случаев это объекты с массовым пребыванием людей [17–20].

## Библиографический список

1. **Рекомендации к МДС 41-1.99 СНИП 2.04.05-91\*** Противодымная защита при пожаре - М.: СантехНИИпроект, 2000. - 66 с.
2. **Пособие 4.91 к СНИП 2.04.05-91.** Противодымная защита зданий и помещений.- М: Промстройпроект, 1992. - 75 с.
3. Рекомендации по расчету систем противодымной защиты зданий различного назначения. -М.: ВНИИ-ПО, 1983. - 35 с.
4. **СНИП 41-01-03.** Отопление, вентиляция и кондиционирование. М.: ГУП ЦПП, 2003. - 54 с.
5. **СНИП 23-01-99.** Строительная климатология. М.: ГУП ЦПП, 2000. - 57 с.
6. International Building Cod. / USA. ICC, 2003. - 660 с.
7. **Колодяжный, С. А.** Математическая модель для определения критического времени эвакуации при пожаре / С. А. Колодяжный, В. А. Козлов, И. И. Переславцева // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2014, - № 3 (35). - С.128-138.
8. **СНИП П-3-79\*\*.** Строительная теплотехника. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.- 32 с.
9. **Колодяжный, С. А.** Аналитический расчет основных параметров противодымной вентиляции зданий / С. А. Колодяжный, Н. В. Колосова, И. И. Переславцева // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2016. - № 1 (41). - С. 131-138.
10. **Пузач, С. В.** Модифицированная зонная модель расчета термогазодинамики пожара в помещении, учитывающая форму конвективной колонки / С. В. Пузач, С. А. Колодяжный, Н. В. Колосова // Пожаровзрывобезопасность. - 2015. - Т. 24. - № 12. - С. 33-39.
11. **Пузач, С. В.** К определению формы конвективной колонки над очагом пожара в помещении / С. В. Пузач, С. А. Колодяжный, Н. В. Колосова // Технологии техносферной безопасности. -2015. - № 6 (64). - С. 77-84.
12. **Колодяжный, С. А.** Методика расчета противодымной приточной вентиляции / Колодяжный С.А., Колосова Н.В. // Известия Юго-Западного государственного университета.- 2015. - Т. 1. - № 3 (60). - С. 46-51.
13. **Колосова, Н. В.** Теплообмен между газожидкостной смесью и охлаждающим элементом в теплообменных аппаратах / Н. В. Колосова, К. Н. Лапшина // Современные проблемы науки и образования.- 2014. - № 2. - С. 82.
14. **Spalding, D. B.** Mixing and chemical reaction in steady-state confined turbulent flames // 13 the Symp. (Int.) Combust. The Combust. Institute, Pittsburg, PA. –P. 649-657.
15. **Ruegg, H.** Fire safety engineering concerning evacuation from buildings / Ruegg H., Arvidsson T. // CFPA-E Guidelines. – Stockholm, 2009. – No. 19. – P. 45.
16. **Welch, S.** SOFIE: Simulation of Fires in Enclosures / Welch, S., Rubini P. // User Guide. United Kingdom: Cranfield University. – 1996. – 340 p.
17. **Мелькумов, В. Н.** Математическое моделирование воздушных потоков в помещениях больших объемов / В. Н. Мелькумов, А. В. Лобода, С. В. Чуйкин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2014. № 2 (34). С. 11-18.
18. **Melkumov, V. N.** Conformal mapping in mathematical modelling of air flows in remises / V.N. Melkumov, S. V. Chuikin, K. A. Sklyarov, A.I. Kolosov // Indian Journal of Science and Technology. - 2016. - Т. 9. - № 18.
19. **Кузнецов, С. Н.** Математическая модель распространения дымовых газов на путях эвакуации / С. Н. Кузнецов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2013. – №3(31). – С. 114-120.
20. **Плаксина, Е. В.** Характерные особенности организации систем отопления и вентиляции в общественных помещениях / Е. В. Плаксина, Е.О. Кшевевская, Е. А. Лавлинская // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2016. – №3 (20). – С. 77-83.

## References

1. **Rekomendacii k MDS 41-1.99 SNIp 2.04.05-91\*** Protivodymnaja zashhita pri pozhare - M.: SantehNIIProekt, 2000. - 66 s.
2. **Posobie 4.91 k SNIp 2.04.05-91.** Protivodymnaja zashhita zdaniy i pomeshhenij.- M: Promstrojproekt, 1992. - 75 s.
3. Rekomendacii po raschetu sistem protivodymnoj zashhity zdaniy razlichnogo naznachenija. -M.: VNIIP-PO, 1983. - 35 s.
4. **SNIp 41-01-03.** Otoplenie, ventiljacija i kondicionirovanie. M.: GUP CPP, 2003. - 54 s.
5. **SNIp 23-01-99.** Stroitel'naja klimatologija. M.: GUP CPP, 2000. - 57 s.
6. International Building Cod. / USA. ICC, 2003. - 660 с.
7. **Kolodjazhnyj, S. A.** Matematicheskaja model' dlja opredelenija kriticheskogo vremeni jevakuacii pri pozhare / S. A. Kolodjazhnyj, V. A. Kozlov, I. I. Pereslavceva // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2014, - № 3 (35). - S.128-138.

8. **SNiP II-3-79\*\***. Stroitel'naja teplotekhnika. M.: CИTP Gosstroja SSSR, 1986.- 32 s.
9. **Kolodjazhnyj, S. A.** Analiticheskij raschet osnovnyh parametrov protivodymnoj ventiljacii zdanij / S. A. Kolodjazhnyj, N. V. Kolosova, I. I. Pereslavceva // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2016. - № 1 (41). - S. 131-138.
10. **Puzach, S. V.** Modificirovannaja zonnaja model' rascheta termogazodinamiki požara v pomeshhenii, uchityvajushhaja formu konvektivnoj kolonki / S. V. Puzach, S. A. Kolodjazhnyj, N. V. Kolosova // Pozharovzryvo-bezopasnost'. - 2015. - T. 24. - № 12. - S. 33-39.
11. **Puzach, S. V.** K opredeleniju formy konvektivnoj kolonki nad ochagom požara v pomeshhenii / S. V. Puzach, S. A. Kolodjazhnyj, N. V. Kolosova // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. -2015. - № 6 (64). - S. 77-84.
12. **Kolodjazhnyj, S. A.** Metodika rascheta protivodymnoj pritochnoj ventiljacii / Kolodjazhnyj S.A., Kolosova N.V. // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta.- 2015. - T. 1. - № 3 (60). - S. 46-51.
13. **Kolosova, N. V.** Teploobmen mezhdru gazozhidkostnoj smes'ju i ohlazhdajushhim jelementom v teploobmennyyh apparatah / N. V. Kolosova, K. N. Lapshina // Sovremennyye problemy nauki i obrazovanija.- 2014. - № 2. - S. 82.
14. **Spalding, D. B.** Mixing and chemical reaction in steady-state confined turbulent flames // 13 the Symp. (Int.) Combust. The Combust. Institute, Pittsburg, PA. -P. 649-657.
15. **Ruegg, H.** Fire safety engineering concerning evacuation from buildings / Ruegg H., Arvidsson T. // CFPAGE Guidelines. - Stockholm, 2009. - No. 19. - P. 45.
16. **Welch, S.** SOFIE: Simulation of Fires in Enclosures / Welch, S., Rubini P. // User Guide. United Kingdom: Cranfield University. - 1996. - 340 p.
17. **Mel'kumov, V. N.** Matematicheskoe modelirovanie vozdušnyh potokov v pomeshhenijah bol'shih ob'emov / V. N. Mel'kumov, A. V. Loboda, S. V. Chujkin // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. 2014. № 2 (34). S. 11-18.
18. **Melkumov, V. N.** Conformal mapping in mathematical modelling of air flows in remises / V.N. Melkumov, S. V. Chuikin, K. A. Sklyarov, A.I. Kolosov // Indian Journal of Science and Technology. - 2016. - T. 9. - № 18.
19. **Kuznecov, S. N.** Matematicheskaja model' rasprostranenija dymovyh gazov na putjah jevakuacii / S. N. Kuznecov // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2013. - №3(31). - S. 114-120.
20. **Plaksina, E. V.** Harakternyye osobennosti organizacii sistem otopenija i ventiljacii v obshhestvennyh pomeshhenijah / E. V. Plaksina, E.O. Kshevinskaja, E. A. Lavlinskaja // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernyye sistemy i sooruzhenija. - 2016. - №3 (20). - S. 77-83.

## CALCULATION OF ANTISMOKE VENTILATION OF ROOMS OF MULTIPURPOSE APPOINTMENT

S. A. Kolodyazhny, N. V. Kolosova

---

*Voronezh State Technical University*

*S. A. Kolodyazhny, PhD. in Engineering, Prof., of Department of Fire and Industrial Safety  
Russia, Voronezh, tel.: +7 (473) 221-09-19 of rector@vorstu.ru*

*N. V. Kolosova, senior teacher of Heat and Gas Supply and oil and gas business  
Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-53-21, e-mail: teplosnab\_kaf@vgasu.vrn.ru*

---

**Statement of the problem.** The existing decisions by calculation of antismoke ventilation carry generally for multi-storey buildings with the floor-by-floor corridor layout in case of various schemes of an arrangement of lift mines and staircases. Again built buildings answering to modern architectural technology solutions imply enhancement and refining of methodology of calculation of parameters of the ventilation providing effective protection against smoke of rooms of the building in case of the fire.

**Results.** The methodical recommendations regulating a procedure of payments of parameters of system of ventilation, protecting rooms from smoke are developed for residential and public buildings according to the existing standard requirements of fire safety.

**Conclusions.** The offered technique can be used when calculating parameters of antismoke ventilation of construction constructions of the closed car parks located in an elevated or underground part, warehouses, process buildings, complexes of multipurpose appointment, etc. which don't have the regulated calculation procedures.

