

ISSN 1995-2511

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2

2018



ISSN 1995-2511



ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Периодическое научное издание

№ 2

Июнь 2018

Нижний Новгород

ББК 95; я5

П 75

ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ, № 2 (46)

Периодическое научное издание. Н. Новгород, ННГАСУ, 2018. 203 с., 8 л. цв. вклеек.

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия 20.12.2006 г. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77 – 47479 от 25.11.2011 г. Территория распространения – Российская Федерация, зарубежные страны. Языки – русский, английский.

Статьи рецензируются. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

«Приволжский научный журнал» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по группе научных специальностей 05.23.00 – «Строительство и архитектура». Новая редакция Перечня утверждена Минобрнауки России 01.12.2015 г.

Главный редактор д-р техн. наук, проф. С. В. СОБОЛЬ
Ответственный секретарь канд. техн. наук, проф. Д. В. МОНИЧ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

чл.-кор. РААСН, д-р арх., проф. Е. А. АХМЕДОВА; чл.-кор. РААСН, проф. В. Н. БОБЫЛЕВ; засл. деят. науки РФ, д-р техн. наук, проф. В. И. БОДРОВ; д-р техн. наук, проф. А. Л. ВАСИЛЬЕВ; д-р биол. наук, проф. Д. Б. ГЕЛАШВИЛИ; чл.-кор. РААСН, д-р арх., проф. А. Л. ГЕЛЬФОНД; д-р наук, проф. Р. ГРЭФЕ; засл. деят. науки РФ, чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф. Л. Н. ГУБАНОВ; д-р техн. наук, проф. А. И. ЕРЕМКИН; акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Т. ЕРОФЕЕВ; д-р наук, проф. М. ИВЕТИЧ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. Н. И. КАРПЕНКО; д-р физ.-мат. наук, проф. М. М. КОГАН; д-р техн. наук, проф. Д. В. КОЗЛОВ; чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. Н. КУПРИЯНОВ; д-р наук, проф. Ф. НЕСТМАНН; д-р техн. наук, проф. С. И. РОТКОВ; д-р техн. наук, проф. С. В. СТЕПАНОВ; засл. деят. науки РФ, д-р физ.-мат. наук, проф. Р. Г. СТРОНГИН; д-р физ.-мат. наук, проф. А. Н. СУПРУН; д-р техн. наук, проф. В. П. СУЧКОВ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. И. ТЕЛИЧЕНКО; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. В. И. ТРАВУШ; засл. деят. науки РФ, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. С. В. ФЕДОСОВ; д-р физ.-мат. наук, проф. Е. В. ЧУПРУНОВ; засл. деят. науки РФ, д-р хим. наук, проф. В. А. ЯБЛОКОВ

Зав. ред.-изд. отделом В. В. Втюрина,
техн. редактор М. А. Коссэ, компьютерная верстка И. К. Красавина,
переводчик Л. Ю. Воронцов, работа со списками литературы Л. Б. Вержиковская

Подписано в печать 20.06.2018 г. Формат 70×108/16. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл. печ. л. 17,8 + вкл. 1,4. Тираж 1200 экз. Заказ № 135

Адрес издателя и редакции: Россия, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

Тел./факс: (831) 433-04-36 (редакция), (831) 430-19-46 (отв. секретарь);

эл. почта: md@nngasu.ru (отв. секретарь), red@nngasu.ru (редакция),

интернет-сайт: www.pnj.nngasu.ru; pnj.nngasu.ru

Индекс журнала в каталоге Агентства «Роспечать»: 80382. Цена свободная.

Отпечатано в типографии ООО «Новые решения»

Адрес: Россия, 603098, г. Нижний Новгород, ул. Артельная, д. 35а, оф. 1.

ISSN 1995-2511

© ННГАСУ, 2018

ISSN 1995-2511



THE PRIVOLZHSKY SCIENTIFIC JOURNAL

Scientific periodical

№ 2

June 2018

Nizhny Novgorod

Scientific periodical. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2018. 203 p., 8 p. of colour illustrations.

Founder & Publisher: The Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNGASU). Registered by the Federal service for the supervision of law observance in the sphere of mass media and preservation of cultural heritage of 20.12.2006. Registration certificate ПИ № ФЧ77 – 47479 dt. 25.11.2011. Circulation – the Russian Federation, foreign countries. Languages – Russian, English.

This is a peer viewed publication. Copying is not allowed without prior permission of the editors, references to the journal during citing are obligatory.

The Privolzhsky Scientific Journal is included into the list of leading peer viewed journals and publications where basic scientific results of doctoral and candidate dissertations are to be published of scientific specialities 05.23.00 – «Construction and architecture». A new version of the list is approved by decision of the Ministry of Education and Science of Russia on 01.12.2015.

Editor-in-chief doctor of technical sciences, professor S. V. SOBOL
Executive secretary cand. of tech. sciences, professor D. V. MONICH

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

corresponding member of RAACS, doctor of architecture, professor E. A. AKHMEDOVA; corresponding member of RAACS, professor V. N. BOBYLYOV; honoured worker of science of RF, doctor of technical sciences, professor V. I. BODROV; doctor of technical sciences, professor A. L. VASILIEV; doctor of biological sciences, professor D. B. GELASHVILI; corresponding member of RAACS, doctor of architecture, professor A. L. GELFOND; Ph.D., professor R. GRAEFE; honoured worker of science of RF, corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor L. N. GUBANOV; doctor of technical sciences, professor A. I. EREMKIN; academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. T. EROFEEV; doctor of science, professor M. IVETICH; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor N. I. KARPENKO; doctor of physical-mathematical sciences, professor M. M. KOGAN; doctor of technical sciences, professor D. V. KOZLOV; corresponding member of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. N. KUPRIANOV; Prof. Dr.-Ing. F. NESTMANN; doctor of technical sciences, professor S. I. ROTKOV; doctor of technical sciences, professor S. V. STEPANOV; honoured worker of science of RF, doctor of physical-mathematical sciences, professor R. G. STRONGIN; doctor of physical-mathematical sciences, professor A. N. SUPRUN; doctor of technical sciences, professor V. P. SUCHKOV; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. I. TELICHENKO; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor V. I. TRAVUSH; honoured worker of science of RF, academician of RAACS, doctor of technical sciences, professor S. V. FEDOSOV; doctor of physical-mathematical sciences, professor E. V. CHUPRUNOV; honoured worker of science of RF, doctor of chemical sciences, professor V. A. YABLOKOV

Head of the editing and publishing department V. V. Vtyurina,
technical editor M. A. Kosse, computer makeup I. K. Krasavina,
translator L. Yu. Vorontsov, literature references L. B. Verzhikovskaya

Signed for publishing on 20.06.2018. Format 70×108/16. Offset paper.
Offset printing. Ref. publ. p. 17.8 + illust. 1.4. Copies 1200. Order № 135

Publisher's address: 65 Iljinskaya St., 603950, Nizhny Novgorod, Russia.
Tel./fax: +7 (831) 433-04-36 (editors), +7 (831) 430-19-46 (executive secretary);
e-mail: md@nngasu.ru (executive secretary), red@nngasu.ru (editors),
web-site: www.pnj.nngasu.ru; пнж.ннгасу.рф

Index of the journal in the catalogue of the «Rospechat» agency: **80382**. Price is unfixed.

Printed in JSC «Novye reshenia» publishing house
Address: 35a, Artelnaya St., office 1, 603098, Nizhny Novgorod, Russia.



СОДЕРЖАНИЕ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

- Бобылев В. Н., Гребнев П. А., Монич Д. В., Попов С. Р.** Исследование звукоизоляции бескаркасных сэндвич-панелей с различными материалами среднего слоя 9
- Григорьев Ю. С., Фатеев В. В.** Усиление грунтового основания и фундаментной плиты жилого дома, построенного на участке с засыпанным отвершком оврага..... 17
- Шеховцов Г. А.** К определению составляющих вектора крена высоких сооружений башенного типа..... 23

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

- Бодров В. И., Бодров М. В., Смыков А. А.** Исследование теплового режима наружных ограждающих конструкций в промышленных помещениях с системами отопления на базе инфракрасных излучателей..... 29
- Бодров М. В., Кузин В. Ю., Морозов М. С.** К вопросу повышения энергетической эффективности систем обеспечения микроклимата жилых домов при проведении капитального ремонта..... 36
- Еремкин А. И., Аверкин А. Г., Грейсх Г. И., Баканова С. В., Фильчакина И. Н.** Воздухораспределитель равномерной раздачи приточного воздуха плоскими оппозитными струями..... 42

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

- Васильев А. Л., Катраева И. В., Воробьева Е. В.** Совершенствование работы водопроводных станций с целью снижения их негативного воздействия на окружающую среду 50
- Тарасов А. С., Васильев А. Л.** Обзор технологических особенностей образования сильно окрашенных сточных вод на предприятиях льноперерабатывающей промышленности..... 58

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

- Муртазаев С-А. Ю., Саламанова М. Ш.** Перспективы использования термоактивированного сырья алюмосиликатной природы..... 65
- Пилецкий М. Э., Зубков А. Ф., Андрианов К. А.** Определение характеристик битумоминеральной смеси при укладке в выбоину дорожного покрытия струйно-инъекционным методом 70
- Гуляев В. Г., Гуляев И. В.** Информационно-измерительная система контроля толщины диэлектрических плоских композиционных материалов 78

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

- Саниов М. П., Котов Ф. В., Волков Д. В.** Напряженно-деформированное состояние массивного негрунтового двухслойного экрана каменно-набросной плотины при температурном воздействии 84
- Горохов Е. Н., Маленов А. А., Скворцов С. Я.** Изменение деформационных характеристик мерзлых грунтов оснований гидротехнических сооружений в криолитозоне при их оттаивании 90
- Горохов Е. Н., Логинов В. И., Маленов А. А., Скворцов С. Я.** Оценка надежности ограждающей дамбы хвостохранилища в криолитозоне в условиях продолженной эксплуатации..... 95



Коган Л. П., Штенберг В. Б., Подчищаева О. В. Об определении момента начала реализации эксплуатационных мероприятий по уменьшению сейсмических воздействий на гидротехнические сооружения в Камчатском регионе, связанных с приближением сильного землетрясения (по данным измерений критической частоты ионосферы).....	103
---	-----

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Соболь С. В., Щелачев Е. И. Фрактальный анализ овражно-балочной сети на горной части города Нижнего Новгорода	111
--	-----

Ерофеев В. Т., Ямашкин А. А., Смирнов В. Ф., Светлов Д. А., Вильдяева М. В., Ямашкин С. А. Биодеструктивные процессы в эколого-социально-производственных системах жилой застройки	116
---	-----

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

Дуцев М. В. Архитектурная встреча в Италии: проблемы проектирования в исторической среде. Преподаватели и студенты ННГАСУ в Миланской Политехнике	124
--	-----

Карелин Д. В., Боровикова Н. В. Влияние архитектурно-планировочных особенностей на формирование архитектурной среды средних промышленных городов Сибири	129
--	-----

Шумилкин С. М., Шумилкин М. С. Владимирская церковь в Нижнем Новгороде – памятник архитектуры начала XX в.....	135
---	-----

Волкова Е. М. Архитектурный облик церкви Рождества Богородицы (1824 г.) в поселке Катунки Чкаловского района Нижегородской области	143
---	-----

Гарнова Н. В. Промышленная усадьба Д. Г. Бурылина в г. Иваново-Вознесенске в конце XIX в.	151
---	-----

Маркова Е. А. Коммуникации сфер архитектурного процесса: соучастие в градостроительной деятельности.....	156
---	-----

Амер А. С. А., Норенков С. В. Традиционная и современная сельская архитектура Египта.	163
---	-----

Нассиф О. Особенности традиционных архитектурных форм в Марокко.....	170
---	-----

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Хомяков А. И. Мемориально-музейные комплексы: в парадигме театра	176
---	-----

Заславская А. Ю., Проскурин Р. Ю. «Виртуальная реальность» реальна? Будущее VR-технологии в трехмерном моделировании	182
---	-----

ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

Шорин В. А., Каган Г. Л., Вельсовский А. Ю. Научные разработки в области строительства сооружений на сезоннопромерзающих грунтах.....	188
--	-----

Новые издания.....	193
--------------------	-----

Впечатления от знакомства с книгами Д. Б. Гелашвили и соавторов, изданными в недавние годы.....	196
---	-----

Перечень требований и условий, предоставляемых для публикации в периодическом научном издании «Приволжский научный журнал».....	197
---	-----

НА ОБЛОЖКЕ: Дом-музей выдающегося летчика, Героя Советского Союза В. П. Чкалова, г. Чкаловск, Нижегородская обл. Музей расположен в доме, в котором 2 февраля 1904 г. родился В. П. Чкалов. Дом, построенный в 1896 г. отцом легендарного летчика, Павлом Григорьевичем – типичный жилой дом Нижегородского Поволжья. Фото О. А. Соболь



CONTENTS

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES

- Bobylyov V. N., Grebnev P. A., Monich D. V., Popov S. R.** The study of sound insulation of frameless enclosing structures of sandwich-panels..... 9
- Grigorev Yu. S., Fateev V. V.** Strengthening the foundation bed and foundation plate of a residential building built on a site with a filled up offshoot of a ravine..... 17
- Shekhovtsov G. A.** To the determination of vector components of the tower-type structures' tilt..... 23

HEAT SUPPLY, VENTILATION, AIR CONDITIONING, GAS SUPPLY, AND LIGHTING

- Bodrov V. I., Bodrov M. V., Smykov A. A.** Research of thermal regime of external walls in industrial premises with heating systems on the basis of infrared radiators 29
- Bodrov M. V., Kuzin V. Yu., Morozov M. S.** To the issue of energy effectiveness enhancement of microclimate support systems of residential houses while conducting capital repair..... 36
- Eremkin A. I., Averkin A. G., Greysukh G. I., Bakanova S. V., Filchakina I. N.** Air distributor of uniform distribution of fresh air by plane opposite jets..... 42

WATER SUPPLY, SEWAGE, CONSTRUCTION SYSTEMS OF WATER RESOURCES PROTECTION

- Vasilev A. L., Katraeva I. V., Vorobyova E. V.** Perfection of the work of water supply plants to reduce their negative influence on the environment 50
- Tarasov A. S., Vasilev A. L.** An overview of technological features of formation of highly colored wastewater at enterprises of the flax processing industry..... 58

CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

- Murtazaev S.-A. Yu., Salamanova M. Sh.** Prospects of the use of thermoactivated raw material of aluminosilicate nature..... 65
- Piletskiy M. E., Zubkov A. F., Andrianov K. A.** Determination of characteristics of bituminomineral mixture laid into a pothole of road pavement by a jet injection method..... 70
- Gulyaev V. G., Gulyaev I. V.** Information-measuring control system of thickness of dielectric flat materials..... 78

HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTION

- Sainov M. P., Kotov F. V., Volkov D. V.** Stress-strain state of a massive non-soil double-layer face of a rockfill dam at thermal effect 84
- Gorokhov E. N., Malenov A. A., Skvortsov S. Ya.** Change of deformation characteristics of frozen soil bases of hydraulic structures in the permafrost zone when thawing 90
- Gorokhov E. N., Loginov V. I., Malenov A. A., Skvortsov S. Ya.** Evaluation of the reliability of a protecting dam of the tailings in the permafrost zone in conditions of prolonged operation 95
- Kogan L. P., Shtenberg V. B., Podchischayeva O. V.** About the determination of the moment to start implementing operational measures to reduce seismic exposure of the forthcoming strong earthquake on hydrotechnical structures in the Kamchatka region (based on the data of measurements of the ionosphere critical frequency)..... 103