**Keywords:** antismoke ventilation, excessive pressure, mass expense and speed of movement of air.

УДК 621.039:697.34

**ТЕПЛОФИЗИКА РЕАКТОРОВ**

Е. В. Плаксина, Е. О. Благовестная

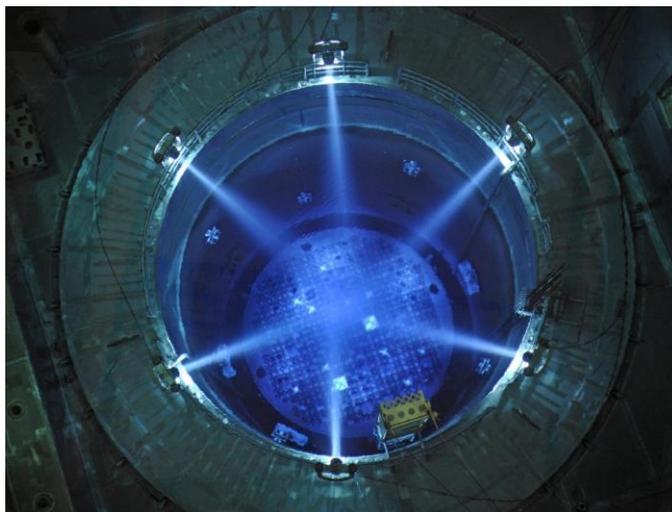
*Воронежский государственный технический университет**Е. В. Плаксина, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (473)271-53-21, e-mail: plaksina@vgasu.vrn.ru**Е. О. Благовестная, магистрант кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: katek123@inbox.ru*

**Постановка задачи.** Ядерный реактор представляет собой теплообменный аппарат или котел с ядерным источником тепла. Его отличительная особенность заключается в практически не ограниченном количестве тепловой энергии, которая может выделяться в процессе деления ядер урана. Одной из проблем при изучении, проектировании и эксплуатации ядерных реакторов является обеспечение условий эффективного теплосъема с активной зоны. Изучению данного вопроса и посвящается данная статья.

**Результаты и выводы.** Тепловой режим реактора определяет его мощность, энергонапряженность активной зоны. В статье рассмотрены факторы и зависимости, влияющие на интенсивность теплосъема в активной зоне реактора и затрат мощности на прокачку теплоносителя.

**Ключевые слова:** ядерный реактор, теплофизика, теплосъем

**Введение.** Конструкция реактора обосновывается нейтронно-физическим, тепло-гидравлическим и прочностным расчетами, анализом аварийных ситуаций и надежности, технико-экономическими расчетами (см. рис.). В основе этих расчетов лежат математические модели, при разработке которых используется как фундаментальные физические законы, так и данные экспериментов. Важность экспериментальных данных обусловлена сложностью протекающих в реакторе физических процессов, необходимостью делать допущения при составлении математических моделей. Исследования в области теплофизики реактора заключаются в изучении законов теплопередачи в реакторе и в определении факторов, влияющих на ее интенсивность. Важность изучения теплообмена в реакторах обусловлена тем, что в них реализуются тепловые потоки на один и более порядков выше, чем в обычных теплообменных установках [1, 2, 6, 8, 9].



**Рис.** Ядерный реактор

Теплопередача в ядерных реакторах осуществляется теплопроводностью, конвекцией и излучением. Отличительной особенностью теплообмена в реакторе являются: наличие внутренних источников тепла, высокие значения удельных тепловых потоков и развитая теплопередающая поверхность. К особенностям теплообмена следует также отнести наличие разветвленной системы охлаждения реактора, представляющей собой совокупность параллельных и последовательных трактов, имеющих, как правило, сложную форму поперечного сечения каналов охлаждения [3, 4, 5, 7].

В настоящее время накоплен значительный экспериментальный материал для определения параметров конвективного теплообмена для наиболее характерных форм каналов охлаждения. Следует отметить, что в ряде случаев оказывается допустимым использовать для определения чисел Нуссельта и Рейнольдса, критериальные уравнения течения жидкости для круглой трубы.

Решение проблемы эффективного теплосъема в реакторе во многом зависит от правильного выбора теплоносителя. К теплоносителям предъявляются следующие требования:

1. Должны обеспечиваться высокие удельные тепловые потоки при малых разностях температур теплопередающей стенки и теплоносителя, малых затратах энергии на прокачку и невысоком избыточном давлении в реакторе.
2. Теплофизические свойства теплоносителя должны быть стабильными в рабочем интервале температур и давлений.
3. Должны обладать невысокой химической и эрозийной активностью по отношению к конструкционным материалам.
4. Должны иметь малые сечения поглощения нейтронов (для первого контура теплоносителя).
5. Теплоноситель должен быть доступным, дешевым, безопасным при эксплуатации.

**1. Интенсивность теплосъема.** Интенсивность теплосъема и затраты энергии на прокачку теплоносителя определяются его теплофизическими свойствами: плотностью  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>; удельной теплоемкостью  $C_p$ , Дж/(кг·К); коэффициентом теплопроводности  $\lambda$ , Вт/(м·К); кинематической вязкостью  $\nu$ , м<sup>2</sup>/с; динамической вязкостью  $\mu = \rho\nu$ , кг/(м·с); температурой кипения  $T_s$ , К; давлением насыщенного пара  $p_s$ , Па и др.

Из уравнения количества тепла  $N_m$ , переданного теплоносителю в единицу времени

$$N_m = G_m (C_{p2}T_2 - C_{p1}T_1), \quad (1)$$

где  $G_m$  – массовый расход теплоносителя;  $C_{p1}$  и  $C_{p2}$  – теплоемкости теплоносителя на входе и выходе при температурах  $T_1$  и  $T_2$ . Для получения наименьшей разности температур на входе и выходе необходимо иметь большие значения  $C_p$ .

Из уравнения плотности теплового потока

$$q = \alpha(T_T - T_{CT}), \quad (2)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи;  $T_T$  и  $T_{CT}$  – температуры теплоносителя и стенки. Для увеличения  $q$  необходимо иметь большие значения  $\alpha$ . Коэффициент теплоотдачи в общем случае является функцией формы и размеров теплопередающей поверхности, режима течения, скорости и температуры теплоносителя, теплофизических свойств теплоносителя. Из критериального уравнения вида

$$Nu = c_1 Re_e^m Pr^n, \quad (3)$$

$$Nu = \alpha d / \lambda, \quad Re = wd / \nu, \quad Pr = \mu C_p / \lambda, \quad (4)$$

где  $Nu$ ,  $Re$ ,  $Pr$  – числа Нуссельта, Рейнольдса и Прандтля;  $d$  – характерный геометрический размер;  $w$  – скорость теплоносителя;  $c_1$ ,  $m$  и  $n$  – постоянные, следует выражение

$$\alpha \approx \lambda^{1-n} \rho^m \mu^{-(m-n)} C_p^n. \quad (5)$$

Из формулы (5) видно, что большим значениям  $\alpha$  соответствуют высокие значения коэффициента теплопроводности, плотности, теплоемкости, в связи с этим увеличение данных показателей приводит к росту интенсивности теплосъёма.

**2. Затраты мощности на прокачку теплоносителя.** Затраты мощности на прокачку теплоносителя определяются гидравлическим сопротивлением трактов теплообменного аппарата. Гидравлическое сопротивление трения для установившегося потока в трубе определяется формулой

$$\Delta P = \xi \frac{l}{d} \frac{\rho w^2}{2}, \quad (6)$$

где  $l$  – длина канала (трубы),  $d$  – гидравлический диаметр,  $\xi$  – коэффициент сопротивления трения. При турбулентном течении

$$\xi = \frac{C}{Re^n}. \quad (7)$$

Подставляя формулу (7) в (6), запишем выражение:

$$\Delta P \approx \rho^{1-n} \mu^n. \quad (8)$$

Из формулы (8) следует, что затраты мощности при прокачке теплоносителя уменьшаются с уменьшением вязкости и плотности.

Достаточно хорошим по своим теплофизическим свойствам теплоносителем является вода. По сравнению с другими теплоносителями на прокачку воды требуются меньшие затраты мощности. Вода слабо поглощает нейтроны и является хорошим замедлителем, в качестве которого она используется в водо-водяных реакторах. В существующих энергетических реакторах и установках вода занимает доминирующее положение как теплоноситель.

**Выводы.** В данной работе видно, что большим показателям  $\alpha$  соответствуют высокие значения коэффициента теплопроводности, плотности и теплоёмкости, из этого следует, что увеличение данных показателей приводит к росту интенсивности теплосъёма.

Также было доказано что затраты мощности при прокачке воды, по сравнению с другими теплоносителями, меньше, а значит вода является лучшим теплоносителем по всем теплофизическим свойствам [10–17].

## Библиографический список

1. **Мирам, О.** Теплоснабжение от атомных источников / О. Мирам // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2010. – №7(103). – С.48-49.
2. **Aminov, R. Z.** Safety assessment of a nuclear power plant with gas-turbine back-up for internal needs / R.Z. Aminov, V.T. Beresh // Atomic Energy. – 2004. – №6(96). – С.434-438.
3. **Sokolov, A. S.** Numerical simulation of the thermal conditions in a sea bay water area used for ater supply to nuclear power plants / A.S. Sokolov // Power Technology and Engineering. – 2013. – №2(47). – С.139-142.
4. **Бочаров, В. Л.** Влияние атомных тепло- и электростанций на геологическую среду (Центрально-черноземный экономический район) / В. Л. Бочаров, А. Я. Смирнова, М. Н. Бугреева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 1996. – №1. – С.165-171.
5. **Мелькумов, В. Н.** Задача поиска оптимальной структуры тепловых сетей / В.Н. Мелькумов, И. С. Кузнецов, В.Н. Кобелев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – №2. – С. 37-42.
6. **Мелькумов, В. Н.** Пожарная безопасность взрывоопасных помещений / В. Н. Мелькумов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2008. – №2. – С.178-183.
7. **Мелькумов, В. Н.** Конструкции реакторов атомных станций / В. Н. Мелькумов, С. В. Чуйкин, К. А. Скляр, С. Г. Тульская // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. - 2016. - № 3(4). – С.14-23.
8. **Мелькумов, В. Н.** Моделирование структуры инженерных сетей при территориальном планировании города / В. Н. Мелькумов, С. В. Чуйкин, А. М. Папшицкий, К. А. Скляр // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2015. – № 2(38). – С.41-48.
9. **McDonald, C. F.** Mobile hybrid (nuclear/oil fired) gas turbine cogeneration power plant concept / C.F. McDonald // Applied Thermal Engineering. – 1998. – № 6(18). – С.353-368.
10. **Мелькумов, В. Н.** Экологическая безопасность и технико-экономическая эффективность предприятий по сжиганию твердых бытовых отходов городов / В. Н. Мелькумов, О. А. Сотникова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – №4. – С.167-181.
11. **Чуйкин, С. В.** Атомные станции энергоснабжения / С. В. Чуйкин, С.Г. Тульская, Е. В. Плаксина, Д. А. Снисарь // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. - 2016. - № 2(3). – С.13-25.
12. **Мелькумов, В. Н.** Централизованное теплоснабжение от атомных станций / В. Н. Мелькумов, С. В. Чуйкин, А. И. Колосов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2016. – №2. – С. 40-47.
13. **Колосов, А. И.** Реструктуризация городских систем газоснабжения / А. И. Колосов, М. Я. Панов // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2014. - 4 (17). – С. 18-25.
14. **Манзарханова, Л. М.** Применение эксергетического метода в исследовании процессов протекающих в тепловом пункте / Л. М. Манзарханова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2014. - 4 (17). – С. 56-60.
15. **Яременко, С. А.** Пожарная безопасность объектов строительства в Российской Федерации / С. А. Яременко, И. И. Переславцева, Д.В. Извеков // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2014. - 4 (17). – С. 110-114.
16. Эффект Вавилова- Черенкова в ядерных реакторах [Электронный ресурс] // ekabu.ru. – Режим доступа: <http://ekabu.ru/hitech/111506-effekt-vavilova-cherenkova-v-yadernyh-reaktorah.html>
17. **Панов, М. Я.** Структурная оптимизация городских систем газоснабжения по критерию оптимальных положений регуляторных пунктов / М. Я. Панов, Ю. В. Суворова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2012. - № 4 (9). - С. 10-22.

## References

1. **Miram, O.** Teplosnabzhenie ot atomnyh istochnikov / O. Miram // Santehnika, oto-plenie, kondicionirovanie. – 2010. – №7(103). – S.48-49.
2. **Aminov, R.Z.** Safety assessment of a nuclear power plant with gas-turbine back-up for in-ternal needs / R.Z. Aminov, V.T. Beresh // Atomic Energy. – 2004. – №6(96). – S.434-438.
3. **Sokolov, A.S.** Numerical simulation of the thermal conditions in a sea bay water area used for ater supply to nuclear power plants / A.S. Sokolov // Power Technology and Engineering. – 2013. – №2(47). – S.139-142.
4. **Mel'kumov, V.N.** Konstrukcii reaktorov atomnyh stancij / V. N. Mel'kumov, S. V. Chujkin, K. A. Skljarov, S. G. Tul'skaja // Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii. 2016. - №3(4). – S.14-23.

5. **Bocharov, V.L.** Vlijanie atomnyh teplo- i jelektrostantsij na geologicheskiju sredu (Central'no-chernozemnyj jekonomicheskij rajon) / V.L. Bocharov, A.Ja. Smirnova, M.N. Bug-reeva // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geologija. – 1996. – №1. – S.165-171.
6. **Mel'kumov, V.N.** Zadacha poiska optimal'noj struktury teplovyh setej / V.N. Mel'kumov, I.S. Kuznecov, V.N. Kobelev // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2011. – №2. – S. 37-42.
7. **Mel'kumov, V.N.** Pozharnaja bezopasnost' vzryvoopasnyh pomeshhenij / V.N. Mel'-kumov // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2008. – №2. – S.178-183
8. **Mel'kumov, V.N.** Modelirovanie struktury inzhenernyh setej pri territorial'-nom planirovanii goroda / V.N. Mel'kumov, S.V. Chujkin, A.M. Papshickij, K.A. Skljarov // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2015. – №2(38). – S.41-48.
9. **McDonald, C.F.** Mobile hybrid (nuclear/oil fired) gas turbine cogeneration power plant concept / C.F. McDonald // Applied Thermal Engineering. – 1998. – №6(18). – S.353-368.
10. **Mel'kumov, V.N.** Jekologicheskaja bezopasnost' i tehniko-jekonomicheskaja jeffek-tivnost' predpriyatij po szhiganiju tverdyh bytovykh othodov gorodov / V.N. Mel'kumov, O.A. Sotnikova // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2011. – №4. – S.167-181.
11. **Chujkin, S. V.** Atomnye stancii jenergosnabzhenija / S.V. Chujkin, S.G. Tul'skaja, E.V. Plaksina, D.A. Snisar' // Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii. 2016. - №2(3). – S.13-25.
12. **Mel'kumov, V. N.** Centralizovannoe teplosnabzhenie ot atomnyh stancij / V. N. Mel'kumov, S. V. Chujkin, A. I. Kolosov // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2016. – №2. – S. 40-47.
13. **Kolosov, A.I.** Restrukturizacija gorodskih sistem gazosnabzhenija / A.I. Kolosov, M.Ja. Panov // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. 2014. - 4 (17). – S. 18-25.
14. **Manzarhanova, L.M.** Primenenie jeksergeticheskogo metoda v issledovanii processov protekajushhijh v teplovom punkte / L.M. Manzarhanova // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. 2014. - 4 (17). – S. 56-
15. **Jaremenko, S.A.** Pozharnaja bezopasnost' ob'ektov stroitel'stva v rossijskoj fe-deracii / S.A. Jaremenko, I.I. Pereslavceva, D.V. Izvekov // Nauchnyj zhurnal. Inzhener-nye sistemy i sooruzhenija. 2014. - 4 (17). – S. 110-114.
16. Effect Cerenkov in nuclear reactors [Electronic resource] // ekabu.ru/ - Access: <http://ekabu.ru/hitech/111506-effekt-vavilova-cherenkova-v-yadernyh-reaktorah.html>
17. **Panov, M. Ja.** Strukturnaja optimizacija gorodskih sistem gazosnabzhenija po kriteriju optimal'nyh polozhenij reguljatornyh punktov / M. Ja. Panov, Ju. V. Suvorova // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. - 2012. - № 4 (9). - S. 10-22.

## THERMAL PHYSICS REACTOR

E. V. Plaksina, E. O. Blagovestnaya

---

*Voronezh State Technical University*

*E. V. Plaksina, senior teacher of Heat and Gas Supply and oil and gas business*

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

*E. O. Blagovestnaya, master of Heat and Gas Supply and oil and gas business*

*Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-53-21, e-mail: katek123@inbox.ru*

---

**Statement of the problem.** nuclear reactor is a heat exchanger or boiler nuclear heat source. Its distinctive feature is almost ograblennom amount of thermal energy that can be released during the fission of uranium nuclei. One of the problems in the study, design and operation of nuclear reactors is to ensure conditions for effective heat removal from the reactor core. The study of this issue and is dedicated to this article.

**Results and conclusions.** Heat reaktora mode determines its capacity, power density of active zony. The article describes the factors and dependencies that affect the intensity of the heat takeoff in the reactor core and power costs for pumping coolant.

**Keywords:** nuclear reactor, thermal physics, heat removal

УДК 621.182

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО И ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ОТОПЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Е. М. Бобрешов

---

*Воронежский государственный технический университет*

*Е. М. Бобрешов, магистрант кафедры жилищно-коммунального хозяйства*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: bobreshov342@yandex.ru*

---

**Постановка задачи.** Запасы природного газа ограничены, в связи с этим ведется огромная работа по выявлению либо нового ресурса, либо усовершенствование менее экономичных, но не менее эффективных.

**Результаты.** С ростом цен на природный газ увеличиваются тарифы на централизованное тепло, переход на децентрализованное отопление многоквартирных домов становится наиболее актуальным выходом из этой сложной ситуации.

**Выводы.** После проведения сравнительного анализа экономических показателей централизованного и децентрализованного отопления, значительную выгоду можно достичь путем отказа от много протяженных теплотрасс и установки газового или электрического котла.

**Ключевые слова:** централизованное, децентрализованное, возобновляемые источники энергии, отопление, электроэнергия, газовый котел, электродкотел.

**Введение.** В повседневной жизни главным топливным ресурсом, безусловно, является газ. Но, ни для кого не секрет, что запасы природного газа ограничены, в связи с этим ведется огромная работа по выявлению либо нового ресурса, либо усовершенствование менее экономичных, но не менее эффективных [5, 7, 8, 13].

Одним из таких энергоносителей является выработка электроэнергии. Этим вопросом уже достаточно давно занимаются небольшие страны, такие как Норвегия, Финляндия, в которых климат не менее суровый, чем в России. Но, конечно стоит отметить, технологии, используемые в этих странах, далеко не везде пригодятся в нашей стране. Рельеф местности, движение подземных вод, сила и направление ветра способствует вырабатывать электроэнергию без каких-либо постоянных вложений; энергия вырабатывается из возобновляемых источников, таких, как гидроэлектростанции, приливные и ветровые электростанции и даже от АЭС (условно можно сказать, что атомное топливо – это тоже возобновляемый источник энергии, так как его теплотворная способность довольно огромная). Такое использование электроэнергии – это абсолютно экологически чистый вид энергетики для отопления.

Электричество как энергоноситель имеет ряд преимуществ: малые потери на передаче до потребителя, быстрый переход электроэнергии в тепло, и самое главное – электричество экологически безопасно. Данный вид энергии мог бы решить ряд вопросов, связанных с жилищно-коммунальным хозяйством, промышленной тепловой энергетикой, тем более большое количество оборудования было установлено в СССР и требует замены, к примеру: газовые котлы и водонагреватели, старые теплосети и тепловые пункты.

В Российской Федерации энергосбережение является высшим пунктом энергетической политики, но вместе с тем Энергонадзор не рассматривает электроэнергию как возможный источник тепла. Исходя из этого, человек, желающий перейти на отопление с помощью

---

электроэнергии, сталкивается с огромными трудностями. В первую очередь – доказательство Энергонадзору, что у него нет возможности использовать другой энергоноситель или, что при этом будет большая экономия условного топлива и средств соответственно. Наше правительство нуждается в структуре, которая будет регулировать использование электроэнергии для отопления в регионах, где это необходимо.

**1. Использование централизованного отопления.** Попробуем рассмотреть на примере Воронежской области. В определенной местности, для отопления 3-х этажного дома используется централизованное теплоснабжение. Но, исходя из долгого срока эксплуатации, теплосети теряют эффективность и прочность – необходим ремонт теплосети, а в дальнейшем замена на новую сеть.

При рассмотрении всех возможных вариантов отопления будем учитывать в первую очередь жизненный фактор и платежеспособность населения в различных случаях энергопотребления. Сравним экономичность и эффективность использования газа и электричества.