ECOLOGICAL SAFETY OF CONSTRUCTION AND CITY ECONOMY

- Sobol S. V., Schelachev E. I.** Fractal analysis of a ravine network of the mountainous part of the city of Nizhny Novgorod..... 111
- Erofeev V. T., Yamashkin A. A., Smirnov V. F., Svetlov D. A., Vildyaeva M. V., Yamashkin S. A.** Biodestructive processes in ecological-social and production systems of housing construction..... 116

THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF HISTORIC-ARCHITECTURAL HERITAGE

- Dutsev M. V.** Architectural meeting in Italy: problems of designing in the historical environment. NNGASU professors and students in Politecnico di Milano..... 124
- Karelin D. V., Borovikova N. V.** Influence of architectural-planning features on the formation of the architectural environment of the medium-size industrial cities of Siberia 129
- Shumilkin S. M., Shumilkin M. S.** Vladimir's church in Nizhny Novgorod – an architectural monument of the beginning of the XX century..... 135
- Volkova E. M.** The architectural appearance of the church of the Nativity of Mary (1824) in Katunki village of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region..... 143
- Garnova N. V.** Industrial estate of D.G. Burylin in Ivanovo-Voznesensk in the late XIX century 151
- Markova E. A.** Communications of architectural process spheres: participation in town-planning activities..... 156
- Amer A. S. A., Norenkov S. V.** Vernacular and contemporary rural architecture of Egypt 163
- Nassif O.** Features of traditional architectural forms in Morocco 170

ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS. CREATIVE CONCEPTS OF ARCHITECTURAL ACTIVITY

- Khomiyakov A. I.** Memorial-museum complexes: in a paradigm of the theatre..... 176
- Zaslavskaya A. Yu., Proskurin R. Yu.** “Virtual reality” tangibility? The future of VR-technology in three-dimensional modeling..... 182

INFORMATION SECTION

- Shorin V. A., Kagan G. L., Velsovskiy A. Yu.** Scientific researches in construction of buildings on seasonally frozen soils..... 188
- New publications..... 193
- Impressions from acquaintance with books D. B. Gelashvili and co-authors, published in recent years 196
- List of requirements for publication in the scientific periodical “Privolzhsky Scientific Journal” 197

COVER PAGE: The house-museum of famous pilot, Hero of the Soviet Union V. P. Chkalov, the city of Chkalovsk, Nizhny Novgorod region. The museum is situated in the house where V. P. Chkalov was born on February 2, 1904. The house built by pilot's father Pavel Grigorevich in 1896 is a typical dwelling house of the Nizhny Novgorod Povolzhie. Photo by O. A. Sobol

УДК 699.844:691.8-41

В. Н. БОБЫЛЕВ, чл.-кор. РААСН, проф., зав. кафедрой архитектуры;
П. А. ГРЕБНЕВ, канд. техн. наук, инженер-исследователь; **Д. В. МОНИЧ**,
канд. техн. наук, проф. кафедры архитектуры; **С. Р. ПОПОВ**, магистрант ка-
федры архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ БЕСКАРКАСНЫХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ СРЕДНЕГО СЛОЯ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел./факс: (831) 430-19-46;
эл. почта: zvuk.nngasu@mail.ru

Ключевые слова: звукоизоляция, предельная звукоизоляция, легкие ограждающие кон-
струкции, сэндвич-панели, акустическое разобщение.

*Представлены методика расчета звукоизоляции бескаркасных сэндвич-панелей с акустическим разобщением слоев и формулы для определения их предельной звукоизоля-
ции. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований в лабо-
раторных условиях звукоизоляции сэндвич-панелей с акустическим разобщением слоев.
Исследованы образцы сэндвич-панелей со средним слоем из пенопласта и минераловатных плит.*

В настоящее время в практике строительства наблюдается рост использова-
ния легких ограждающих конструкций зданий с высокими эксплуатационными
характеристиками, позволяющих снизить нагрузку на несущие конструкции зда-
ний, уменьшить затраты на производство строительно-монтажных работ и повы-
сить их скорость [1, 2]. В этой связи создание новых типов легких ограждающих
конструкций, обладающих высокими звукоизоляционными свойствами и способ-
ных обеспечивать требуемую защиту от шума в помещениях гражданских и про-
мышленных зданий, является актуальной задачей.

Рассмотрим звукоизолирующие характеристики бескаркасных сэндвич-пане-
лей – многослойных ограждающих конструкций, имеющих внешние жесткие ли-
стовые облицовки: гипсоволокнистые листы (ГВЛ), гипсокартонные листы (ГКЛ),
цементно-стружечные плиты (ЦСП) и др. и легкий средний слой (пенопласт, пе-
нополиуретан, минераловатные плиты и др.), заключенный между ними. Несущая
способность таких ограждений обеспечивается совместной работой облицовок и
среднего слоя, склеенных между собой сплошным слоем или точно.

Бескаркасные сэндвич-панели имеют большой потенциал применения в каче-
стве базового элемента внутренних ограждающих конструкций при малоэтажном
строительстве, быстровозводимых перегородок в офисных и административных
помещениях со свободными планировками, а также при изготовлении выгородок,
кожухов для оборудования и кабин наблюдения на производстве.

Известно, что сэндвич-панели, находящие применение в современном стро-
ительстве, обладают недостаточными звукоизолирующими свойствами, что в
значительной степени вызвано снижением их звукоизоляции вблизи резонансной
частоты системы «масса – упругость – масса» (f_p). Для ограждений толщиной от
30 до 150 мм резкое снижение звукоизоляции наблюдается в диапазоне средних и
высоких частот ($\sim 200 - 1\,000$ Гц) [3].

Проведенные исследования показали, что звукоизоляцию сэндвич-панели с известной поверхностной массой и заданными размерами можно регулировать путем введения акустического разобщения в виде слоев упругого материала, расположенных между облицовками и средним слоем [4] (см. рис. 1б). При этом резонансная частота системы «масса – упругость – масса» смещается в диапазон более низких частот [5].

Рассмотрим влияние акустического разобщения слоев на звукоизоляцию сэндвич-панелей со средним слоем из пенопласта и минеральной ваты.

Схемы конструктивных решений рассматриваемых ограждений приведены на рис. 1.

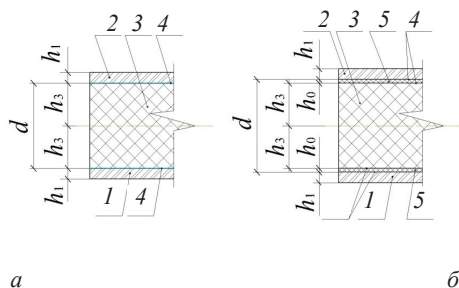


Рис. 1. Схема конструктивного решения бескаркасной сэндвич-панели: а – сэндвич-панель с жестким склеиванием слоев; б – сэндвич-панель с акустическим разобщением слоев [4]: 1, 2 – внешние листовые облицовки; 3 – средний слой; 4 – клеевой слой; 5 – слои акустического разобщения

На рис. 2, 3 приведены экспериментальные частотные характеристики звукоизоляции бескаркасных сэндвич-панелей со средним слоем из пенопласта и минераловатных плит соответственно в сравнении с предельной звукоизоляцией ограждения [5].

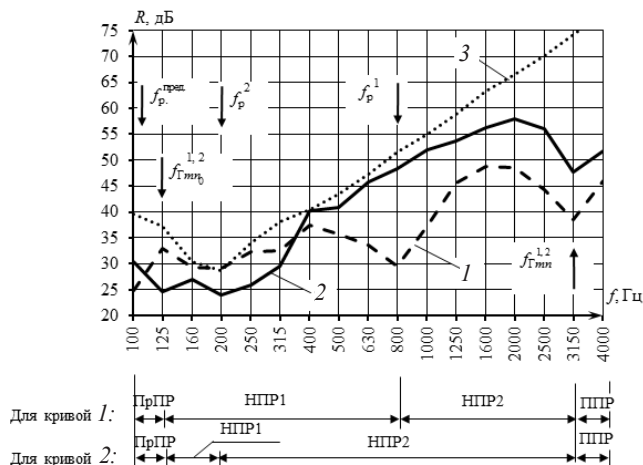


Рис. 2. Частотные характеристики звукоизоляции бескаркасных сэндвич-панелей со средним слоем из пенопласта толщиной 50 мм ($E_d = 7,5 \times 10^6$ Па); облицовки выполнены из ГВЛ толщиной по 12,5 мм; размер образцов $2,0 \times 1,2$ м: 1 – сэндвич-панель, в которой облицовки и средний слой склеены между собой; 2 – сэндвич-панель со слоями акустического разобщения (два слоя из полиэфирного волокна толщиной по 4 мм); 3 – теоретически определенная предельная звукоизоляция сэндвич-панели [5]

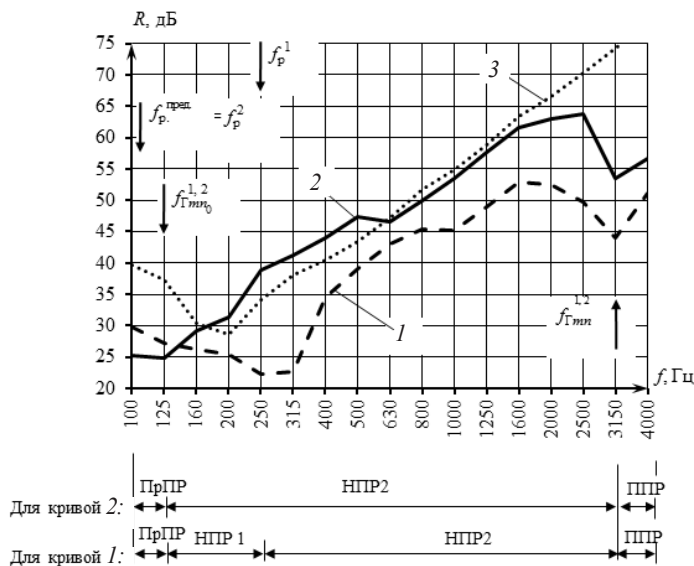


Рис. 3. Частотные характеристики звукоизоляции бескаркасных сэндвич-панелей со средним слоем из минераловатных плит толщиной 50 мм ($E_d = 8,0 \times 10^5$ Па); облицовки выполнены из ГВЛ толщиной по 12,5 мм; размер образцов $2,0 \times 1,2$ м: 1 – сэндвич-панель, в которой облицовки и средний слой склеены между собой; 2 – сэндвич-панель со слоями акустического разобщения (два слоя из полиэфирного волокна толщиной по 4 мм каждый); 3 – теоретически определенная предельная звукоизоляция сэндвич-панели [5]

Анализируя рис. 2 и 3, можно видеть, что применение акустического разобщения слоев сэндвич-панели позволило сместить резонансную частоту системы «масса – упругость – масса» (f_p) в диапазон более низких частот: для среднего слоя из пенопласта – с частоты $f_p^1 = 800$ Гц на частоту $f_p^2 = 200$ Гц; для среднего слоя из минераловатных плит – с частоты $f_p^1 = 250$ Гц на частоту $f_p^2 = 100$ Гц, которая соответствует предельной резонансной частоте для исследуемой сэндвич-панели ($f_p^{\text{пред.}}$) (резонансная частота системы для двухслойного ограждения с незаполненным воздушным промежутком) [5].

При применении акустического разобщения происходит увеличение звукоизоляции сэндвич-панели в широком диапазоне частот, она приближается к своим предельным значениям (кривая 3 на рис. 2 и 3). Индекс изоляции воздушного шума при этом увеличивается на 4 дБ, с $R_w = 38$ дБ до $R_w = 42$ дБ (для сэндвич-панели со средним слоем из пенопласта) и на 8 дБ, с $R_w = 39$ дБ до $R_w = 47$ дБ (для образца со средним слоем из минераловатных плит).

На рис. 3 можно видеть новый эффект повышения звукоизоляции сэндвич-панели с акустическим разобщением слоев, обнаруженный экспериментально. В диапазоне частот 200–500 Гц наблюдается превышение звукоизоляции на 2–5 дБ над теоретически рассчитанной предельной звукоизоляцией. Предположительно, данный эффект может быть вызван дополнительным снижением самосогласования волновых полей облицовок за счет совместного влияния упругости слоев акустического разобщения и среднего слоя из минераловатных плит. Данный эффект будет изучаться в дальнейших работах.

Для применения сэндвич-панелей в гражданском и промышленном строительстве необходимо производить предварительный расчет их звукоизоляции и подбирать рациональное конструктивное решение ограждения с учетом спектра изолируемого шума и предъявляемых нормативных требований СП «Защита от шума».

На базе проведенных теоретических исследований разработан метод расчета звукоизоляции бескаркасных сэндвич-панелей [6], основанный на теории самосогласования волновых полей, разработанной научной школой проф. М. С. Седова, с учетом двойственной природы прохождения звука через ограждения (резонансное и инерционное прохождение звука) [7].

Коэффициент прохождения звука через бескаркасную сэндвич-панель конечных геометрических размеров вычисляется по формуле:

$$\tau = \tau_{\text{пи}} + \tau_{\text{и}}\tau_{2\text{и}} + \tau_{\text{и}}\tau_{2\text{с}} + \tau_{\text{пс}}, \quad (1)$$

где $\tau_{\text{пи}}$ – коэффициент инерционного прохождения звука через внешние облицовки с упругой связью между собой; $\tau_{\text{и}}$, $\tau_{2\text{и}}$ – коэффициенты инерционного прохождения звука через первую и вторую облицовки, соответственно; $\tau_{\text{пс}}$ – коэффициент резонансного прохождения звука через облицовки с упругой связью между собой; $\tau_{\text{и}}$, $\tau_{2\text{с}}$ – коэффициенты резонансного прохождения звука через первую и вторую облицовки соответственно.

Звукоизоляция сэндвич-панели определяется по формуле:

$$R = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{\tau} \right). \quad (2)$$

Согласно теории самосогласования волновых полей [7] ограждение имеет максимально возможную (предельную) звукоизоляцию, когда основной вклад в излучение звука ограждением вносят инерционные волны, т. е. когда выполняется следующее условие:

$$\tau_{\text{и}} > \tau_{\text{с}}, \quad (3)$$

где $\tau_{\text{и}}$ – коэффициент инерционного прохождения звука; $\tau_{\text{с}}$ – коэффициент резонансного прохождения звука.

Предельной звукоизоляцией для сэндвич-панелей будем считать звукоизоляцию в режиме только инерционных колебаний ($\tau_{\text{с}} = \tau_{\text{пс}} + \tau_{\text{и}}\tau_{2\text{с}} = 0$) [5].

Для сэндвич-панели с рациональным конструктивным решением резонансная частота системы «масса – упругость – масса» находится за пределами нормируемого диапазона частот, поэтому коэффициент инерционного прохождения звука через облицовки с упругой связью между ними примем равным 0 ($\tau_{\text{пи}} = 0$) [5].

Таким образом, по формуле (1) коэффициент прохождения звука, соответствующий предельной звукоизоляции сэндвич-панели [5]:

$$\tau_{\text{пред}} = \tau_{\text{и}}\tau_{2\text{и}}, \quad (4)$$

где $\tau_{\text{и}}$, $\tau_{2\text{и}}$ – то же, что в формуле (1).