Рассмотрим такой вариант, как отказ от централизованного теплоснабжения переход на индивидуальное, то есть использование:

- а) газовый котел;
- б) электрический котел.

Общие данные:

- общая площадь здания (жилая + нежилая) - 3000 м<sup>2</sup>;
- объем здания по наружному обмеру 12000 м<sup>3</sup>;
- количество квартир в доме – 79;
- средняя площадь 1 квартиры – 38 м<sup>2</sup>;
- тепловая нагрузка здания – 182160 Вт.

На данный момент мы имеем следующие данные по поселку ВНИИСС Воронежской области (на 2 квартал 2016 года): норматив потребления коммунальной услуги по отоплению в жилых помещениях (Гкал на 1 м<sup>2</sup> общей площади всех жилых и нежилых помещений в многоквартирном доме или жилого дома в месяц) составляет 0,031 Гкал/м<sup>2</sup> для 3-х этажного дома. Оплата за 1 Гкал/месяц по данным теплоснабжающей организации составляет 2222,38 руб. Исходя из этого, для отопления квартиры средней площадью 38 м<sup>2</sup>, потребитель должен в месяц платить, независимо от температуры наружного воздуха:

$$38 \cdot 0,031 \cdot 2222,38 = 2617,96 \approx 2618 \text{ руб / месяц}$$

**2. Альтернативные способы отопления путем децентрализации систем.** Рассмотрим вариант с использованием настенного газового котла. Котел в квартиру подбирается согласно условиям, что на 10 м<sup>2</sup> площади помещения приходится примерно 1 кВт нагрузки. Далее принимаем, что расход газа в среднем на 1 кВт мощности составляет 0,112 м<sup>3</sup>/ч. На обогрев квартиры площадью 38 м<sup>2</sup> требуется мощность 4 кВт. Квартира имеет 2 наружные стены, двойное остекление, стены имеют плохую теплоизоляцию. Подбираем навесной котел номинальной мощностью 5 кВт. Соответственно в час расход газа составит 0,56 м<sup>3</sup>/ч.

Если система отопления спроектирована и смонтирована правильно и дом лишен излишних теплопотерь, то в холодный период года газовый котел будет включать горелку на время порядка 14 часов в сутки. Получается, в сутки котел будет расходовать:

$$14 \cdot 0,56 = 7,84 \text{ м}^3 / \text{сутки.}$$

Следовательно, в месяц:

$$7,84 \cdot 30 = 235,2 \text{ м}^3 / \text{месяц.}$$

По тарифу цена за 1 м<sup>3</sup> газа составляет 5,13 руб.

Итого, потребитель в месяц в среднем будет платить:

$$235,2 \cdot 5,13 = 1206,6 \text{ руб.}$$

Это значительно меньше, чем при централизованном теплоснабжении. Но нельзя не учитывать тот фактор, что сейчас чтобы перейти на индивидуальное газовое отопление, необходимо заплатить порядка 200 тыс. руб.

В среднем затраты на оборудование и установку окупятся не менее чем через 8 лет. Причем к тому времени, никто не знает, что из себя будут представлять энергоресурсы, и сколько все это будет стоить.

Одним из единственных и, скорее всего, наиболее стабильным видом энергии является электричество. Для человека, проживающего в частном доме или квартире, использование электричества для отопления не является приоритетным. На нашем примере рассмотрим и сравним, какие затраты ждут потребителя, использовавшего электричество для систем отопления.

Для монтажа электрочла необходим ряд работ по прокладке проводки, так как даже современные электросети многоквартирных домов не рассчитаны на такую мощность, в противном случае придется ждать всего рода замыканий и перебойной работы оборудования.

Стоимость монтажных работ по установке отопительного оборудования выльется примерно в ту же стоимость, как и при газовом отоплении, но стоимость прокладки сетей газа и электричества разнятся примерно в 10 раз.

Расход электроэнергии, а соответственно и стоимость за пользование будут зависеть от многих факторов. Чтобы сэкономить на электроэнергии, можно использовать одновременно с котлом двух- или многотарифный счетчик плюс накопительный бак. Аппарат не будет работать круглые сутки по сигналу термостата, а во время «ночной зоны» (с 23:00 до 7:00) электрический котел интенсивно будет греть воду в баке-термосе, поддерживая комфортную температуру в доме. Днем же котел выключен, кроме периода сильных морозов. Трехтарифные счетчики разделяют сутки на такие временные зоны: - пиковая; - полупиковая; - ночная.

Для отопления будем рассматривать энергосберегающий котел авиационного завода. Для площади 40 м<sup>2</sup> подойдет электрочотел модели 1/2, рассчитан для отопления 40 м<sup>2</sup>. Напряжение 220 Вт, что не заставляет жителя выполнять работы по замене проводки. Максимальная потребляемая мощность 2 кВт, регулируется от 0,5-2 кВт. Стоимость 13 000 рублей, что также значительно ниже стоимости современных газовых котлов.

Рассчитаем потребление электричества и затраты на отопление квартиры. Среднее потребление электроэнергии в сутки 7 кВт по данным завода изготовителя. В месяц потребление составит 210 кВт. По тарифам ТНС, 1 кВт электроэнергии стоит 3,23 руб.

При правильном монтаже электрочла, автоматики и самой системы отопления, в месяц потребитель должен будет в среднем платить:

$$210 \cdot 3,23 = 678,3 \text{ руб / месяц,}$$

что практически в 2 раза ниже стоимости при газовом отоплении.

Срок окупаемости составит примерно от 1 до 2 лет.

Энергосбережение и экономия средств будет также в основном заключаться в утеплении наружных ограждений, в противном случае новое оборудование будет работать менее эффективно и срок окупаемости увеличится в несколько раз [1, 2, 4, 11, 12].

**Выводы.** Из выше изложенного мы видим, что газ дорожает и по-прежнему требует массовых затрат, но все также эффективен. При таком росте цены и сокращении запасов природного газа многие страны находят не менее эффективные аналоги, причем в некоторых

странах электричество обходится им за «копейки». В нашей газодобывающей стране стоимость за кубометр газа заставляет задуматься в надобности этого продукта, поэтому неслучайно люди переходят на различные виды энергии, в том числе на электричество [3, 6, 9, 10].

#### Библиографический список

1. **Булгаков, С. Н.** Централизация или децентрализация систем теплоснабжения: проблемы выбора / С. Н. Булгаков, С. А. Чистович, В. К. Аверьянов // Пром. и гражд. стр-во. - 1998. - N 3. - С.20-21.
2. **Полосин, И. И.** Прогнозирование предотвращенного экологического ущерба ресурсам внутригородских водоемов при охране атмосферного воздуха/ И. И. Полосин, С. А. Яременко, Р. Ю. Черных, Т. Ю. Данилова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2011.- № 2. - С. 9-16.
3. **Переславцева, И. И.** Натурные исследования движения людского потока по основным участкам эвакуационных путей зданий и сооружений / И. И. Переславцева, С. А. Яременко // Строительство и реконструкция. - 2015. - № 1 (57). - С. 91-99.
4. **Жерлыкина, М. Н.** Исследование микроклимата производственных помещений при складировании и транспортировке сахара-сырца / М. Н. Жерлыкина, С. В. Чуйкин // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2010. - № 1. - С. 57-61.
5. **Новосельцев, Б. П.** Конструирование квартирной системы отопления с диаметральной расположением вертикальных подающих и обратных стояков / Б. П. Новосельцев, Е. В. Плаксина // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2011. - № 1. - С. 24-28.
6. **Булыгина, С. Г.** Разработка критериев для обоснования выбора схем и параметров систем централизованного теплоснабжения / С. Г. Булыгина // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2011. - № 1. - С. 9-16.
7. **Чудинов, Д. М.** Разработка алгоритма обоснования структуры энергокомплекса на базе возобновляемых источников энергии / Д. М. Чудинов, К. Н. Сотникова, М. Ю. Морозов, С. В. Чуйкин // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2009. - № 1. - С. 147-154.
8. **Плаксина Е. В.** Характерные особенности организации систем отопления и вентиляции в общественных помещениях / Е.В. Плаксина, Е.О. Кшевинская, Е.А. Лавлинская // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2016. - №3 (20). - С. 77-83.
9. **Сотникова, О. А.** Моделирование распределения трехмерных стационарных воздушных потоков в помещении / О.А. Сотникова, И.С. Кузнецов, Л.Ю. Гусева // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2007. - Т. 3. - № 6. - С. 121-123.
10. **Сотникова, О. А.** Моделирование теплоступлений от оборудования тепловой обработки продуктов в производственных помещениях ресторанных комплексов / О. А. Сотникова, С. Г. Тульская, Л. А. Куцев / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 3 (31). - С. 32-40.
11. **Петрикеева, Н. А.** Оптимизация систем теплоснабжения зданий с использованием возобновляемых источников энергии/ Н. А. Петрикеева, Л. В. Березкина // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2010. - № 2. - С. 128-132.
12. **Мелькумов, В. Н.** Задача поиска оптимальной структуры тепловых сетей / В.Н. Мелькумов, И.С. Кузнецов, В.Н. Кобелев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2011. - №2. - С. 37-42.
13. **Мелькумов, В. Н.** Централизованное теплоснабжение от атомных станций / В. Н. Мелькумов, С. В. Чуйкин, А. И. Колосов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2016. - № 2. - С. 40-47.

#### References

1. **Bulgakov, S. N.** Centralizacija ili decentralizacija sistem teplosnabzhenija: problemy vybora / S. N. Bulgakov, S. A. Chistovich, V. K. Aver'janov // Prom. i grazhd. str-vo. - 1998. - N 3. - S.20-21.
2. **Polosin, I. I.** Prognozirovanie predotvrashhennogo jekologicheskogo ushherba resursam vnutrigorod-skih vodoemov pri ohrane atmosfernogo vozduha/ I. I. Polosin, S. A. Jaremenko, R. Ju. Chernyh, T. Ju. Danilova // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. - 2011.- № 2. - S. 9-16.

3. **Pereslavceva, I. I.** Naturnye issledovanija dvizhenija ljudskogo potoka po osnovnym uchastkam jeva-kuacionnyh putej zdaniy i sooruzhenij / I. I. Pereslavceva, S. A. Jaremenko // Stroitel'stvo i rekonstruk-cija. - 2015. - № 1 (57). - S. 91-99.
4. **Zherlykina, M. N.** Issledovanie mikroklimata proizvodstvennyh pomeshhenij pri skladirovanii i trans-portirovke sahara-syrca / M. N. Zherlykina, S. V. Chujkin // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. - 2010. - № 1. - S. 57-61.
5. **Novosel'cev, B. P.** Konstruirovanie kvartirnoj sistemy otoplenija s diametral'nym raspolozheni-em vertikal'nyh podajushhih i obratnyh stojakov / B. P. Novosel'cev, E. V. Plaksina // Nauchnyj zhurnal. Inzhe-nernye sistemy i sooruzhenija. - 2011. - № 1. - S. 24-28.
6. **Bulygina, S. G.** Razrabotka kriteriev dlja obosnovanija vybora shem i parametrov sistem centralizovannogo teplosnabzhenija / S. G. Bulygina // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. - 2011. - № 1. - S. 9-16.
7. **Chudinov, D. M.** Razrabotka algoritma obosnovanija struktury jenergokompleksa na baze vozobnovljaemyh istochnikov jenergii / D. M. Chudinov, K. N. Sotnikova, M. Ju. Morozov, S. V. Chujkin // Nauchnyj zhurnal. Inzhe-nernye sistemy i sooruzhenija. - 2009. - № 1. - S. 147-154.
8. **Plaksina, E. V.** Harakternye osobennosti organizacii sistem otoplenija i ventiljacii v obshhestven-nyh pomeshhenijah / E.V. Plaksina, E.O. Kshevinskaja, E.A. Lavlinskaja // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooru-zhenija. - 2016. - №3 (20). - S. 77-83.
9. **Sotnikova, O.A.** Modelirovanie raspredelenija trehmernyh stacionarnyh voz-dushnyh potokov v po-meshhenii / O.A. Sotnikova, I.S. Kuznecov, L.Ju. Guseva // Vestnik Vo-ronezhskogo gosudarstvennogo tehniche-skogo universiteta. - 2007. - T. 3. - № 6. - S. 121-123.
10. **Sotnikova, O. A.** Modelirovanie teplopustuplenij ot oborudovanija teplovoj obrabotki produk-tov v pro-izvodstvennyh pomeshhenijah restorannyh kompleksov / O. A. Sotnikova, S. G. Tul'skaja, L. A. Kushhev // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2013. - № 3 (31). -S. 32-40.
11. **Petrikeeva, N.A.** Optimizacija sistem teplosnabzhenija zdaniy s ispol'zovaniem vozobnovljaemyh istochni-kov jenergii/ N. A. Petrikeeva, L. V. Berezkina // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. - 2010. - № 2. - S. 128-132.
12. **Mel'kumov, V. N.** Zadacha poiska optimal'noj struktury teplovyh setej / V.N. Mel'kumov, I.S. Kuznecov, V.N. Kobelev // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo uni-versiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2011. - №2. - S. 37-42.
13. **Mel'kumov, V. N.** Centralizovannoe teplosnabzhenie ot atomnyh stancij / V. N. Mel'kumov, S. V. Chujkin, A. I. Kolosov // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo uni-versiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2016. - № 2. - S. 40-47.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF ECONOMIC INDICATORS THE CENTRALIZED AND DECENTRALIZED HEATING USING ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

E. M. Bobreshov

---

*Voronezh State Technical University*

*E. M. Bobreshov, master of the department of of housing and communal services*

*Russia, Voronezh, tel: +7(473)271-53-21, e-mail: romanv2an@gmail.com*

---

**Statement of the problem.** natural gas reserves are limited in this regard, much work on identifying ei-ther the new resource or the improvement is less economical, but equally effective.

**Results.** with rising prices for natural gas increased tariffs for centralized heat, the transition to decentral-ized heating of multi-apartment houses is the most relevant way out of this difficult situation.

**Conclusions.** after conducting a comparative analysis of economic performance of centralized and decen-tralized heating, significant benefits can be achieved by abandoning mnogoportsionnyh of heating and in-stall gas or electric boiler.

**Keywords:** centralized, decentralized, renewable energy sources, heating, electricity, gas boiler, electric boiler.

УДК 628.2; 662.99

**СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ В ВЕТХИХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ**

М. В. Новиков, Н. О. Ермаков

*Воронежский государственный технический университет**М. В. Новиков, канд. техн. наук, доцент кафедры проектирования зданий и сооружений Н.В. Троицкого  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)277-43-39, e-mail: pz@vgasu.vrn.ru**Н. О. Ермаков, магистр кафедры проектирования зданий и сооружений Н.В. Троицкого  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)277-43-39, e-mail: pz@vgasu.vrn.ru*

**Постановка задачи.** Текущее состояние коммуникаций в России - это серьезная проблема. В силу большого возраста сетей или постоянного затопления, тепловая изоляция пришла в негодность, потери тепла при этом достигают 30 %. Своевременное выполнение текущих и капитальных ремонтов тепловых сетей повысит их надежность и долговечность, а также обеспечит уменьшение расхода топлива, снижение потерь тепловой энергии и теплоносителя до значений, соответствующих нормам.

**Результаты и выводы.** Обоснована рациональность выполнения текущих и капитальных ремонтов тепловых сетей. Внедрение пилотных проектов в крупных промышленных центрах приводит к снижению потребления энергоресурсов, выбросов в атмосферу и повышению надежности системы теплоснабжения.

**Ключевые слова:** энергосбережение, экономия топлива, тепловая энергия, экономия воды.

**Введение.** Большая часть тепловых сетей давно пришла в негодность. Более 70 % сетей изношено и подлежит замене. Из-за несвоевременного капитального ремонта инженерные коммуникации стареют с каждым годом. Неудовлетворительное коррозионное состояние тепловых сетей приводит к частым разрывам и утечкам на трассах. Потери теплоносителя очень большие. Следствием огромных потерь тепловой энергии и воды на сетях является повышенный отпуск теплоты и повышенное потребление подпиточной воды на тепловых станциях и котельных.

Анализ выявленных дефектов, повреждений, периодических осмотров, диагностики и ежегодных испытаний на прочность и плотность указывает на необходимость проведения своевременного ремонта и модернизации тепловых сетей [1, 2, 3].

При капитальном ремонте теплосетей следует уделять внимание следующим аспектам:

- потерям тепловой энергии и теплоносителя;
- потреблению топлива и воды на подпитку;
- повышению надежности и долговечности тепловых сетей.

Главная часть потерь – это потери тепловой энергии и теплоносителя.

**1. Снижение потерь тепловой энергии и теплоносителя.** Любую теплоэнергетическую систему можно условно разбить на три участка:

- 1) участок производства тепловой энергии – котельная (рис. 1);
- 2) участок транспортировки тепловой энергии потребителю – трубопроводы тепловых сетей (рис. 2);
- 3) участок потребления тепловой энергии - отапливаемый объект (рис. 3).

Основной целью энергосбережения является снижение производственных потерь, которыми обладает каждый из участков. Рассмотрим участки по отдельности.



Рис. 1. Котельная



Рис.2. Трубопроводы тепловых сетей



Рис.3. Многоквартирный дом

**2. Участок производства тепловой энергии.** Главным звеном в котельной является котлоагрегат. Он выполняет функции преобразования химической энергии топлива в тепловую и передачи этой энергии теплоносителю. Внутри него происходит ряд физико-химических процессов, которые имеют свои коэффициенты полезного действия (КПД). Всякий котлоагрегат, каким бы совершенным он не был, теряет часть энергии топлива в этих процессах (рис.4).

**Участок производства тепловой энергии (потери при нормальной работе)**

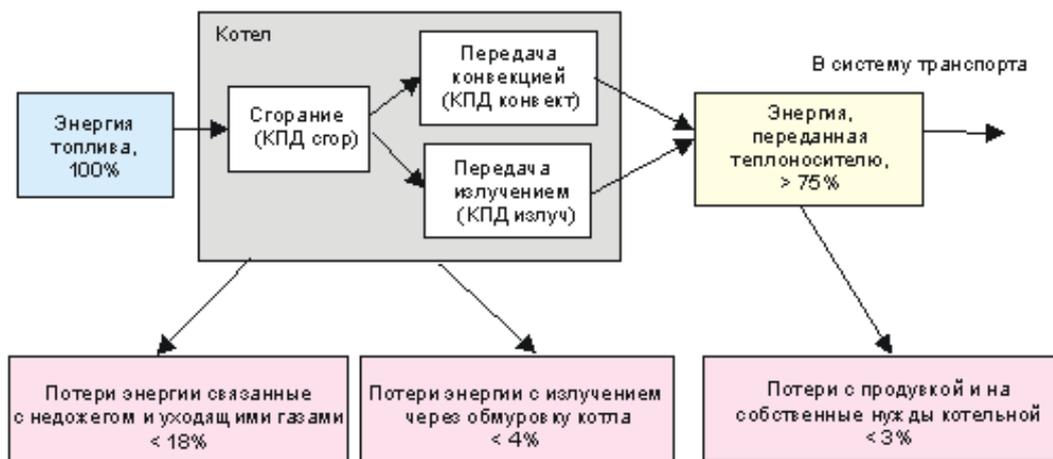


Рис.4. Схема процессов в котлоагрегате

При производстве тепла в котельной неизменные неявные добавочные потери могут достигать размера 20-25 %.

Экономичность работы существующего котлоагрегата можно повысить следующими действиями:

1. Провести полное обследование котлоагрегатов вместе с газовым анализом продуктов сгорания. Проверить качество работы периферийного оборудования котельной.
2. Выполнить режимную наладку котлов с учетом вредных выбросов. Для различных нагрузок котлоагрегатов разработать режимные карты, которые будут работать только в экономичном темпе.
3. Очистить внутренние и наружные поверхности котлоагрегата.
4. Оснастить котельную рабочими приборами контроля и регулирования. Оптимально настроить автоматику котлоагрегатов.
5. Восстановить теплоизоляцию котлоагрегата вместе с устранением неконтролируемых источников присоса воздуха в топку.

6. Проверить и, если надо модернизировать, систему химводоочистки котельной.
7. Сделать перерасчет сопел горелок под реальную нагрузку.

8. Оборудовать котельную эффективным и экономичным насосным оборудованием, а также надежной трубопроводной запорно-регулирующей арматурой.