Выражения коэффициентов инерционного прохождения определяются по формулам [5]:



– для первой облицовки

$$\tau_{1и} = \frac{1}{\frac{2 \cdot 10^{-5} \mu_1^2 f^2}{F_{1и}^2} + 1}, \quad (5)$$

– для второй облицовки

$$\tau_{2и} = \frac{1}{\frac{6 \cdot 10^{-5} \mu_1^2 f^2 \cos^2 \theta_2}{F_{2и}^2} + 1}, \quad (6)$$

где μ_1 – поверхностная плотность облицовки (для одинаковых облицовок), кг/м²; f – текущая частота звука, Гц; θ_2 – угол падения звуковых волн на вторую облицовку, градус; $F_{1и}$ – функция отклика первой облицовки, на которую падет звук; $F_{2и}$ – функция отклика второй облицовки.

Таким образом, коэффициент прохождения звука, соответствующий предельной звукоизоляции сэндвич-панели определится из выражения [5]:

$$\tau_{пред.} = \frac{1}{\frac{2 \cdot 10^{-5} \mu_1^2 f^2}{F_{1и}^2} + 1} \cdot \frac{1}{\frac{6 \cdot 10^{-5} \mu_1^2 f^2 \cos^2 \theta_2}{F_{2и}^2} + 1}. \quad (7)$$

Подставляя коэффициент прохождения звука в формулу (2), получим формулу для определения предельной звукоизоляции сэндвич-панели конечных геометрических размеров [5]:

$$R_{пред} = 10 \log \left(\left[\frac{2 \cdot 10^{-5} \mu_1^2 f^2}{F_{1и}^2} + 1 \right] \left[\frac{6 \cdot 10^{-5} \mu_1^2 f^2 \cos^2 \theta_2}{F_{2и}^2} + 1 \right] \right). \quad (8)$$

В рассматриваемом случае излучение звука в изолируемое помещение происходит только с инерционными волнами ($\tau_c = 0$). Следовательно, звукоизоляция ограждения определяется только массой ограждающей конструкции, углом падения звука на вторую облицовку сэндвич-панели, величинами функции отклика первой и второй облицовок и текущей частотой звука и не зависит от самосогласования волновых полей и от коэффициента потерь материала облицовок.

Расчет звукоизоляции сэндвич-панелей с акустическим разобщением слоев проводится в соответствии с разработанным методом [6]. При этом резонансная частота системы «масса – упругость – масса» вычисляется по формуле [5]:

$$f_p = 0,16 \sqrt{\frac{2E_0}{d\mu_1}}, \quad (9)$$

где μ_1 – то же, что в формуле (6); $d = 2h_0 + 2h_3$ – расстояние между облицовками (см. рис. 1), м; h_0 – толщина разобщающего слоя, м; E_0 – величина, характеризующая акустическое разобщение слоев сэндвич-панели, Па.

Величина E_0 характеризует степень акустического разобщения слоев сэндвич-панели [5]:

$$E_0 = k E_d, \quad (10)$$

где E_d – динамический модуль упругости материала среднего слоя сэндвич-панели, Па; k – безразмерный эмпирический коэффициент, учитывающий толщину разобщающего слоя между облицовками и средним слоем сэндвич-панели ($k \leq 1$).

Значения коэффициента k подбираются по графику, приведенному на рис. 4 в зависимости от толщины разобщающих слоев. Данный график построен по результатам комплекса экспериментальных исследований звукоизоляции сэндвич-панелей с различной степенью акустического разобщения слоев [5]. Для сэндвич-

панели с жестким склеиванием облицовок и среднего слоя (акустическое разобщение слоев отсутствует) коэффициент $k = 1$.

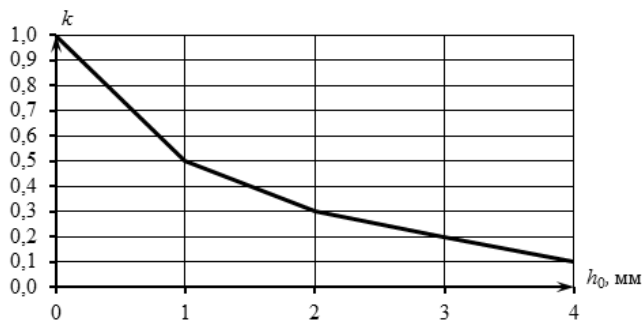


Рис. 4. Значения коэффициента k при различной толщине разобщающих слоев [5]

При расчете значения резонансной частоты системы «масса – упругость – масса» сэндвич-панели с акустическим разобщением слоев, оно не может быть принято меньше, чем предельное значение резонансной частоты ($f_{\text{пред}}$), которое соответствует значению резонансной частоты для двухслойного ограждения (f_0) с толщиной воздушного промежутка, равной толщине среднего слоя, и определяется по известной формуле:

$$f_{\text{пред}} = f_0 = 60 \sqrt{\frac{2}{d\mu_1}}, \quad (11)$$

где μ_1 – то же, что в формуле (6); d – то же, что в формуле (9).

На рис. 5 приведены экспериментальные и теоретические частотные характеристики звукоизоляции сэндвич-панели с акустическим разобщением слоев в сравнении с предельной звукоизоляцией [5]. Можно видеть, что разработанный теоретический метод расчета звукоизоляции обеспечивает хорошую сходимость с экспериментальными данными для частот выше граничной частоты диффузности реверберационных камер ($f > 160$ Гц).

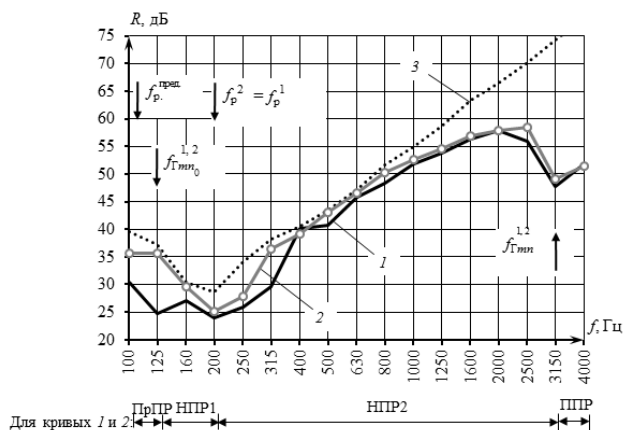


Рис. 5. Частотные характеристики звукоизоляции бескаркасной сэндвич-панели с акустическим разобщением слоев (слои полиэфирного волокна толщиной по 4 мм) со средним слоем из пенопласта толщиной 50 мм ($E_d = 7,5 \times 10^6$ Па); облицовки выполнены из ГВЛ толщиной по 12,5 мм; размеры образца $2,0 \times 1,2$ м: 1 – экспериментальные данные; 2 – теоретические данные; 3 – теоретически определенная предельная звукоизоляция сэндвич-панели [5]

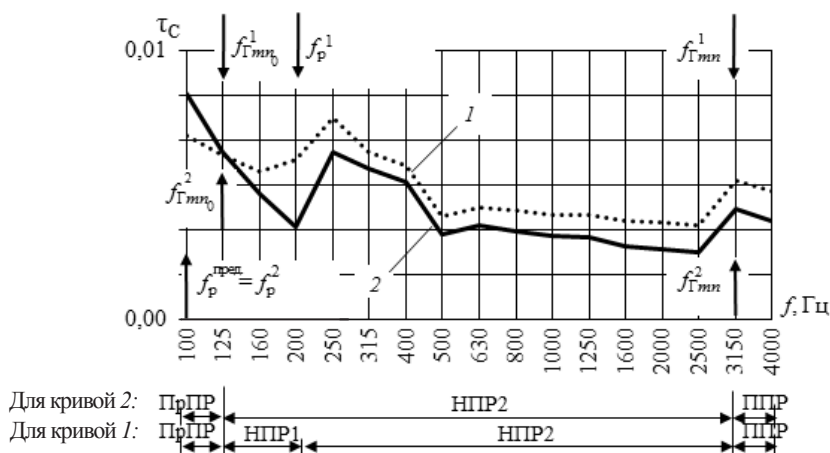


Рис. 6. Теоретические частотные характеристики коэффициентов резонансного прохождения звука через бескаркасные сэндвич-панели с акустическим разобщением слоев (слои полиэфирного волокна толщиной по 4 мм), облицовки выполнены из ГВЛ толщиной по 12,5 мм; размеры образца $2,0 \times 1,2$ м, с различными материалами среднего слоя: 1 – из пенопласта толщиной 50 мм ($E_d = 7,5 \times 10^6$ Па); 2 – из минераловатных плит толщиной 50 мм ($E_d = 8,0 \times 10^5$ Па)

Также можно видеть, что для экспериментально и теоретически полученных частотных характеристик звукоизоляции сэндвич-панели с акустическим разобщением слоев наблюдается совпадение граничных частот областей резонансного прохождения и значения резонансной частоты системы «масса-упругость – масса».

На рис. 6 представлено сравнение частотных характеристик коэффициентов резонансного прохождения звука через сэндвич-панели с акустическим разобщением слоев, с различными материалами среднего слоя: из пенопласта (кривая 1) и минераловатных плит (кривая 2). Можно видеть, что резонансное прохождение звука значительно ниже для ограждения со средним слоем из минераловатных плит. Это вызвано соотношением модулей упругости материалов среднего слоя, которые отличаются примерно в 10 раз.

Полученные теоретические и экспериментальные результаты подтверждают перспективность использования бескаркасных сэндвич-панелей для гражданского и промышленного строительства. Акустическое разобщение слоев позволяет эффективно использовать резервы повышения звукоизоляции данного типа ограждений, которые определяются соотношением резонансного и инерционного прохождения звука. Разработанный теоретический метод расчета звукоизоляции сэндвич-панелей позволяет проектировать рациональные конструктивные решения облегченных ограждающих конструкций зданий, с заранее заданными значениями звукоизоляции, в зависимости от спектра изолируемого шума.

Статья подготовлена в рамках работы «Обеспечение проведения научных исследований» (шифр работы 7.8615.2017/7.8), с финансированием из средств Минобрнауки России в рамках государственного задания на научные исследования в 2017–2019 гг.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочкин, А. А. Исследование звукоизоляции легких ограждений с вибродемпфирующими слоями / А. А. Кочкин // Вузовская наука – региону : материалы XV Всерос. науч. конф. с междунар. участием / Вологод. гос. ун-т. – Вологда, 2017. – С. 26–28.
2. Жоголева, О. А. Методика определения звукоизоляции ограждений квартир по условиям защиты от шума / О. А. Жоголева, Б. И. Гиясов, О. О. Федорова // Вестник МГСУ. – 2017. – Т. 12, № 10 (109). – С. 1153–1162.
3. Experimental study of sound insulation in multilayer enclosing structures / V. N. Bobylyov, V. A. Tishkov, D. V. Monich, V. V. Dymchenko, P. A. Grebnev // Noise Control Engineering Journal. – 2014. – № 62 (5). – P. 354–355.
4. Пат. 153758 Российская Федерация. Звукоизолирующее ограждение / В. Н. Бобылев, П. А. Гребнев, Д. В. Монич, В. А. Тишков ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – № 20141223097; заявл. 05.03.2014; опубл. 06.06.2011. – 2014.
5. Гребнев, П. А. Звукоизоляция ограждающих конструкций зданий из сэндвич-панелей: автореф. дис. ... канд. техн. наук / П. А. Гребнев ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – 21 с.
6. Расчет звукоизоляции сэндвич-панелей с учетом акустического разобщения слоев ; учеб. пособие / В. Н. Бобылев, В. А. Тишков, П. А. Гребнев, Д. В. Монич. – Нижний Новгород : ННГАСУ. – 2016. – 21 с.
7. Седов, М. С. Звукоизоляция / М. С. Седов // Техническая акустика транспортных машин : справочник / под ред. Н. И. Иванова. – Санкт-Петербург, 1992. – Гл. 4. – С. 68–106.

BOBYLYOV Vladimir Nikolaevich, corresponding member of the Russian academy of architecture and construction sciences, professor, holder of the chair of architecture; GREBNEV Pavel Alekseevich, candidate of technical sciences, engineer-researcher; MONICH Dmitriy Viktorovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of architecture; POPOV Sergey Ruslanovich, undergraduate student of the chair of architecture

THE STUDY OF SOUND INSULATION OF FRAMELESS ENCLOSING STRUCTURES OF SANDWICH-PANELS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel./fax: +7 (831) 430-19-46;
e-mail: zvuk.nngasu@mail.ru

Key words: sound insulation, ultimate sound insulation, lightweight enclosing structures, sandwich-panel, acoustic separation.

The article presents a method for calculating sound insulation of frameless sandwich panels with acoustic separation of layers and formula for determining their ultimate sound insulation. The results of theoretical and experimental laboratory studies of sandwich panels with acoustic separation of the layers are presented. Samples of sandwich panels with a middle layer made of foam and mineral wool were investigated.

REFERENCES

1. Kochkin A. A. Issledovanie zvukoizolyatsii lyogkikh ograzhdeniy s vibrodeмпfiruyuschimi sloями [Investigation of sound insulation of light enclosures with vibration damping layers]. Vuzovskaya nauka – regionu. Materialy XV Vseross. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem [University science – to the region. Proceedings of the XV All-Russian scientific conference with international participation]. Vologod. gos. un-t. Vologda, 2017. P. 26–28.



2. Zhogoleva O. A., Giyasov B. I., Fyodorova O. O. Metodika opredeleniya zvukoizolyatsii ograzhdeniy kvartir po usloviyam zashchity ot shuma [The technique for determining sound insulation of apartment enclosing structures according to the conditions of noise protection]. Vestnik MGSU [Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering], 2017. Vol. 12. № 10 (109). P. 1153–1162.

3. Bobylyov V. N., Tishkov V. A., Monich D. V., Dymchenko V. V., Grebnev P. A. Experimental study of sound insulation in multilayer enclosing structures. Noise Control Engineering Journal. 2014. 62 (5). P. 354–355.

4. Pat. 153758 Rossiyskaya Federatsiya. Zvukoizoliruyushee ograzhdenie [Pat. 153758 of the Russian Federation. Sound insulating enclosure]. Bobylyov V. N., Grebnev P. A., Monich D. V., Tishkov V. A. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. №20141223097; yayavl.: 05.03.2014; opubl.: 06.06.2011. 2014.

5. Grebnev P. A. Zvukoizolyatsiya ograzhdayuschikh konstruksiy zdaniy iz sendvich-paneley [Sound insulation of enclosing constructions of buildings of sandwich panels]. Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2016. 21 p.

6. Bobylyov V. N., Tishkov V. A., Grebnev P. A., Monich D. V. Raschyot zvukoizolyatsii sendvich-paneley s uchyotom akusticheskogo razobscheniya sloyov [Calculation of sound insulation of sandwich panels taking into account acoustic separation of layers]. Ucheb. posobie, Nizhny Novgorod, NNGASU, 2016. 21 p.

7. Sedov M. S. Zvukoizolyatsiya [Sound insulation]. Tekhnicheskaya akustika transportnykh mashin [Technical acoustics of vehicles]: spravochnik pod red. N. I. Ivanova. Saint-Petersburg, Politehnika, 1992. Ch. 4. P. 68–106.

© В. Н. Бобылев, П. А. Гребнев, Д. В. Монич, С. Р. Попов, 2018

Получено: 10.04.2018 г.