**3. Потери теплоты на участке транспортировки его к потребителю.** Тепловая энергия, переданная котельной теплоносителю, доставляется в теплотрассу и идет на объекты потребителей. По нормам потери тепловой энергии в теплотрассах не должны превышать 5-7 %. На самом деле они могут достигать величины в 25 % и выше.

Экономичность работы теплотрассы можно повысить следующими действиями:

1. Провести полное обследование теплотрасс от котельной к объектам теплоснабжения для обнаружения основных каналов тепловых потерь.

2. Исходя из реально потребляемой тепловой нагрузки, провести наладку теплотрасс с шайбированием.

3. Обследовать теплоизоляцию теплотрассы и при необходимости восстановить ее. В случае экономической целесообразности переложить существующие трубопроводы используя для замены, подготовленные изолированные трубопроводы.

4. Для систем горячего водоснабжения сделать циркуляционную схему включения. По возможности снабдить тепловые пункты потребителей тепла пластинчатыми теплообменниками для нужд горячего водоснабжения.

5. Низкоэффективные отечественные сетевые насосы заменить на современные с более высоким коэффициентом полезного действия. Поставить устройства частотного регулирования скорости вращения асинхронных двигателей.

6. Смена запорной арматуры на трассе и установка современных поворотных заслонок значительно уменьшит тепловые потери в нештатных и аварийных ситуациях, а так же устранил появление утечек теплоносителя через сальники задвижек.

**4. Потери на объектах потребителей теплоты.** Отсутствие на объектах теплоснабжения приборов, учета количества потребляемой теплоты является главной косвенной причиной наличия и возрастания потерь. Недопонимание значимости принятия энергосберегающих мероприятий вытекает из-за не прозрачной картины потребления тепла объектом [4]. Действия для улучшения энергопотребления здания:

1. Ввести приборы учета тепловой энергии на объектах потребления тепла. С получением данных потребления тепла зданием появится возможность выбрать наиболее эффективный способ использования тепловой энергии.

2. Произвести отладку гидравлики внутренней системы отопления при помощи шайбирования или балансировочных клапанов, циркуляционных насосов внутреннего контура.

3. Установить автоматическую систему регулирования тепловой нагрузки здания по климатическим условиям. Погодное регулирование способно до 30 % снизить потребление тепла зданием с сохранением в нем комфорта.

4. Установить регуляторы температуры в помещениях на приборах отопления, что позволит снизить тепловую нагрузку здания до 20 %.

5. Проверить бойлеры горячего водоснабжения и, если потребуется, заменить на высокоэффективные пластинчатые теплообменники.

6. Надежная работа рециркуляции горячего водоснабжения внутри объекта позволит сэкономить до 25 % тепловой энергии для подогрева воды.

7. Обеспечить эффективную работу регулятора температуры на бойлере, что сэкономит 15 % теплоты для нужд горячего водоснабжения.

8. Поставить надежную и современную запорно-регулирующую арматуру в теплопунктах.

9. Провести работы по утеплению здания.

**Вывод.** Положительный опыт внедрения данных методов позволяет избежать значительных потерь теплоты при своевременном обследовании, проверке и ремонте инженерных коммуникаций. Это, в свою очередь, позволит снизить вредные выбросы в атмосферу, уменьшить расход топлива, улучшить качество и надежность теплоснабжения потребителей и снизить тарифы [5, 6].

Библиографический список

1. **Ионин, А. А.** «Газоснабжение» - Стройиздат, 1989 г. – 234с.
2. **Киселев, Н. А.** «Котельные установки». – Высш. Школа, 1979 г. – 270 с.
3. **Варфоломеев, М. Ю.** «Отопление и тепловые сети».- Инфра-М, 2006 г. – 480с.
4. **Круссер, А. И.** Пути повышения энергетической эффективности зданий и сооружений / А. И. Круссер, В. И. Милованова, М. В. Новиков // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. –2016. – №1 (22). – С. 220-223.
5. **Мелькумов, В. Н.** Задача поиска оптимальной структуры тепловых сетей / В. Н. Мелькумов, И. С. Кузнецов, В. Н. Кобелев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – №2. – С. 37-42.
6. **Китаев, Д. Н.** Вариантное проектирование систем теплоснабжения с учетом надежности тепловой сети / Д. Н. Китаев, С. Г. Булыгина, М. А. Слепокурова // Молодой ученый. – 2010. – № 7(8). – С.46–48.

References

1. **Ionin, A. A.** «Gazosnabzhenie» - Strojizdat, 1989 g. – 234s.
2. **Kiselev, N. A.** «Kotel'nye ustanovki». – Vyssh. Shkola, 1979 g. – 270 s.
3. **Varfolomeev, M. Ju.** «Otoplenie i teplovye seti».- Infra-M, 2006 g. – 480s.
4. **Krusser, A. I.** Puti povysheniya jenergeticheskoy jeffektivnosti zdaniy i sooruzhenij / A. I. Krusser, V. I. Mi-lovanova, M. V. Novikov // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. –2016. – №1 (22). – S. 220-223.
5. **Mel'kumov, V. N.** Zadacha poiska optimal'noj struktury teplovyh setej / V.N. Mel'kumov, I.S. Kuz-necov, V.N. Kobelev // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo univer-siteta. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2011. – №2. – S. 37-42.
6. **Kitaev, D. N.** Variantnoe proektirovanie sistem teplosnabzhenija s uchetom nadezhnosti teplovoj se-ti / D. N. Kitaev, S. G. Bulygina, M. A. Slepokurova // Molodoy uchenyj. – 2010. – № 7(8). – S.46–48.

## WAYS TO REDUCE ENERGY LOSSES IN THE OLD HEAT NETWORKS

M. V. Novikov, N. O. Ermakov

---

*Voronezh State Technical University*

*M. V. Novikov, PhD in Engineering, Assoc. Prof. of Dept. structural engineering N.V. Trinity  
Russia, Voronezh, tel.: +7 (473) 277-43-39, e-mail: pz@vgasu.vrn.ru*

*N. O. Ermakov, master of Dept. structural engineering N. V. Trinity  
Russia, Voronezh, tel.: +7 (473) 277-43-39, e-mail: pz@vgasu.vrn.ru*

---

**Statement of the problem.** The current state of communications in Russia - this is a serious problem. Due to the large network of age or permanent flooding, thermal insulation has deteriorated, the heat loss in this case up to 30 %. Timely implementation of the current and capital repairs of heating networks will increase their reliability and durability, as well as providing reduced fuel consumption, reduced heat loss and heat transfer medium to a value corresponding to the norms.

**Results and conclusions.** Rationality grounded meet current and capital repairs of heating networks. Implementation of pilot projects in large industrial centers results in a reduction of energy consumption, emissions to the atmosphere and increase the reliability of the heating system.

**Keywords:** energy efficiency, fuel savings, thermal energy, water savings.

## СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ

УДК 624.9

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ В ХОДЕ РАЗЛИВА ИЗ РЕЗЕРВУАРОВ

С. Г. Тульская, К. А. Скляров, А. А. Харьковская

*Воронежский государственный технический университет*

*С. Г. Тульская, канд. техн. наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (473)271-53-21, e-mail: tcdtnkfj2014@yandex.ru*

*К. А. Скляров, канд. техн. наук, доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: fisis@vgasu.vrn.ru*

*А. А. Харьковская, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: ms.li117@mail.ru*

**Постановка задачи.** В статье рассмотрены экологические проблемы загрязнения окружающей среды нефтепродуктами в ходе разлива из резервуаров. Разлив нефтепродуктов связан с мгновенным разрушением вертикального стального резервуара. Несмотря на прогресс, достигнутый в резервуаростроении, вопрос обеспечения надёжности при проектировании резервуарных конструкций остаётся актуальным.

**Результаты.** Рассмотрен экологический ущерб на окружающую среду, связанный с разливом нефтепродуктов в резервуарном парке. В данной статье представлена схема расположения резервуаров в группах и парке с учетом объема резервуара, видов и свойств хранения продуктов. На основе этого рассчитана конструктивная высота обвалования (ограждения) резервуарных групп.

**Выводы.** В данной статье предлагается комплекс мероприятий по локализации групповых разливов нефтепродуктов в резервуарном парке. Решение этих вопросов позволит минимизировать площадь разлива нефтепродуктов и обеспечит сохранность других рядом стоящих резервуаров.

**Ключевые слова:** экологический ущерб, окружающая среда, нефтепродукты, резервуар, разлив.

**Введение.** Высокую экологическую опасность для жизни и здоровья человека представляет риск крупных техногенных аварий, одна из опасностей связана с разливом нефтепродуктов в резервуарных парках. Несмотря на прогресс, достигнутый в резервуаростроении, вопрос обеспечения надёжности при проектировании резервуарных конструкций остаётся актуальным. В этих сложных инженерно-технических сооружениях зачастую случаются разливы нефтепродуктов, связанные с мгновенным разрушением вертикального стального резервуара (РВС). Мощный поток продукта разрушает обвалование (ограждение) резервуара одного, группу или выходит за пределы территории парка, что приводит к катастрофе. Разлив нефти и нефтепродуктов достигает десятков и сотен гектар и представляет угрозу здоровью людей. При разливе, токсичные вещества накапливаются в растительности, животных, поступают в окружающую среду (если разлив сопровождается пожаром). Все это приводит к значительным экологическим проблемам окружающей среды [1, 3, 4, 9].

**1. Экологический ущерб, нанесенный окружающей среде в результате разрушения резервуара.** Повышенный экологический риск несут аварии с разливом нефти и нефтепродуктов, сопутствующий пожаром. В атмосфере возникает сильное тепловое излучение, взрывы и выбросы загрязняющих веществ (рис. 1).

В целях защиты окружающей среды в резервуарных парках должны проводиться мероприятия по сокращению выбросов токсических веществ. В результате выброса в резервуарном парке выделяются вредные вещества, такие как:

- углеводороды;
- оксид углерода;
- оксиды серы;
- азота;
- взвешенные вещества.



**Рис. 1.** Выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду в результате пожара в резервуарном парке

В целях снижения загрязнения атмосферы выбросами вредных веществ необходимо осуществлять мероприятия по сокращению потерь нефти и нефтепродуктов, к основным из которых относятся:

- оснащение резервуаров понтонами;
- герметизация резервуаров, дыхательной арматуры;
- окраска наружной поверхности резервуаров отражающей краской;
- одновременная окраска внутренней и внешней поверхности резервуара;
- слив нефти и нефтепродукта в железнодорожные цистерны под уровнем;
- нижний налив цистерн и автоматизация процесса.

В случае разрушения технологического оборудования произойдет разлив нефти и нефтепродуктов и наибольший экологический ущерб получит почва, водоемы и окружающая среда (рис. 2). Чтобы предотвратить катастрофу, необходимо особое внимание уделять планировке резервуарных парков и техническому состоянию оборудования [5, 6].

Предлагаемое в настоящей работе техническое решение, а именно планировка резервуарного парка позволит предотвратить аварийную ситуацию разлива нефтепродукта при полном разрушении вертикального стального резервуара. Правильный подход в определении расстоянии между резервуарами и группами, способствует уменьшению экологического последствия техногенной аварии. Необходимо рассчитать расстояние так, чтобы даже при разрушении и разливе одного резервуара другие оставались не затронутыми.



Рис. 2. Разлив нефтепродуктов в резервуарном парке

**2. Планировка резервуарного парка.** Задача планировки включает в себя установление объёмов резервуарных групп, размещение групп в парках и разработку схемы обвалования (ограждения) резервуарных групп и парка в целом (рис. 3).

Решение этих вопросов осуществляется с учётом объёма резервуаров, видов и свойств хранимого нефтепродукта, а также конструкции их крыш.

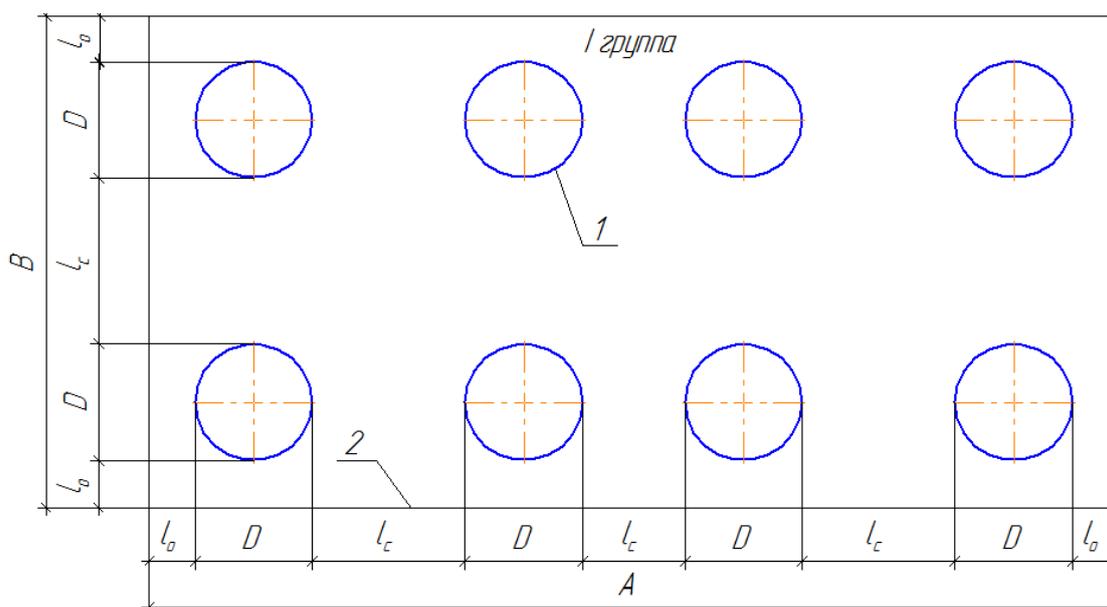


Рис. 3. План-схема расположения резервуаров в группах:  
1 – резервуары в группе; 2 – осовая линия ограждения

При необходимости включения в группу резервуаров разного типа, имеющих различные размеры и объёмы, принимают наибольшую величину  $l_c$  из таблицы.

Расстояние между стенками ближайших резервуаров  $l_r$ , которые расположены в соседних группах, должно быть:

- резервуары стальные вертикальные, наземные с объёмом  $V_p \geq 20000 \text{ м}^3$ ,  $l_r = 60 \text{ м}$ ;
- резервуары стальные вертикальные, наземные с  $V_p < 20000 \text{ м}^3$ ,  $l_r = 40 \text{ м}$ .

Наземные резервуары объёмов  $V_p \leq 400 \text{ м}^3$ , проектируемые в составе общей группы, располагают на одной площадке или фундаменте общей вместимостью  $V_{pn} \leq 4000 \text{ м}^3$  каждая, при расстоянии  $l_c$  не нормируется, а расстояние  $l_r = 15 \text{ м}$ . Расстояние от этих резервуаров до резервуаров объёмом  $V_p > 400 \text{ м}^3$  принимают в соответствии с таблицей, но не менее 15 м.

В группах наземных резервуаров по периметру должно предусматриваться замкнутое земляное обвалование шириной по верху не менее 0,5 м или может быть ограждающая герметичная кирпичная или железобетонная стена, рассчитанная на гидростатическое давление разлившегося продукта из самого крупного резервуара группы. При этом свободный от застройки объём ограждённой территории,  $V_k$  определяется по расчётному объёму разлившегося продукта из резервуара:

$$V_k \geq V_{PBC \max}, \quad (1)$$

где  $V_{PBC \max}$  – номинальный объём самого крупного резервуара в группе (рис. 4).

Таблица

Условия разбивки резервуарного парка в группы

Резервуары	Номинальный объём резервуаров в группе $V_p$ , $\text{м}^3$	Вид хранимых нефти и нефтепродуктов	Допустимый номинальный объём группы, $V_p$ , $\text{м}^3$	Минимальное расстояние между резервуарами в группе, $l_c$
РВС с плавающей крышей	50000 и более	Независимо от вида продукта	200000	30 м
	Менее 50000	То же	120000	0,5D, но не более 30 м
РВС с понтоном	50000 и более	Независимо от вида продукта	200000	30 м
	Менее 50000	То же	120000	0,65D, но не более 30 м
РВС со стационарной крышей	50000 и более	Продукты с $t_{всп} > 45^\circ\text{C}$	120000	0,75D, но не более 30 м
	Менее 50000	Продукты с $t_{всп} \leq 45^\circ\text{C}$	80000	0,75D, но не более 30 м

Высота  $h_o$  ограждения резервуарной группы должна быть на 0,2 м выше уровня расчётного объёма разлившегося продукта, принимается (см. рис. 4):

- не менее  $h_{o.min} = 1,0 \text{ м}$  для резервуаров с объёмом  $V_p < 10000 \text{ м}^3$ ;
- не менее  $h_{o.min} = 1,5 \text{ м}$  для резервуаров с объёмом  $V_p \geq 10000 \text{ м}^3$ .

Расстояние  $l_o$  от стенок резервуаров до подошвы внутреннего откоса обвалования или до ограждающей стенки принимается (см. рис. 3):

- не менее 3,0 м – для резервуаров с объемом  $V_p < 10000 \text{ м}^3$ ;
- 6 м – для резервуаров с объемом  $V_p \geq 10000 \text{ м}^3$ .

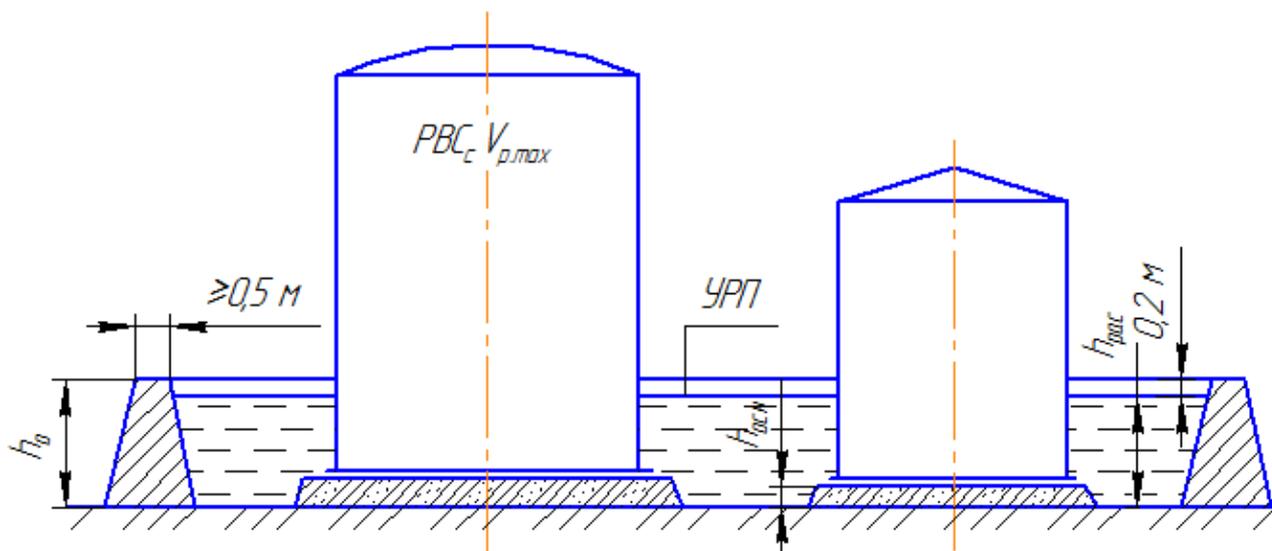


Рис. 4. Схема обвалования (ограждения) резервуарных групп (УРП – уровень разлившегося продукта)

Конструктивная высота обвалования определяется по формуле:

$$V_k = A \cdot B \cdot h_{o, \text{расч.}} - h_{o, \text{осн.}} \cdot \sum \pi \cdot (r_1^2 + r_2^2 + \dots) = V_{PBC \text{ max}}, \quad (2)$$

$$h_{o, \text{расч.}} = \frac{V_{PBC \text{ max}} + h_{o, \text{осн.}} \cdot \sum \pi \cdot (r_1^2 + r_2^2 + \dots)}{A \cdot B}, \quad (3)$$

$$h_{o, \text{конст.}} = h_{o, \text{расч.}} + 0,2, \quad (4)$$

где  $A$  и  $B$  – размеры сторон ограждённой территории под резервуарную группу (рис. 3);  $r_1^2, r_2^2$  – радиусы резервуаров в группе;  $h_{o, \text{расч.}}$  – расчётная высота ограждения группы резервуаров;  $h_{o, \text{конст.}}$  – конструктивная высота ограждения группы резервуаров;  $h_{o, \text{осн.}}$  – высота основания резервуаров, принимается  $h_{o, \text{осн.}} = 0,5 \text{ м}$ .