УДК 69.059:728.2

Ю. С. ГРИГОРЬЕВ, канд. техн. наук, проф. кафедры архитектуры;
В. В. ФАТЕЕВ, инженер, асс. кафедры архитектуры

УСИЛЕНИЕ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ ЖИЛОГО ДОМА, ПОСТРОЕННОГО НА УЧАСТКЕ С ЗАСЫПАННЫМ ОТВЕРШКОМ ОВРАГА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-57;

эл. почта: yus-gri@rambler.ru

Ключевые слова: деформации, разрушение, усиление, строительные конструкции, грунтовое основание, компьютерное моделирование.

Рассматриваются решения по усилению насыпного грунтового основания и фундаментной плиты деформирующегося 7-этажного жилого дома, построенного на участке, инженерно-геологические условия которого, характеризующиеся наличием засыпанного отвершка оврага и просадочных грунтов, распространенных в пределах контура здания, относятся к третьей категории сложности.

Исследованиями, выполненными авторами в 2013–2014 годах, программа и результаты которых опубликованы в нескольких работах [1–4], было установлено, что причиной деформации 7-этажного трехсекционного жилого дома и разрушения его строительных конструкций являются чрезмерные по величине неравномерные

осадки грунтового основания и опирающегося на него здания (рис. 1 цв. вклейки). Причиной же развития неравномерных деформаций является неправильный выбор типа фундамента, заключающийся в отказе от первоначально разработанного проекта свайного фундамента в пользу плоской неразрезной железобетонной фундаментной плиты неглубокого заложения, опирающейся на сильносжимаемую насыпь переменной мощности от 2,1 до 11,5 м, сформированную в результате бессистемной засыпки отвершка оврага, точное оконтуривание которого в плане и по глубине в период инженерно-геологических изысканий на стадии предпроектных работ в 1982 году выполнить не удалось из-за плотной частной застройки участка, отведенного под строительство.

Результаты исследований, выполненных авторами, послужили основанием для дополнительных инженерно-геологических изысканий, в результате которых были установлены контуры насыпи, заполняющей отвершек оврага, существенно отличающиеся от результатов первоначальных изысканий 1982 года (рис. 2 цв. вклейки).

Ко времени обследований, выполнявшихся в 2013–2014 годах, в первоначально сплошной фундаментной плите в месте примыкания секции № 1 к секции № 2 (под температурным деформационным швом) произошел разлом с разделением плиты на 2 части [1]. Фундаментная плита под секциями № 2 и № 3 просела относительно фундаментной плиты секции № 1 на 300 мм в месте разлома [1]. Поэтому для обеспечения дальнейшей безаварийной эксплуатации здания и исключения влияния секции № 2 на деформации грунтового основания под секцией № 1 были разработаны проектные решения по усилению грунтового основания под секциями домов № 2 и № 3.

В результате анализа ряда известных методов уплотнения и закрепления слабых грунтов было принято решение использовать нагнетание в насыпное основание с помощью инъекторов цементного раствора под высоким давлением с образованием под фундаментной плитой уплотненного цементно-грунтового массива (ЦГрМ) с модулем деформации при сжатии не менее 15 МПа. Величина модуля деформации, принятая в расчетах основания и фундаментной плиты, была принята по результатам опытных работ, выполненных по проекту усиления грунтового насыпного основания в аналогичных грунтовых условиях, разработанному авторами для строительства торгового павильона в городе Павлово в Нижегородской области (рис. 2, 3).

Выполнению весьма сложных и ответственных работ по устройству ЦГрМ под зданием должно в обязательном порядке предшествовать выполнение опытных работ, позволяющих при необходимости уточнить шаг инъекторов в плане, давление нагнетания, состав нагнетаемого раствора. В проекте было предусмотрено 5 опытных участков, предназначенных для отработки технологии и качества работ по устройству ЦГрМ. На участках под специально выполняющейся упорно-анкерной плитой закладываются круглые металлические стандартных размеров штампы, с помощью которых после схватывания раствора проводятся испытания ЦГрМ и определение его деформационных характеристик (рис. 1).

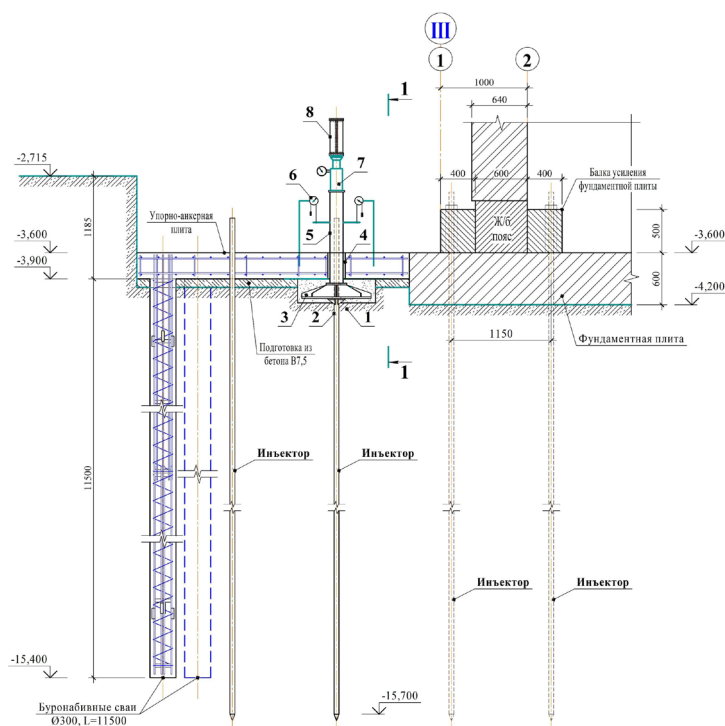


Рис. 1. Свайно-плитная упорно-анкерная конструкция с установленным под ней штампом для испытаний цементно-грунтового массива «армированного» трубчатым инъектором: 1 – грунтовое основание, уплотненное нагнетанием цементного раствора; 2 – инъектор; 3 – штамп; 4 – металлическая гильза; 5 – шток из стальной трубы; 6 – прогибомеры; 7 – гидравлический домкрат; 8 – упорная балка. Сечение 1-1 см. на рис. 2

Известные предложения по контролю качества уплотнения ЦГрМ статическим зондированием представляется весьма проблематичными, т. к. зондирование может быть использовано только до того, как схватится нагнетаемый раствор. В этом случае характеристики деформируемости ЦГрМ не будут соответствовать характеристикам после набора цементом прочности. В последнем случае зондирование выполнить просто не удастся.

Расчетами, выполненным авторами [2], было установлено, что существующая фундаментная плита не обладает необходимой прочностью из-за недостаточного армирования, а также из-за нарушений технологии бетонирования плиты, допущенных в процессе строительства. Следовало учесть также, что часть арматуры (около 20 %) в плите неизбежно будет порезана при сверлении в ней отверстий, необходимых для установки инъекторов. В результате серии расчетов был выбран наиболее рациональный способ конструктивного усиления фундаментной плиты системой перекрестных монолитных железобетонных балок (рис. 3–5 цв. вклейки) с включенными в систему армирования балок гильз, изготовленных из металлических труб, исключающих резку арматуры в балках при сверлении отверстий в фундаментной плите (рис. 5 цв. вклейки).

К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА
«УСИЛЕНИЕ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТНОЙ
ПЛИТЫ ЖИЛОГО ДОМА, ПОСТРОЕННОГО НА УЧАСТКЕ
С ЗАСЫПАННЫМ ОТВЕРШКОМ ОВРАГА»

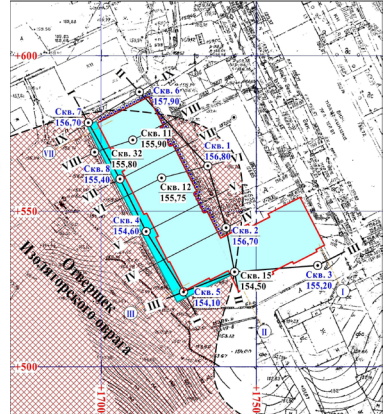
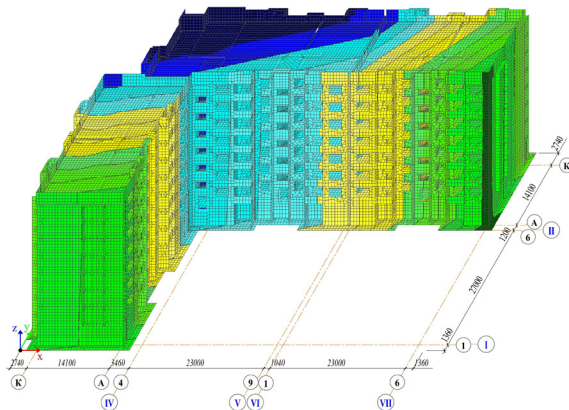


Рис. 1. Трехмерная конечно-элементная модель деформирующегося 7-этажного жилого дома

Рис. 2. Схема расположения здания на насыпном основании (съемка 2015 года)

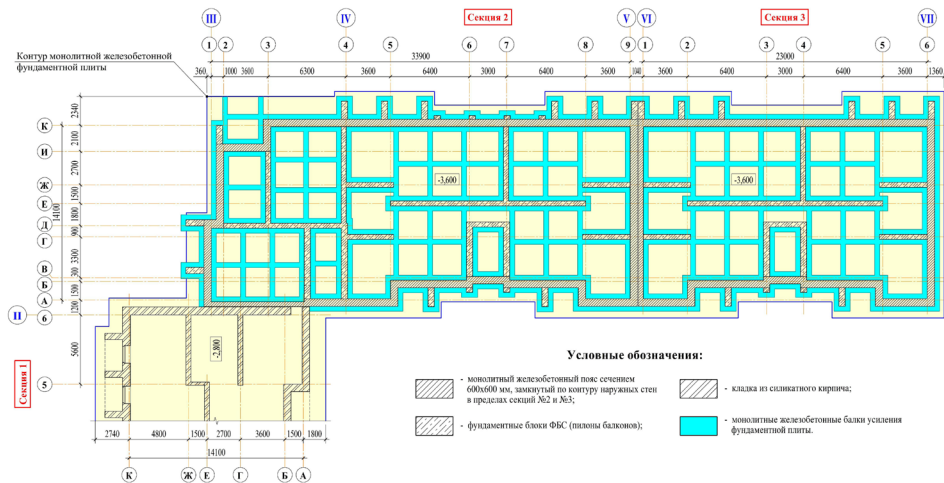


Рис. 3. Схема конструктивного усиления фундаментной плиты секций № 2 и № 3 системой перекрестных монолитных железобетонных балок

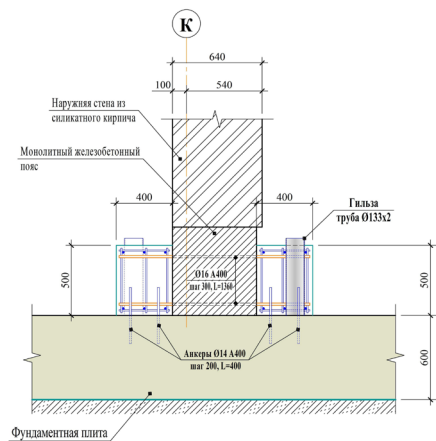


Рис. 4. Усиление фундаментной плиты железобетонными балками вдоль наружной продольной стены по оси К на участке в осях 3-4 (см. рис. 3 цв. вклейки)

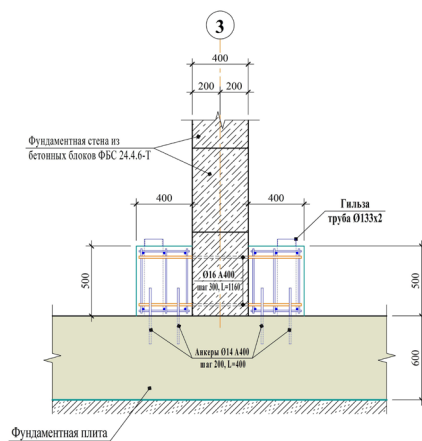


Рис. 5. Усиление фундаментной плиты железобетонными балками вдоль внутренней поперечной стены по оси 3 на участке в осях Д-И (см. рис. 3 цв. вклейки)

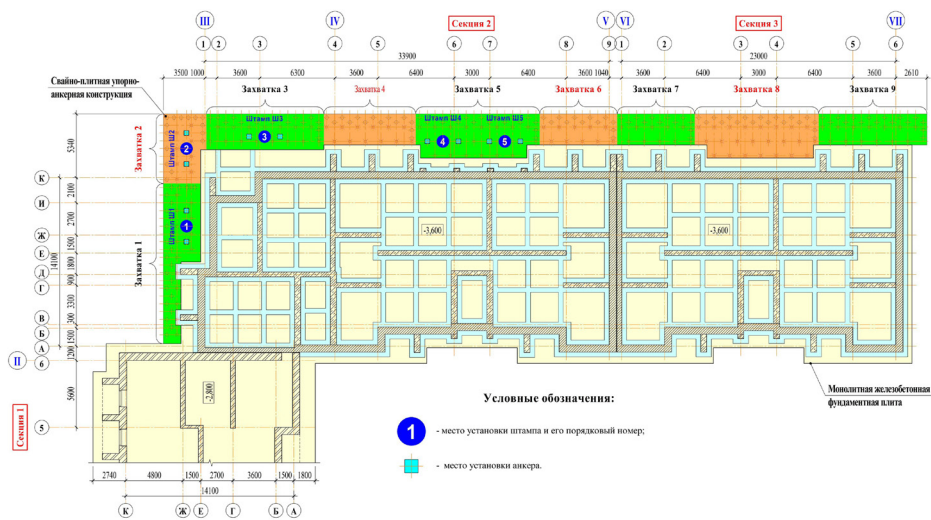


Рис. 6. Схема расположения захваток и опытных участков для штамповых испытаний

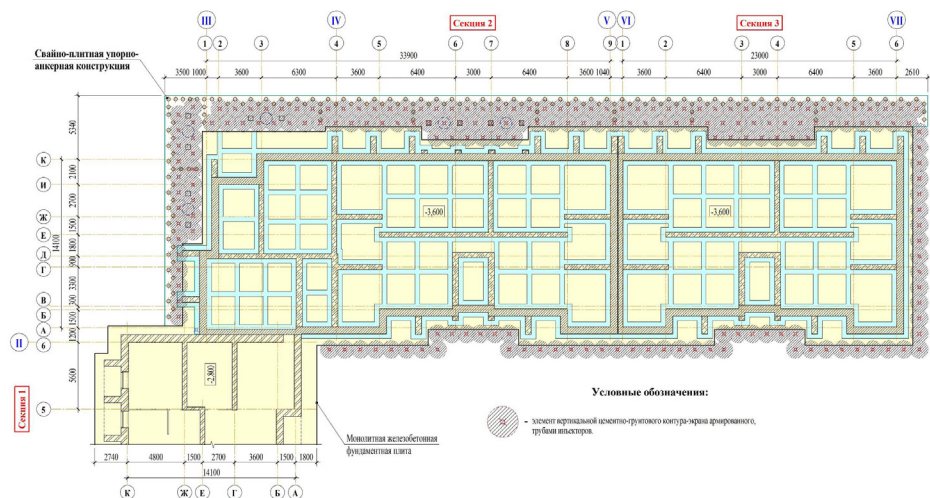


Рис. 7. Схема расположения элементов цементно-грунтового контура-экрана по периметру фундаментной плиты

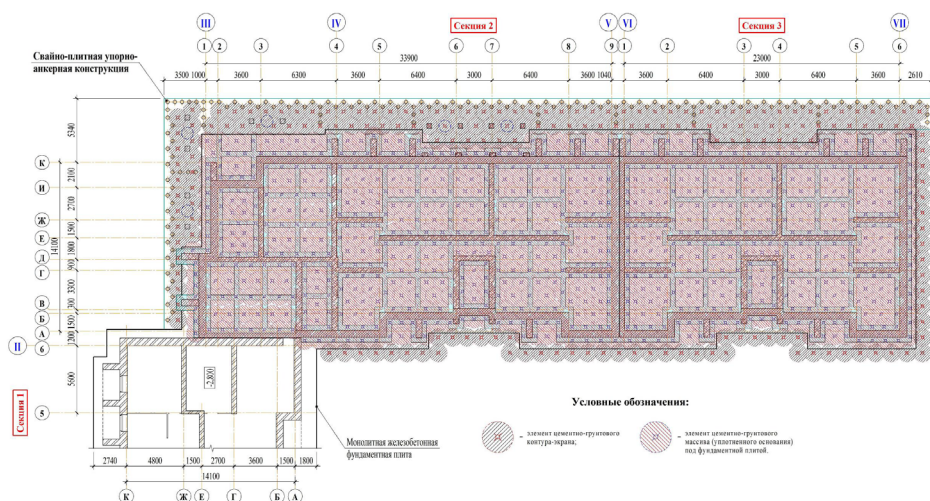


Рис. 8. Схема расположения элементов цементно-грунтового массива уплотненного основания

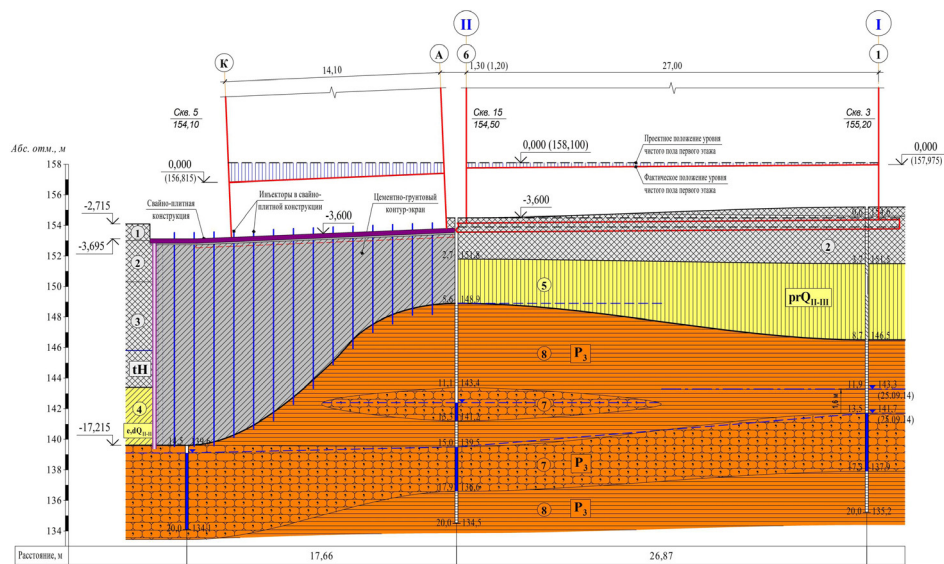


Рис. 9. Инженерно-геологический разрез III-III (см. рис. 2 цв. вклейки)

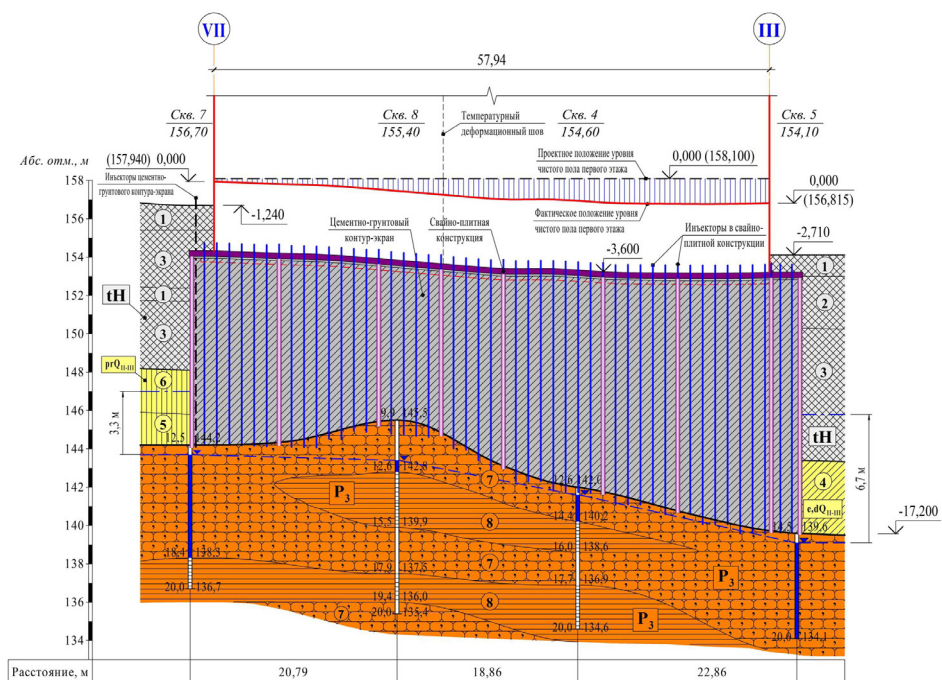


Рис. 10. Инженерно-геологический разрез I-I (см. рис. 2 цв. вклейки)

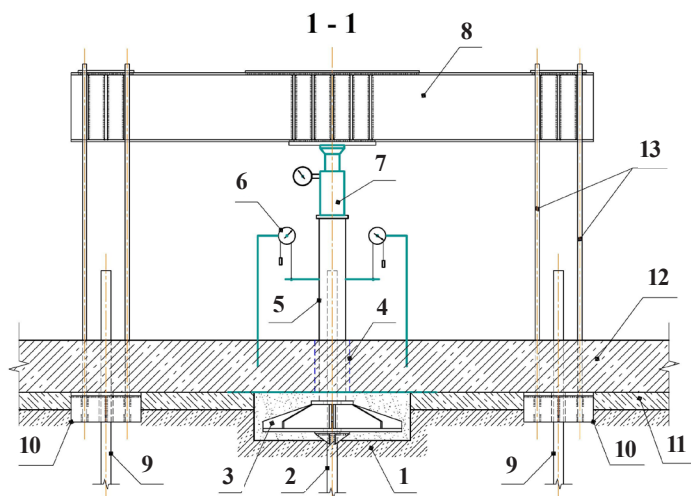


Рис. 2. Конструкция установки для испытаний цементно-грунтового массива штампом (см. рис.1): 1 – грунтовое основание, уплотненное нагнетанием цементного раствора; 2 – иньектор; 3 – штамп; 4 – металлическая гильза; 5 – шток из стальной трубы; 6 – прогибомеры; 7 – гидравлический домкрат; 8 – упорная балка; 9 – иньектор; 10 – упорная анкерная плита; 11 – бетонная подготовка; 12 – железобетонная упорная плита; 12 – анкера

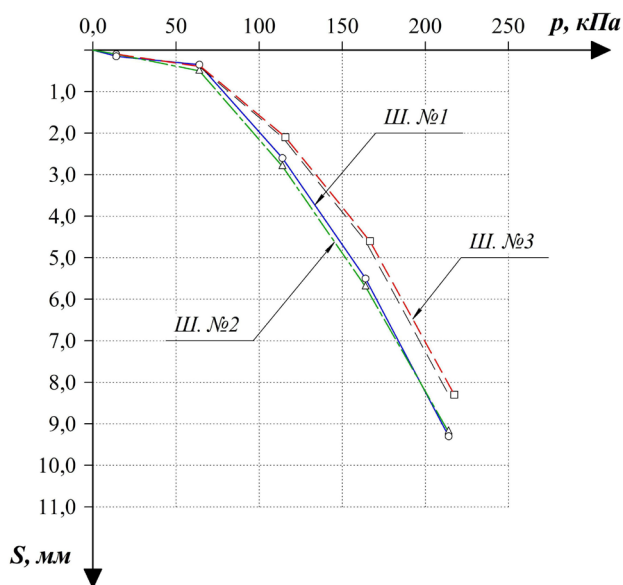


Рис. 3. Результаты штамповых испытаний цементно-грунтового массива штампами Ш. № 1-3 на опытных участках под фундаментной плитой торгового павильона № 1 в г. Павлово: 1 и 2 – кривые, построенные по результатам испытаний ЦГрМ, кривая 3 построена по результатам испытаний ЦГрМ, «армированного» трубчатый иньектором



В проекте предусмотрено выполнение работ по усилению фундаментной плиты и устройству ЦГрМ в следующей последовательности:

1. Усиление надземных строительных конструкций: 1) пилонов, служащих опорами для железобетонных козырьков, смонтированных над входами в подъезды дома; 2) перемычек над оконными проемами в наружных стенах; 3) пилонов, служащих опорами для плит перекрытий лоджий.

2. Усиление фундаментной плиты железобетонными балками в пределах цокольного этажа и подвала в секциях № 2 и № 3 (рис. 3–5 цв. вклейки).

3. Поэтапное по захваткам устройство вдоль секций № 2 и № 3 свайно-плитной упорно-анкерной конструкции, включающее (рис. 6, 7 цв. вклейки): 1) отрывку котлованов вдоль наружной стены, обращенной в сторону Изоляторского оврага; 2) устройство бетонной подготовки по дну котлованов; 3) устройство буронабивных свай; 4) установку штампов и анкерных плит; 5) установку инъекторов; 6) армирование и бетонирование упорной плиты захватками; 7) нагнетание в грунтовое основание цементного раствора; 8) испытания цементно-грунтовых массивов основания штампами последовательно на захватках – опытных участках.

Работы на опытных захватках следует выполнять в строгой последовательности после испытаний ЦГрМ штампом на предыдущих захватках и анализа их результатов. Цель опытных работ – контроль проектной величины модуля деформации уплотненного цементно-грунтового массива и при необходимости корректировка проекта уплотнения грунтового основания. Испытания штампами выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 20276-2012. Для выполнения испытаний в проекте были разработаны 3 разновидности конструкций штампов с одинаковой стандартной площадью подошвы, позволяющие исследовать деформируемость уплотненного массива с учетом и без учета влияния армирования массива остающимися в грунте инъекторами (рис. 2).

Проект по уплотнению грунтового основания нагнетанием цементного раствора на следующих захватках, а также под фундаментной плитой, может быть откорректирован (при необходимости) в зависимости от результатов испытаний штампами уплотненных ЦГрМ на первых опытных захватках.

По результатам испытаний могут быть уточнены: 1) схема расстановки инъекторов на очередной захватке (и в дальнейшем в фундаментной плите); 2) состав раствора; 3) давление нагнетания раствора; 4) величина проектного «отказа» при нагнетании раствора.

4. По завершении испытаний ЦГрМ на опытных захватках, после их обработки и анализа в котловане у наружной стены выполняются:

1) усиление фундаментной плиты монолитными железобетонными балками снаружи здания у стен, ориентированных вдоль координационных осей «1» (секция № 2) и «К» (секции № 2 и № 3);

2) усиление железобетонными рубашками цокольной части кирпичных пилонов наружной продольной стены секций № 2 и № 3, ориентированной по оси «К», на участке у деформационного шва в осях «8» – «2».

5. Устройство контуров-экранов из уплотненного нагнетанием цементного раствора грунта по наружному контуру фундаментной плиты секций № 2 и № 3 вдоль координационных осей II и VII, препятствующее выпиранию грунта и раствора из-под фундаментной плиты при массовом нагнетании раствора под фундаментной плитой (рис. 7 цв. вклейки).

6. Усиление фундаментной плиты монолитными железобетонными балками снаружи здания и изнутри цокольного этажа секции № 2 и подвала секции № 3.



Перед началом работ по усилению фундаментной плиты демонтируются гипсокартонные и кирпичные перегородки и бетонный пол с песчаной подсыпкой в помещениях цокольного этажа и подвала секций № 2 и № 3 (рис. 3 цв. вклейки).

7. Усиление насыпного грунтового основания под фундаментной плитой здания нагнетанием в грунт цементного раствора (рис. 8–10 цв. вклейки).

8. Косметический ремонт, включающий: устройство защитных конструкций деформационного шва, расположенного между секциями № 1 и № 2; инъектирование трещин в стенах секций № 2 и № 3; ремонт кровли секций № 2 и № 3.

Расчетами напряженно-деформированного состояния уплотненного грунтового основания и усиленной фундаментной плиты подтверждены эффективность разработанных проектных решений [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорьев, Ю. С. Исследование причины деформации жилого дома на улице Ломоносова в Нижнем Новгороде / Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2017. – № 2 (42). – С. 46–53.

2. Григорьев, Ю. С. Исследование напряженно-деформированного состояния фундаментной плиты жилого дома на насыпном грунтовом основании / Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2017. – № 4 (44). – С. 16–23.

3. Григорьев, Ю. С. Причины деформации и разрушения строительных конструкций жилого дома, построенного на присклоновой территории / Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2017. – № 5. – С. 10–15.

4. Grigor'ev, Yu. S. Reasons for deformation and failure of the structural units of an apartment building on a slopeside site / Yu. S. Grigor'ev, V. V. Fateev // Soil Mechanics and Foundation Engineering / Springer Science+Business Media. – New York, 2017. – Vol. 54, № 5. – P. 318–323.

GRIGOREV Yuri Semyonovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of architecture; FATEEV Valery Valerevich, engineer, assistant of the chair of architecture

STRENGTHENING THE FOUNDATION BED AND FOUNDATION PLATE OF A RESIDENTIAL BUILDING BUILT ON A SITE WITH A FILLED UP OFFSHOOT OF A RAVINE

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57;
e-mail: yus-gri@rambler.ru

Key words: deformation, destruction, strengthening, building structures, foundation soil, computer modeling.

The article discusses solutions for strengthening the bulk foundation soil and foundation plate of a deforming 7-storey residential building, built on a site, which engineering and geological conditions, characterized by a ravine filled up offshoot and slump sedimentary soils widespread within the contour of the building, belong to the third category of complexity.

REFERENCES

1. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Issledovanie prichiny deformatsii zhilogo doma na ulitse Lomonosova v Nzhnem Novgorode [Research of the cause of deformation of a seven-



story building on the Lomonosov street in Nizhny Novgorod] *Privolzhskiy nauchny zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit.un-t. Nizhny Novgorod. 2017. № 2 (42). P. 46–53.

2. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Issledovanie napryazhyonno-deformirovannogo sostoyaniya fundamentnoy plity zhilogo doma na nasypnom gruntovom osnovanii [Investigation of the stress - strain conditions of the foundation plate of a residential building on a bulk soil base]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit.un-t. Nizhny Novgorod. 2017. № 4 (44). P. 16–23.

3. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Prichiny deformatsii i razrusheniya stroitelnykh konstruktсий zhilogo doma, postroennogo na prisklonovoy territorii [Reasons for deformation and failure of the structural units of an apartment building on a slopeside site]. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov* [Soil Mechanics and Foundation Engineering]. 2017. № 5. P. 10–15.

4. Grigorev Yu. S., Fateev V. V. Reasons for deformation and failure of the structural units of an apartment building on a slopeside site. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. Springer Science+Business Media New York. 2017. Vol. 54, № 5. P. 318–323.

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2018

Получено: 10.04.2018 г.