Замкнутым земляным валом или стеной высотой 0,8 м ограждается группа из резервуаров с  $V_p \leq 400 \text{ м}^3$  общей вместимостью  $V_{pn} \leq 4000 \text{ м}^3$ . Расстояние  $l_o$  в этом случае, как и  $l_c$ , не нормируется.

В пределах одной резервуарной группы внутренними земляными валами или стенкой отделяются: каждый ПВС с  $V_p \geq 20000 \text{ м}^3$  и несколько меньших ПВС с  $\Sigma V_p \geq 20000 \text{ м}^3$ ; резервуар или группа резервуаров с мазутом и маслом от ПВС с другими нефтепродуктами; ПВС для хранения этилированных бензинов, от других резервуаров группы. При этом высоту

внутреннего вала или стенки принимают равной 1,3 м для РВС с  $V_p \geq 10\,000\text{ м}^3$  и 0,8 м – для остальных РВС.

Число рядов резервуаров в группе принимается равным четырём, если  $V_p < 1\,000\text{ м}^3$ ; трём, если  $V_p$  от  $1\,000\text{ м}^3$  до  $10\,000\text{ м}^3$ , и двум – при  $V_p \geq 10\,000\text{ м}^3$ .

В каждую группу наземных резервуаров, располагаемых в два и более рядов, предусматривается заезд вовнутрь обвалования передвижной пожарной и ремонтной техники. При этом планировочная отметка проектной части заезда должна быть на 0,2 м выше уровня расчётного объёма разлившегося продукта.

Правилом [2] предусматриваются сооружение и эксплуатация резервуаров с защитной стеной. В этом случае для отдельных резервуаров, их групп и в целом резервуарного парка общее обвалование (ограждение) не требуется.

**Вывод.** Резервуарные парки являются одними из основных хранилищ нефти и нефтепродуктов. Увеличение объёма добычи и переработки нефти вызывает увеличение объёмов резервуарных парков. Несмотря на осуществление мероприятий по разливу нефтепродуктов в резервуарных парках в них происходят аварии [5, 7, 8, 10]. Этот факт свидетельствует о том, что проблема защиты данных объектов требует дальнейшего усовершенствования.

В данной работе представлен комплекс мероприятий по локализации групповых разливов нефтепродуктов в резервуарном парке. Показано, что значимое влияние на разлив нефтепродуктов в резервуарном парке оказывает:

- планировка резервуарного парка с учётом объёма резервуаров, конструкции крыш, видов и свойств хранимого нефтепродукта;
- расчет расстояний между стенками ближайших резервуаров;
- расчет конструктивной высоты обвалования (ограждения) резервуарных групп.

Правильно выполненный комплексный расчет предотвратит групповой разлив и обеспечит сохранность других рядом стоящих резервуаров.

#### Библиографический список

1. СП 155.13130.2014. Свод правил склады нефти и нефтепродуктов требования пожарной безопасности / Москва.-2013.- 55 с.
2. ПБ 03-605-03. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов (взамен ПБ 03-381-00) / Федеральный горный и промышленный надзор России. - 2003.-73 с.
3. Мелькумов, В. Н. Экологическая безопасность и технико-экономическая эффективность предприятий по сжиганию твердых бытовых отходов городов / В. Н. Мелькумов, О. А. Сотникова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – № 4. – С.167-181.
4. Мелькумов, В. Н. Пожарная безопасность взрывоопасных помещений / В. Н. Мелькумов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2008. – № 2. – С.178-183.
5. Тульская, С. Г. Альтернативная тепловая изоляция резервуаров с помощью жидких керамических теплоизоляционных покрытий / С. Г. Тульская, С. А. Петров // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2016. – № 2 (23). –С.71-77
6. Тульская, С. Г. Ресурсосберегающие технологии биогазовых установок при переработке отходов сельского хозяйства / С.Г. Тульская, К. Г. Мозговая // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации.- 2016. – №1 (2). – С.21-27
7. Тульская, С. Г. Подогрев и вероятная температура нефтепродуктов в резервуарах при хранении / С. Г. Тульская, С. В. Чуйкин, С. А. Петров // Молодой ученый. – 2016. – №21. – С. 226-228.
8. Петрикеева, Н. А. Задача технико-экономической оптимизации при определении толщины теплоизоляционного слоя теплосетей / Н. А. Петрикеева, А. В. Черемисин, А. В. Копытин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2016. - № 1 (41). - С. 21-28.
9. Китаев, Д. Н. Развитие системы теплоснабжения городского округа город Воронеж в долгосрочной перспективе / Д. Н. Китаев // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2010. - №2(3). – С.72-77.
10. Чудинов, Д. М. Разработка алгоритма обоснования структуры энергокомплекса на базе возобновляемых источников энергии / Д. М. Чудинов, К. Н. Сотникова, М. Ю. Морозов, С. В. Чуйкин // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2009. - № 1. - С. 147-154.

## References

1. **SP 155.13130.2014.** Svod pravil sklady nefti i nefteproduktov trebovaniya požarnoj bezopasnosti / Moskva.- 2013.- 55 s.
2. **PB 03-605-03.** Pravila ustrojstva vertikal'nyh cilindricheskikh stal'nyh rezervuarov dlja nefti i nefteproduktov (vzamen PB 03-381-00) / Federal'nyj gornyj i promyshlennyj nadzor Rossii. - 2003.-73 s.
3. **Mel'kumov, V. N.** Jekologicheskaja bezopasnost' i tehniko-jekonomicheskaja jeffektivnost' predpriyatij po szhiganiju tverdyh bytovyh othodov gorodov / V. N. Mel'kumov, O. A. Sotnikova // Nauchnyj vestnik Voro-nezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2011. – № 4. – S.167-181.
4. **Mel'kumov, V. N.** Pozharnaja bezopasnost' vzryvoopasnyh pomeshhenij / V. N. Mel'kumov // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitek-tura. – 2008. – № 2. – S.178-183.
5. **Tul'skaja, S. G.** Al'ternativnaja teplovaja izoljacija rezervuarov s pomoshh'ju zhidkikh keramicheskikh tep-loizoljacionnyh pokrytij / S. G. Tul'skaja, S. A. Petrov // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i so-oruzhenija. – 2016. – № 2 (23). –S.71-77
6. **Tul'skaja, S. G.** Resursosberegajushhie tehnologii biogazovyh ustanovok pri pererabotke othodov sel'skogo hozjajstva / S.G. Tul'skaja, K. G. Mozgovaja // Gradostroitel'stvo. Infrastruktura. Kommunikacii.- 2016. – №1 (2). – S.21-27
7. **Tul'skaja, S. G.** Podogrev i verojatnaja temperatura nefteproduktov v rezervuarah pri hranenii / S. G. Tul'skaja, S. V. Chujkin, S. A. Petrov // Molodoj uchenyj. – 2016. – №21. – S. 226-228.
8. **Petrikeeveva, N. A.** Zadacha tehniko-jekonomicheskoy optimizacii pri opredelenii tolshhiny teploizo-ljacionnogo sloja teplosetej / N. A. Petrikeeveva, A. V. Cheremisin, A. V. Kopytin // Nauchnyj vestnik Voronezh-skogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2016. - № 1 (41). - S. 21-28.
9. **Kitaev, D. N.** Razvitie sistemy teplosnabzhenija gorodskogo okruga gorod Voronezh v dolgosrochnoj per-spektive / D. N. Kitaev // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. – 2010. - №2(3). – S.72-77.
10. **Chudinov, D. M.** Razrabotka algoritma obosnovaniya struktury jenergokompleksa na baze vozobnovlja-emyh istochnikov jenergii / D. M. Chudinov, K. N. Sotnikova, M. Ju. Morozov, S. V. Chujkin // Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija. - 2009. - № 1. - S. 147-154.

## ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION OIL PRODUCTS DURING THE FLOOD FROM TANKS

S. G. Tulsckaya, K. A. Sklyarov, A. A. Harkovskaya

*Voronezh State Technical University*

*S. G. Tulsckaya, PhD in Engineering, Assoc. Prof. of Dept. of Heat and Gas Supply and oil and gas business  
Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-53-21, e-mail: tcdtnkfj2014@ya.ru*

*K. A. Sklyarov PhD in Engineering, Assoc. Prof. of Dept. of Fire and Industrial Safety  
Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-53-21, e-mail: fisis@vgasu.vrn.ru*

*A. A. Harkovskaya, student of Dept. of Heat and Gas Supply and oil and gas business  
Russia, Voronezh, tel.: +7(473)271-53-21, e-mail: ms.li117@mail.ru*

**Statement of the problem.** In article environmental problems of environmental pollution are considered by oil products during a flood from reservoirs. Oil spill is connected with instant destruction of the vertical steel reservoir. Despite the progress made in a re-zervuarostroyeniya, a question of ensuring reliability when designing reservoir designs remains urgent.

**Results.** The ecological damage on the environment connected with oil spill in the reservoir park is considered. It is developed the plan scheme of an arrangement of reservoirs in groups and the park taking into account amount of the reservoir, types and properties of storage of oil product. On the basis of it it is calculated height of ridging (barrier) of reservoir groups is constructive.

**Conclusions.** In this article the complex of actions for localization of group oil spills in the reservoir park is offered. The solution of these questions will allow to minimize the area of oil spill and will ensure safety of others nearby of the standing reservoirs.

**Keywords:** ecological damage, environment, oil products, tank, flood.

## ***ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ***

### ***RULES OF PREPARATION OF ARTICLES*** **ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ**

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

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

1.1. *Введение* предполагает:

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

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

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

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

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

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

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

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

6. Обязательным элементом статьи является индекс УДК.

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

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

9. Графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них. Название иллюстраций (10 пт., обычный) дается под ними после слова Рис. с порядковым номером (10 пт., полужирный). Если рисунок в тексте один, номер не ставится. Все ри-

сунки и фотографии желательно представлять в цветном варианте; они должны иметь хороший контраст и разрешение не менее 300 dpi. Избегайте тонких линий в графиках (толщина линий должна быть не менее 0,2 мм). Рисунки в виде ксерокопий из книг и журналов, а также плохо отсканированные не принимаются.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Автор согласен с тем, что редакция журнала имеет право:

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

- производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи;

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

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