УДК 528.482

Г. А. ШЕХОВЦОВ, д-р техн. наук, проф. кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВЕКТОРА КРЕНА ВЫСОКИХ СООРУЖЕНИЙ БАШЕННОГО ТИПА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 434-05-26;
эл. почта: ing_geod@nngasu.ru

Ключевые слова: крен, окружность стандартов, радиус, эксцентриситет, ошибка.

Приведена методика геометрической интерпретации определения проекций вектора полного крена высоких сооружений башенного типа на любые два взаимно перпендикулярные направления. Методика основана на использовании окружности, центр которой расположен в середине вектора, а радиус равен его половине. На числовом примере показаны графическое и аналитическое решения задачи. Оценку точности получаемых результатов с одновременной их геометрической интерпретацией предлагается выполнять с помощью окружности стандартов. Детально описана методика вычисления линейных и угловых элементов, необходимых для построения. На числовом примере показан способ ориентирования этой окружности относительно координатных осей и порядок определения по ней средних квадратических ошибок одновременно по любым двум взаимно перпендикулярным направлениям. Отмечается, что графическое и аналитическое решения поставленных в статье задач дают практически одинаковые результаты.

В работе [1] в соответствии с требованиями Инструкции [2] рассматривается методика разложения вектора полного крена высотного сооружения башенного типа на его составляющие по осям симметрии этого сооружения. Графическое решение задачи «классическим» способом предлагается выполнять в любой CAD-системе. Аналитические расчеты базируются на известной методике [3] определения координат геометрических центров нижнего и верхнего сечений сооружения.

Для этого производится вычисление координат точек полигона, образованного центром нижнего сечения O и концами 1, 2, 3 векторов частных кренов Q_1 , Q_2 и общего крена Q (рис. 1).

В статье предлагается более простая методика геометрической интерпретации, исключающая необходимость вычисления координат и позволяющая непосредственно определять составляющие вектора полного крена одновременно по любым двум взаимно перпендикулярным направлениям с последующей оценкой точности получаемых результатов. Сущность методики поясняется рис. 1 и заключается в следующем.

Допустим, что с пунктов T_1 и T_2 способом прямой угловой или азимутальной засечки определены частные крены башенного сооружения $O-1 = Q_1$ и $O-2 = Q_2$. «Классическим» способом перпендикуляров может быть найдено направление полного крена $O-3$, величину которого Q можно найти графически или вычислить по общеизвестной формуле.

Поделив отрезок $O-3$ пополам, находим точку Π , из которой как из центра проводим окружность. Теперь, если требуется определить проекции полного крена на заданное направление x' (составляющее с x угол α') и перпендикулярное ему направление y' , то достаточно провести на чертеже это направление x' и получить сразу $O-4 = Q \cos \delta'$, $4-3 = Q \sin \delta'$. Таким образом можно получить составляющие вектора полного крена одновременно по любым двум взаимно перпендикулярным направлениям.

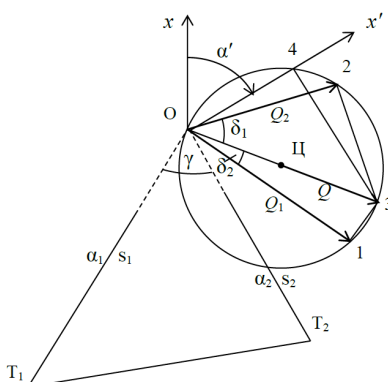


Рис. 1. Схема к определению составляющих полного крена по заданному направлению

Аналитический путь решения задачи предусматривает элементарные вычисления катетов прямоугольного треугольника $O-4-3$, а именно:

$O-4 = Q \cos \delta'$, $4-3 = Q \sin \delta'$, где угол δ' равен разности $(\alpha_{O-3} - \alpha')$.

В свою очередь:

$$\alpha_{O-3} = \alpha_{O-2} + \delta_1 = \alpha_{O-2} + \arctg \frac{\sqrt{Q^2 - Q_2^2}}{Q_2},$$

$$\alpha_{O-3} = \alpha_{O-1} - \delta_2 = \alpha_{O-1} - \arctg \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1}, \quad (1)$$

причем для случая, показанного на рис. 1, дирекционный угол

$\alpha_{O-2} = \alpha_{O-T_2} - 90^\circ$, а дирекционный угол $\alpha_{O-1} = \alpha_{O-T_1} - 90^\circ$.

Отметим, что предлагаемая методика полностью применима и для опреде-



ления приращений крена от цикла к циклу. Контролем всех вычислений могут служить равенства

$$\delta_1 + \delta_2 = \gamma; \quad \alpha_{0-2} + \delta_1 = \alpha_{0-1} - \delta_2; \quad Q = \sqrt{Q_{x'}^2 + Q_{y'}^2}.$$

В табл. 1 приведен пример вычислений по составленной в программе Excel системе, в которую достаточно ввести исходные данные α_1 , α_2 , Q_1 , Q_2 , α' и получить всю необходимую информацию. Причем сравнение аналитических расчетов с результатами графических построений показали их полную сходимость.

Таблица 1

**Исходные данные и результаты вычислений
составляющих полного крена**

$\alpha_1, ^\circ$	$\alpha_2, ^\circ$	$\gamma, ^\circ$	$Q_1, \text{мм}$	$Q_2, \text{мм}$	$Q, \text{мм}$	$\delta_1, ^\circ$	$\delta_2, ^\circ$	$\alpha', ^\circ$	$\alpha_{0-3}, ^\circ$	$\delta', ^\circ$	$Q_{x'}, \text{мм}$	$Q_{y'}, \text{мм}$
210	150	60	55	40	56,9	45,3	14,7	40	105,3	65,3	23,8	51,7

Оценку точности любых геодезических засечек с одновременной геометрической интерпретацией получаемых результатов можно производить с помощью предложенной нами окружности стандартов, которая обладает наибольшей семантометрической насыщенностью по сравнению с другими геометрическими критериями [4]. Ее элементами являются линейные и угловые величины, по которым она может быть построена и ориентирована относительно координатных осей. Определение этих элементов может осуществляться с помощью: матрицы коэффициентов системы нормальных уравнений, матрицы весовых коэффициентов, периметра и замыкающей квадратического полигона. В нашем случае однократной засечки окружность стандартов наиболее просто построить по углу засечки γ и значениям так называемых исходных элементов l_1 , l_2 , вычисляемых по формулам:

$$l_1 = \frac{S_2 m_{\alpha_2}}{\rho \sin \gamma}, \quad l_2 = \frac{S_1 m_{\alpha_1}}{\rho \sin \gamma}, \quad (2)$$

где S_1 , S_2 – длины сторон засечки, мм; $m_{\alpha_{1,2}}$ – средние квадратические ошибки (СКО) дирекционных углов, принятые в дальнейших расчетах равными $5''$; $\rho = 206\,265''$.

Методика построения окружности стандартов иллюстрируется на рис. 2 и заключается в следующем. Вначале строят в выбранном масштабе треугольник 1-О-2 со сторонами $O-1 = l_1$ и $O-2 = l_2$, внутренний угол между которыми должен быть равен $(90^\circ + \gamma)$. Причем, если нумерация точек T_1 и T_2 идет против часовой стрелки (как на рис. 1), то строят окружность с правым эксцентриситетом, если по часовой стрелке – то с левым. Проведя из точки O_1 как из центра окружность радиусом $R = O_1-1 = O_1-2$, получим окружность стандартов с внутренним правым эксцентриситетом $e = O_1-O$. Точка O делит диаметр этой окружности O_2-O_3 на две части, одна из которых $O-O_2 = A_0$, другая $O-O_3 = B_0$, являющиеся соответственно большой и малой полуосями эллипса ошибок.

Традиционный способ ориентирования таких геометрических критериев как эллипс или подера заключается в определении дирекционного угла ϕ_0 большой полуоси A_0 . В работе [4] приведены еще пять различных способов ориентирования окружности стандартов относительно координатных осей. В нашем случае графический способ ориентирования заключается в следующем (рис. 2).



Теперь по этой ориентированной окружности можно определить СКО как по осям координат, так и по двум любым взаимно перпендикулярным направлениям. Для этого достаточно отложить удвоенное значение дирекционного угла α' заданного направления и провести диаметр 7-8 (рис. 2, 3). Тогда отрезок О-7 = m_1 будет равен СКО по направлению α' , а отрезок О-8 = m_2 равен СКО по перпендикулярному направлению $\alpha'+90^\circ$.

Аналитическое решение задачи заключается, во-первых, в определении радиуса R и эксцентриситета e по формуле

$$R_e = 0,5\sqrt{l_1^2 + l_2^2 \pm 2l_1l_2 \sin\gamma}, \quad (3)$$

где знак «плюс» соответствует радиусу R , а «минус» – эксцентриситету e .





Схема на рис. 3 наглядно демонстрирует, что $A_0 = R + e$, $B_0 = R - e$, а углы $2\varphi_0$, $2\delta_1$ и $2\delta_2$ равны [4]:

$$\begin{aligned} 2\varphi_0 &= 2\alpha_1 \mp 2\delta_1 = 2\alpha_2 \pm 2\delta_2, \\ 2\delta_1 &= \arctg \frac{l_2^2 \sin 2\gamma}{l_1^2 + l_2^2 \cos 2\gamma}, \quad 2\delta_2 = \arctg \frac{l_1^2 \sin 2\gamma}{l_2^2 + l_1^2 \cos 2\gamma}, \\ 2\delta_1 + 2\delta_2 &= 2\gamma, \end{aligned} \quad (4)$$

причем следует иметь в виду, что верхние знаки соответствуют окружности СКО с правым эксцентриситетом, нижние – с левым. Если разность углов отрицательна (как на рис. 3), то к ней необходимо прибавить 360° . Если по формулам (4) получают отрицательное значение угла $2\delta_1$ или $2\delta_2$, то к нему надо прибавить 180° .

В табл. 2 приведены результаты вычислений элементов окружности стандартов по составленной в программе Excel системе, в которую достаточно ввести исходные данные α_1 , α_2 , S_1 , S_2 и получить всю необходимую информацию. Причем сравнение аналитических расчетов с результатами графических построений показали их полную сходимость. Следует добавить, что в качестве углов α_1 и α_2 можно брать их прямые или обратные значения, поскольку в дальнейшем используются их удвоенные величины.

В общем виде СКО m_1 и m_2 по любым двум взаимно перпендикулярным направлениям α' и $\alpha' + 90^\circ$ (рис. 3) можно определить по известной теореме косинусов

$$m_1^2 = e^2 + R^2 - 2eR \cos \varphi_1, \quad m_2^2 = e^2 + R^2 - 2eR \cos \varphi_2. \quad (5)$$

Таблица 2

**Результаты вычислений линейных и угловых элементов
окружности стандартов**

Углы по рис. 1, градус			Длины сторон, м		Линейные элементы, мм				Угловые элементы, градус		
α_1	α_2	γ	S_1	S_2	l_1	l_2	R	e	$2\delta_1$	$2\delta_2$	$2\varphi_0$
210	150	60	300	250	7,0	8,4	7,4	2,1	77,3	42,7	342,6

В нашем примере (рис. 3) угол $\varphi_1 = 2\varphi_0 - 180^\circ - 2\alpha' = 342,6 - 180^\circ - 80^\circ = 82,6^\circ$, а угол $\varphi_2 = 180^\circ - \varphi_1 = 97,4^\circ$. Подставляя в формулы (5) значения e и R из табл. 2, получим $m_1 = 7,4$ мм, $m_2 = 7,9$ мм, что полностью совпадает с результатами графических построений.

Следует сказать, что современные технологии определения пространственного положения высоких сооружений башенного типа с использованием электронных тахеометров безотражательного типа позволяют определять непосредственно координаты точек О и 3 (геометрических центров нижнего и верхнего сечений сооружения) даже с одной точки стояния прибора T_1 или T_2 [3]. В этом случае геометрическая интерпретация составляющих полного крена еще более упрощается. Для этого достаточно по координатам нанести точки О и 3 на чертеж и из середины полученного отрезка провести окружность, с помощью которой можно определить составляющие крена по любым двум взаимно перпендикулярным направлениям.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров, Б. Ф. О способах получения составляющих вектора крена при техническом обследовании антенно-мачтовых сооружений / Б. Ф. Азаров, П. П. Мурзинцев // Геодезия и картография. – 2016. – № 9. – С. 13–17.
2. Инструкция по эксплуатации антенных сооружений радиорелейных линий связи. – Москва : Минсвязи СССР. – 1981. – 29 с.
3. Шеховцов, Г. А. Современные геодезические методы определения деформаций инженерных сооружений / Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2014. – 255 с.
4. Шеховцов, Г. А. Оценка точности положения геодезических пунктов / Г. А. Шеховцов. – Москва : Недра, 1992. – 255 с.

Shekhovtsov Gennady Anatolevich, doctor of technical sciences, professor of the chair of geoinformatics, geodesy and cadastre

TO THE DETERMINATION OF VECTOR COMPONENTS OF THE TOWER-TYPE STRUCTURES' TILT

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering.

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 434-05-26; e-mail: ing_geod@nngasu.ru

Key words: tilt, circle standard, radius, eccentricity, error.

The article describes a method of geometric interpretation of the determination of projections of the total tilt vector of tower-type structures on any two mutually perpendicular directions. It is based on the use of a circle, which centre locates in the middle of the vector, and its radius is equal to the vector's half. Graphic and analytic solutions of the problem are shown by a numerical example. The accuracy of assessment of the obtained results and their simultaneous geometric interpretation are proposed to be implemented with the help of a circle standard. The method of calculation of linear and angular elements necessary for its construction is described in detail. By a numerical example a method of orienting the circle relative to the co-ordinate axes and procedure of determining root-sum-square uncertainties simultaneously by means of any two mutually perpendicular directions are shown. The graphic and analytic solutions of the problems addressed in the article give almost identical results.

REFERENCES

1. Azarov B. F., Mursintsev P. P. O sposobakh polucheniya sostavlyayuschikh vektora krena pri tekhnicheskoy obsledovaniy antenno-machtovykh sooruzheniy [About the ways of determining the tilt vector components during technical inspection of tower-type structures]. Geodeziya i kartografiya [Geodesy and cartography]. 2016. № 9. P. 13–17.
2. Instruksiya po ekspluatatsii antennoykh sooruzheniy radioreleynykh liniy svyazi [Instructions on exploitation of antenna radio relay communication lines]. Moscow. Minsvyazi SSSR. 1981. 29 p.
3. Shekhovtsov G. A., Shekhovtsova R. P. Sovremennyye geodezicheskiye metody opredeleniya deformatsiy inzhenernykh sooruzheniy [Modern geodetic methods of determining deformations of engineering structures]. Nizhegor. gos. arkhitekt.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2014. 255 p.
4. Shekhovtsov G. A. Otsenka tochnosti polozheniya geodesicheskikh punktov [Estimation of the accuracy of the position of geodesic points]. Moscow. Nedra. 1992. 255 p.

© Г. А. Шеховцов, 2018

Получено: 20.01.2018 г.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 697.7

В. И. БОДРОВ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой отопления и вентиляции;
М. В. БОДРОВ, д-р техн. наук, проф. кафедры отопления и вентиляции;
А. А. СМЫКОВ, аспирант кафедры отопления и вентиляции

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ С СИСТЕМАМИ ОТОПЛЕНИЯ НА БАЗЕ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-85;
эл. почта: tes84@inbox.ru

Ключевые слова: теплофизика, ограждение, отопление, инфракрасное излучение, лучистое отопление, излучатель.

Приведены результаты исследования теплового и температурного режимов наружных ограждающих конструкций под воздействием инфракрасного излучения. Проведены численный и натурный эксперименты. Проведена оценка точности существующих методов расчета теплофизических характеристик наружных ограждающих конструкций в зданиях с системами отопления на базе инфракрасных излучателей.

В настоящее время ввиду роста тарифов на энергоресурсы одной из основных задач в обеспечении теплотой производственных зданий является снижение энергозатрат [1]. В современных условиях промышленного производства зачастую только малая часть площадей промышленных помещений используется для работы обслуживаемого персоналом оборудования и требует поддержания определенного теплового режима. Наиболее распространенные схемы водяного отопления довольно часто оказываются чрезмерно затратными, а использование конвективного отопления для обогрева производственных помещений и складов не является экономически обоснованным. Одним из путей снижения затрат тепловой энергии на отопление зданий является применение систем отопления на базе инфракрасных излучателей (ИИ). Анализ основных характеристик и режимов работы ИИ [2, 3] позволяет выявить преимущества таких систем отопления по сравнению с традиционными (конвективной, воздушной), в ряде случаев такие системы действительно гораздо более эффективны [4] для обеспечения регламентного теплового режима на отдельных участках крупногабаритных помещений производственного назначения [5]. В системах отопления на базе ИИ подача теплоты в рабочую зону осуществляется направленным тепловым излучением: инфракрасное излучение нагревает непосредственно поверхность кожи людей, животных. Ввиду того, что воздух не поглощает инфракрасное излучение, а лишь рассеивает его, большая часть энергии аккумулируется в приповерхностных слоях ограждающих конструкций и затем используется для формирования конвективных потоков, обеспечивающих нагрев воздуха рабочей зоны. Таким образом, перспективность использования ИИ достаточно очевидна [6].

Одной из основных причин ограниченного применения систем отопления на базе ИИ является отсутствие апробированной практикой методики проектирования теплового контура зданий, в которых они потенциально могут быть применены. В рабочей зоне производственных помещений допускается снижение величины температуры воздуха рабочей зоны $t_{в.р}$ до $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сравнению со значениями, предусмотренными СанПиН 2.2.4.548-96 [7]. Многие действующие нормативные документы, определяющие параметры микроклимата помещений, не учитывают специфику работы систем теплового излучения. Мощность систем отопления принимается равной расчетным потерям теплоты здания, т. е. изначально перечеркиваются преимущества в части экономии тепловой энергии радиационного отопления по сравнению с конвективным и воздушным, составляющие порядка 40 % [5, 6, 8]. Используемые подходы по анализу температурных режимов объектов с лучистым теплообеспечением не учитывают конвективную составляющую теплообмена на внутренних поверхностях и отвод теплоты в ограждающие конструкции. В то же время эти факторы в реальных вариантах систем лучистого отопления могут играть определяющую роль.

Уменьшение подачи теплоты в помещение при использовании ИИ, достаточной для поддержания допустимой температуры $t_{в.р}$ по сравнению с конвективным или воздушным отоплением, влечет за собой снижение температуры воздуха в верхней (необлучаемой) зоне $t_{в.в}$. Температура внутренней поверхности ограждений необлучаемой верхней зоны $\tau_{в.з}$ (рис. 1) может опуститься до температуры «точки росы», что влечет конденсацию водяных паров на ограждении.

Для предотвращения увлажнения наружных ограждений нормирование их теплозащитных показателей при лучистом отоплении необходимо проводить отдельно для облучаемых (в рабочей зоне) и необлучаемых поверхностей, а также в зависимости от радиального расстояния r от излучателя до поверхности-поглотителя. Однако практическое определение требуемого сопротивления теплопередаче $R_0^{\text{тп}}$ по общепринятой методике затруднено из-за нестационарности процессов теплопередачи [6]. Переменными являются значения нормированного потока теплоты $q^{\text{н}}$, который численно равен произведению величин коэффициента теплоотдачи с внутренней поверхности $\alpha_{\text{в}}$ и нормативного перепада температур $\Delta t^{\text{н}}$ на гряды различных зон ограждений ($q^{\text{н}} = \alpha_{\text{в}} \Delta t^{\text{н}}$).

Имеются рекомендации для помещений с лучистым отоплением: при расчете величины $R_0^{\text{тп}}$ следует исключить теплообмен на внутренних поверхностях [9] и находить значение $R_0^{\text{тп}} = R_0^{\text{тп}} - 1/\alpha_{\text{в}}$, где $R_0^{\text{тп}}$ – требуемое сопротивление теплопередаче от внутренней поверхности ограждения с температурой $\tau_{\text{в}}^{\text{доп}} = t_{\text{в.р}} - \Delta t^{\text{н}}$ к наружному воздуху. Формула для определения $R_0^{\text{тп}}$ в этих условиях с учетом поправочного коэффициента n имеет вид

$$R_0^{\text{тп}} = \frac{(\tau_{\text{в}}^{\text{доп}} - t_{\text{н}})n}{q^{\text{н}}}, \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}. \quad (1)$$

Принятое допущение, что $\tau_{\text{в}}^{\text{доп}}$ определяется как разность температуры воздуха рабочей зоны $t_{\text{в.р}}$ и нормативного перепада температур $\Delta t^{\text{н}}$ позволяет предположить, что точность определения $R_0^{\text{тп}}$ по формуле (1) может быть недостаточна, т. к. температура облученной поверхности в зданиях с системами отопления на базе ИИ, как показывает практика, выше температуры воздуха.

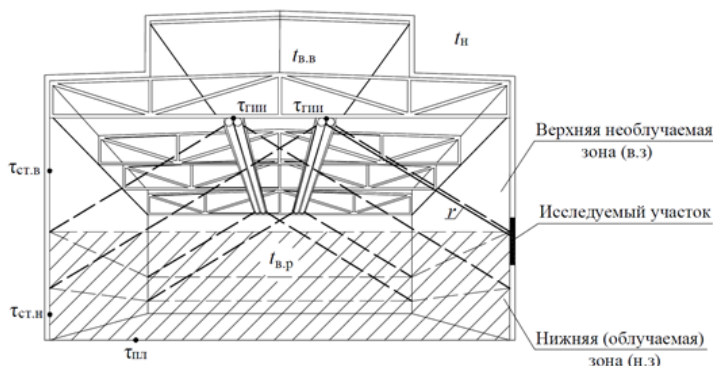


Рис. 1. Температурный режим в помещении при лучистом отоплении (вариант с «темными» газовыми ИИ)

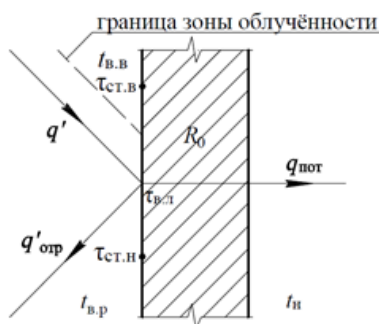


Рис. 2. Тепловой режим наружной ограждающей конструкции в здании с системой отопления на базе ИИ на исследуемом участке

Авторами было проведено исследование температурного режима наружных ограждающих конструкций в зданиях с системами отопления на базе ИИ, в результате которого были получены диаграммы (рис. 3а и 3б), на которых наглядно показано различие температурного режима в случаях с применением систем конвективного и лучистого отопления. Были введены следующие обозначения:

– $q' = \frac{W_{\text{общ}}}{4\pi r^2} \cos \varphi$, Вт/м² – радиационный тепловой поток от точечного источника излучения [10] ($W_{\text{общ}}$ – мощность ИИ, Вт; φ – угол между нормалью и направлением потока излучения на данную точку поверхности);

– $W_{\text{точ}} = \frac{W_{\text{общ}}}{l_{\text{общ}}} l_{\text{точ}}$ – мощность точечного источника излучения, Вт

($l_{\text{общ}}$ – длина ИИ, м; $l_{\text{точ}}$ – принятая длина точечного ИИ, м);

– $q_{\text{пот}} = K(t_{\text{в.р}} - t_n)$, Вт/м² – поток теплоты, равный потерям через наружное ограждение с заданным коэффициентом теплопередачи K , Вт/м²°С, условно без учета радиационного теплового потока;

– $q'_{\text{пот}} = q' \varepsilon + q_{\text{пот}}$, Вт/м² – суммарный поток теплоты через ограждение, условно принято, что отдача теплоты с поверхности к воздуху рабочей зоны отсутствует

(ε – степень черноты ограждающей конструкции);

$$-\Delta t' = \frac{q'_{\text{осн}}}{K'}, \text{ } ^\circ\text{C} - \text{действительный температурный напор в здании с системой}$$

отоплении на базе ИИ (между температурой поверхности в облучаемой зоне t'' и температурой наружного воздуха t_n (K' – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, $\text{Вт/м}^2\text{ }^\circ\text{C}$, за исключением теплообмена поверхности ограждения с внутренним воздухом α_v);

– $\Delta t'' = \Delta t' - \Delta t$, $^\circ\text{C}$ – разница между температурными напорами, $^\circ\text{C}$, в случае применения лучистого отопления $\Delta t'$ и конвективного Δt ;

– t^* , $^\circ\text{C}$ – температура необлученной поверхности наружного ограждения.

В качестве начальных условий были приняты ГИИ марки INFRA 6 В и 12 В, номинальной мощностью $W_{\text{общ}} = 24\,100\text{ Вт}$ и $39\,000\text{ Вт}$ соответственно; длина линейного источника излучения $l_{\text{общ}} = 6\text{ м}$ и 12 м ; длина точечного источника излучения $l_{\text{точ}} = 0,1\text{ м}$ (равно диаметру трубопровода исходного ИИ); коэффициент теплопередачи ограждения $K = 0,33\text{ Вт/м}^2\text{ }^\circ\text{C}$; значения радиуса r и угла φ варьируются в зависимости от параметров помещения (было принято, что высота подвеса инфракрасного излучателя (ИИ) $H = 9,6\text{ м}$, расстояние от ИИ до ближайшей стены $l = 5\text{ и }4\text{ м}$).

В рамках проводимых исследований на лабораторной базе кафедры отопления и вентиляции ННГАСУ авторами был проведен эксперимент, где в качестве ИИ был выбран бытовой инфракрасный обогреватель марки Scarlett SC-250 с номинальной мощностью излучателя $0,9\text{ кВт}$; для определения температуры в данной точке наружной ограждающей конструкции t'' использовался прибор «Теплограф»; для определения температуры воздуха в помещении $t_{в.п}$ и на улице t_n – термоанемометр марки СЕМ DT-318.

В результате проведенного натурного опыта был получен температурный режим наружной ограждающей конструкции до облучения и после. Эти данные приведены в табл. 1, 2, 3 и на рис. 4а, 4б и 4в.

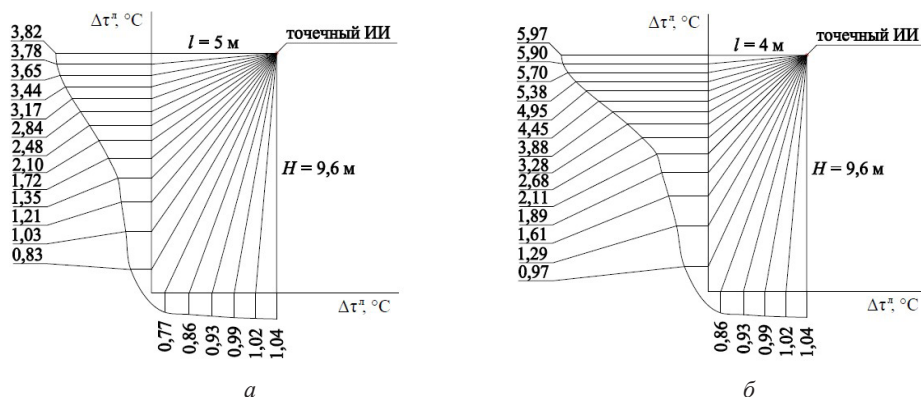


Рис. 3. Приращение температуры на наружных ограждающих конструкциях в помещении с лучистым отоплением: а – излучатель INFRA 6 В, $W_{\text{общ}} = 24,1\text{ кВт}$; б – излучатель INFRA 12 В, $W_{\text{общ}} = 39,0\text{ кВт}$



Таблица 1

**Результаты натурных исследований при расположении ИИ
на расстоянии 0,3 м от ограждения**

Ф, градус	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
$t_{в,р}, ^\circ\text{C}$	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1
$t_{н}, ^\circ\text{C}$	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
$\tau^к, ^\circ\text{C}$	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
$\tau^н, ^\circ\text{C}$	80,9	71,2	61,3	52,4	43,9	37,4	34,0	31,4	30,0	28,8
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
$\Delta t', ^\circ\text{C}$	67,4	57,7	47,8	38,9	30,4	23,9	20,5	17,9	16,5	15,3
$\Delta \tau^н, ^\circ\text{C}$	55,9	46,2	36,3	27,4	18,9	12,4	9,0	6,4	5,0	3,8
$r, \text{м}$	0,300	0,301	0,305	0,311	0,319	0,331	0,346	0,366	0,392	0,424

Таблица 2

**Результаты натурных исследований при расположении ИИ
на расстоянии 0,6 м от ограждения**

Ф, градус	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
$t_{в,р}, ^\circ\text{C}$	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9
$t_{н}, ^\circ\text{C}$	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
$\tau^к, ^\circ\text{C}$	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6
$\tau^н, ^\circ\text{C}$	39,1	38,6	37,9	36	35,1	33,6	32,4	30,4	28,2	26,2
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4
$\Delta t', ^\circ\text{C}$	33,9	33,4	32,7	30,8	29,9	28,4	27,2	25,2	23	21
$\Delta \tau^н, ^\circ\text{C}$	14,5	14	13,3	11,4	10,5	9,0	7,8	5,8	3,6	1,6
$r, \text{м}$	0,600	0,602	0,609	0,621	0,638	0,662	0,693	0,732	0,783	0,848

Таблица 3

**Результаты натурных исследований при расположении ИИ
на расстоянии 1,2 м от ограждения**

Ф, градус	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
$t_{в,р}, ^\circ\text{C}$	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9
$t_{н}, ^\circ\text{C}$	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
$\tau^к, ^\circ\text{C}$	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6
$\tau^н, ^\circ\text{C}$	39,1	38,6	37,9	36	35,1	33,6	32,4	30,4	28,2	26,2
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4
$\Delta t', ^\circ\text{C}$	33,9	33,4	32,7	30,8	29,9	28,4	27,2	25,2	23	21
$\Delta \tau^н, ^\circ\text{C}$	14,5	14	13,3	11,4	10,5	9,0	7,8	5,8	3,6	1,6
$r, \text{м}$	0,600	0,602	0,609	0,621	0,638	0,662	0,693	0,732	0,783	0,848

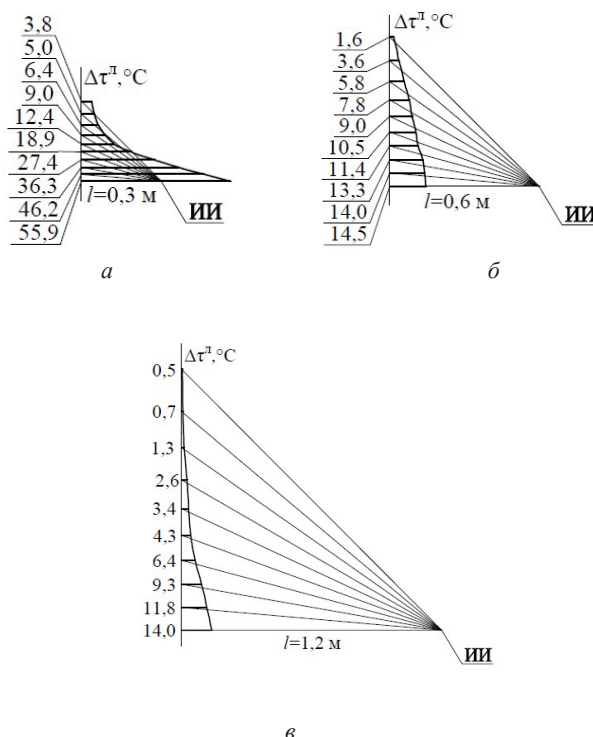


Рис. 4. Графическое представление результатов натурного опыта. а – $r = 0,3$ м; б – $r = 0,6$ м; в – $r = 1,2$ м

Полученные данные значений $\Delta\tau$, °С можно использовать для расчета требуемых теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций помещений с лучистыми системами отопления, в таком случае температура внутренней поверхности ограждений $\tau'_{в, доп}$, °С, будет рассчитываться по формуле

$$\Delta\tau'_{доп} = t_{в,р} + \Delta\tau. \quad (2)$$

С учетом уравнения (2) выражение (1) будет выглядеть следующим образом:

$$R'_{0, тр} = \frac{(\tau'_{в, доп} - t_n)n}{q''}, \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}. \quad (3)$$

Вывод. Проведено теоретическое и экспериментальное исследование теплового и температурного режимов наружных ограждающих конструкций в зданиях с лучистыми системами отопления. По результатам исследования можно сделать вывод, что температура облученной поверхности в зданиях с лучистым отоплением будет заведомо выше, чем температура окружающего воздуха, хотя при расчете по общепринятой методике [9] температура поверхности принимается ниже температуры воздуха.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 23.11.2009. № 261-ФЗ : [ред. от 13.07.2015]. – Режим доступа : Консультант Плюс. Законодательство.



2. Мачкаши, А. Лучистое отопление / А. Мачкаши, Л. Банхиди ; под ред. В. Н. Богословского, Л. М. Махова. – Москва : Стройиздат, 1985. – 464 с.
3. Родин, А. К. Газовое лучистое отопление / А. К. Родин. – Ленинград : Недра, 1987. – 191 с.
4. Булатов, А. Л. Эффективность использования инфракрасных газовых излучателей для отопления производственных помещений ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» / А. Л. Булатов, Е. В. Загребина // АВОК. – 2007. – № 2. – С. 36–40.
5. Бухмиров, В. В. Алгоритм расчета систем лучистого отопления помещений / В. В. Бухмиров, С. А. Крупенников, Ю. С. Солнышкова // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2010. – Вып. 4. – С. 23–25.
6. Куриленко, Н. И. Тепловой режим производственных помещений с системами отопления на базе газовых инфракрасных излучателей / Н. И. Куриленко, В. И. Максимов, Г. Я. Мамонтов, Т. А. Нагорнова. – Томск : Изд-во Томск. политех. ун-та. – 2013. – 101 с.
7. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений : санитар.-эпидемиол. правила и нормативы. – Москва, 2001. – 20 с.
8. Бодров, В. И. Теплофизические характеристики теплового контура зданий с газовыми инфракрасными излучателями / В. И. Бодров, А. А. Смыков // Сантехника, отопление, кондиционирование, энергосбережение. – 2014. – № 7. – С. 52–55.
9. Богословский, В. Н. Строительная теплофизика / В. Н. Богословский. – Изд. 2-е перераб. и доп. – Москва : Высш. шк., 1982. – 415 с.
10. Михеев, М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев, И. М. Михеева. – Москва : Машиностроение, 1980. – 320 с.

BODROV Valeriy Iosifovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of heating and ventilation; BODROV Mikhail Valerevich, doctor of technical sciences, professor of the chair of heating and ventilation; SMYKOV Aleksandr Anatolevich, postgraduate student of the chair of heating and ventilation

RESEARCH OF THERMAL REGIME OF EXTERNAL WALLS IN INDUSTRIAL PREMISES WITH HEATING SYSTEMS ON THE BASIS OF INFRARED RADIATORS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-85;
e-mail: tes84@inbox.ru

Key words: thermophysics; external walls; heating; infrared radiation; radiant heating; radiator.

The article presents the results of investigation of the thermal and temperature conditions of the outer enclosing structures under the influence of infrared radiation. Numerical and full-scale experiments were carried out. The accuracy of existing methods for calculating thermophysical characteristics of external walls of buildings with heating systems based on infrared emitters is assessed.

REFERENCES

1. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Ob energosberezhenii i o povyshenii energeticheskoy effektivnosti, i o vnesenii izmeneniy v otdelnye zakonodatelnye akty [Russian Federation. Laws. On energy saving and on improving energy efficiency, and on introducing amendments to certain legislative acts]. [Elektronnyy resurs]: feder. zakon Ros. Federatsii ot 23.11.2009. № 261-FZ (red. ot 13.07.2015). Rezhim dostupa: Konsultant Plyus. Zakonodatelstvo.
2. Machkashi A., Bankhidi L. Luchistoe otoplenie [Radiant heating]; pod red. V. N. Bogoslovskogo i L. M. Makhova. Moscow. Stroyizdat, 1985. 464 p.
3. Rodin A. K. Gazovoe luchistoe otoplenie [Gas-fired heating]. Leningrad. Nedra, 1987. 191 p.
4. Bulatov A. L., Zagrebina E. V. Effektivnost ispolzovaniya infrakrasnykh gazovykh



izluchateley dlya otopeniya proizvodstvennykh pomescheniy OAO «Magnitogorskiy metallurgicheskiy kombinat» [Efficiency of using infrared gas radiators for heating industrial premises of JSC "Magnitogorsk Iron and Steel Works"]. AVOK, 2007. № 2. P. 36–40.

5. Bukhmirov V. V., Krupennikov S.A., Solnyshkova Yu.S. Algoritm raschyota sistem luchistogo otopeniya pomescheniy [Algorithm for calculation of room radiant heating systems]. Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta [Bulletin of the Ivanovo State Power Engineering University]. 2010. Vyp. 4. P. 23–25.

6. Kurilenko N. I., Maksimov V. I., Mamontov G. Ya., Nagornova T. A. Teplovoy rezhim proizvodstvennykh pomescheniy s sistemami otopeniya na baze gazovykh infrakrasnykh izluchateley [Thermal regime of industrial premises with heating systems based on gas infrared emitters]. Tomsk. Izd-vo Tomsk. polit. un-ta. 2013. 101 p.

7. SanPiN 2.2.4.548-96. Gigienicheskie trebovaniya k mikroklimatu proizvodstvennykh pomescheniy [Hygienic requirements to the microclimate of industrial premises]: sanitarnyye, epidemiologicheskiye i normativnyye. Moscow, 2001. 20 p.

8. Bodrov V. I., Smykov A. A. Teplofizicheskie kharakteristiki teplovogo kontura zdaniy s gazovymi infrakrasnymi izluchatelyami [Thermophysical characteristics of the thermal contour of buildings with gas infrared radiators]. Santehnika, otopenie, konditsionirovanie, energosberezhenie [Plumbing, heating, air conditioning, energy saving]. 2014. № 7. P. 52–55.

9. Bogoslovskiy V. N. Stroitel'naya teplofizika [Building thermophysics]. Izd. 2-e pererab. i dop. Moscow. Vyssh. shkola, 1982. 415 p.

10. Mikheev M. A., Mikheeva I. M. Osnovy teploperedachi [Fundamentals of heat transfer]. Moscow. Mashinostroyeniye, 1980. 320 p.

© В. И. Бодров, М. В. Бодров, А. А. Смыков, 2018

Получено: 31.03.2018 г.

УДК 628.8.02:658.58

М. В. БОДРОВ, д-р техн. наук, проф. кафедры отопления и вентиляции;
В. Ю. КУЗИН, канд. техн. наук, ст. преп. кафедры отопления и вентиляции;
М. С. МОРОЗОВ, асс. кафедры отопления и вентиляции

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ЖИЛЫХ ДОМОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-85;
эл. почта: tes84@inbox.ru

Ключевые слова: вентиляция, жилые дома, капитальный ремонт, отопление, повышение энергетической эффективности, тепловой контур здания, энергосбережение.

Обоснована необходимость применения графического определения базовых показателей энергетической эффективности активных и пассивных систем обеспечения параметров микроклимата типовых серийных многоквартирных жилых домов 70–90 гг. постройки XX века. Предложена форма графического представления данных показателей, позволяющая проводить быстрый и наглядный выбор наиболее энергетически и экономически эффективных энергосберегающих мероприятий при проведении капитального ремонта существующих серийных жилых домов. Приведен пример определения показателей энергетической эффективности многоквартирного жилого дома типового проекта 121-013 до и после проведения его капитального ремонта.



Значительную часть существующего жилого фонда в России, а также странах СНГ, Центральной и Восточной Европы составляют серийные многоквартирные жилые дома, возведенные по типовым проектам. В научно-технической литературе регулярно появляются работы, посвященные повышению энергетической эффективности жилых домов [1–3], практическое применение которых позволяет значительно снизить потребление тепловой энергии их пассивными (тепловой контур здания) и активными (отопление и вентиляция) системами обеспечения микроклимата.

Повышение энергетической эффективности жилого фонда в нашей стране подкрепляется действующей нормативно-правовой базой, согласно которой организации, отвечающие за содержание многоквартирных жилых домов, обязаны проводить энергосберегающие мероприятия. Несмотря на это, отсутствует законодательно утвержденная методика, устанавливающая порядок выбора данных мероприятий, которые могут быть выбраны из достаточно ограниченного (типового) перечня. Результатом этого являются следующие негативные последствия:

- внедряются низкозатратные энергосберегающие мероприятия, имеющие незначительные сроки окупаемости, практически не влияющие на суммарное энергопотребление здания в течение всего цикла эксплуатации;
- реализуются энергосберегающие мероприятия, имеющие слишком продолжительные сроки окупаемости, либо некупаемые;
- применяются, как правило, укрупненные самостоятельно разработанные и имеющие слабое научное обоснование методики расчета экономической и энергетической эффективности внедряемых мероприятий, приводящие к значительному завышению их эффективности.

Приоритетные мероприятия по повышению энергетической эффективности систем обеспечения микроклимата жилых домов типового строительства должны не назначаться директивно, а выбираться из перечня типовых, путем их сравнения по срокам окупаемости T , лет, капитальным затратам C , тыс. руб., а также снижению суммы удельной теплозащитной и вентиляционной характеристик здания N , % [4]. В настоящее время управляющие компании обязаны проводить согласование энергосберегающих мероприятий с жильцами, которые не имеют специальных знаний для объективной оценки их энергетической эффективности, что часто приводит к правовым конфликтам между собственниками жилья и эксплуатирующими организациями. Для решения данной проблемы авторами предлагается применять графическое представление результатов выбора энергосберегающих мероприятий в области отопительно-вентиляционных систем и теплового контура многоквартирных жилых домов при повышении их энергетической эффективности. Данный способ наглядно иллюстрирует эффективность выбранных энергосберегающих мероприятий и не требует от пользователя наличия специального инженерного образования.

Авторами было проведено построение наглядных графиков выбора энергосберегающих мероприятий для пятиэтажного двухсекционного панельного многоквартирного жилого дома типового проекта 121-013, расположенного в климатических условиях г. Нижнего Новгорода (рис. 1, 2), по следующим зависимостям:

$$k_{об} = f(k_{об.i}), \quad (1)$$

$$q_{от} = f(k_{об}, k_{вент}), \quad (2)$$

где $k_{об}$ – удельная теплозащитная характеристика жилого дома, Вт/(м³·°C); $k_{об.i}$ – удельные теплозащитные характеристика i -го элемента теплового контура

(ст – стен, кр – кровли или покрытия, пол – пола; ок – окон), $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$; $k_{\text{вент}}$ – удельная вентиляционная характеристика жилого дома, $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$; $q_{\text{от}}$ – удельная характеристика потребления тепловой энергии на нужды отопления и вентиляции, $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Построение рис. 1, 2 проводилось с использованием общепринятых методик расчета показателей энергетической эффективности и учетом теплотехнической однородности ограждающих конструкций [5–9].

Рис. 1 позволяет определять величину $k_{\text{об}}$ в зависимости от тепловой защиты отдельных ограждающих конструкций, где для наружных стен, кровли и пола указаны значения $k_{\text{об},i}$ без утепления и с толщиной тепловой изоляции $\delta_{\text{ут}}$, мм, от 50 до 200 мм, а для окон – в зависимости от их приведенного сопротивления теплопередаче $R_{\text{пр,ок}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Проведем сравнение значений $k_{\text{об}}$ рассматриваемого здания до и после одно-временного утепления его наружных стен системой «мокрый фасад» с толщиной тепловой изоляции $\delta_{\text{ут}} = 100$ мм и покрытия пола над неотапливаемым подвалом ($\delta_{\text{ут}} = 200$ мм). Значение характеристики $k_{\text{об},1}$ жилого дома до теплоизоляционных мероприятий определяется следующим образом (рис. 1). Определяются значения $k_{\text{об,пол}} + k_{\text{об,ст}}$ при $\delta_{\text{ут}} = 0$ мм (отрезки $a-b$, $b-b$), а также $k_{\text{об,ок}} + k_{\text{об,кр}}$ при $\delta_{\text{ут}} = 0$ и $R_{\text{пр,ок}} = 0,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ($d-жс$, $e-жс$). От точек b и $жс$ под углом 45° до пересечения друг с другом наносятся отрезки $b-г$ и $жс-г$. Из точки $г$ проводится горизонтальная линия до отрезка $k_{\text{об}}$, где $k_{\text{об},1} = 0,39 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$. Аналогичным образом определяется $k_{\text{об},2}$ после проведения теплоизоляционных мероприятий ($и(й)-к-л-м$, $е(д)-жс-л-м$). Полученное значение составляет $k_{\text{об},2} = 0,18 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

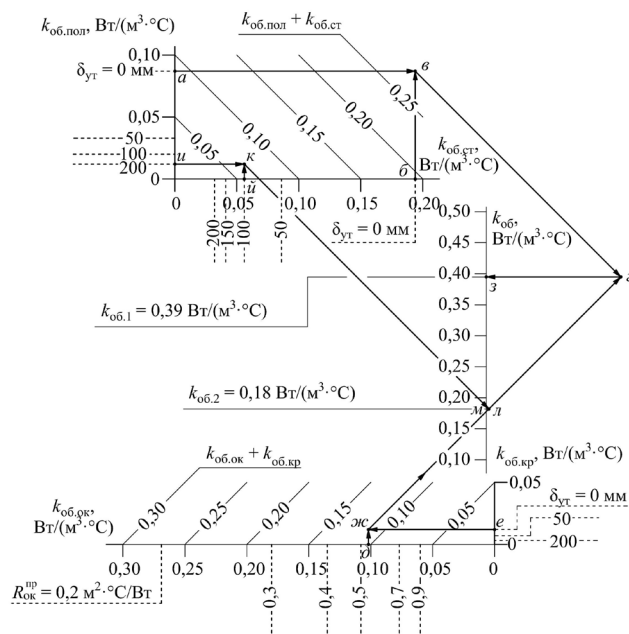


Рис. 1. Зависимость $k_{\text{об}}$ от $k_{\text{об},i}$ для жилого дома типового проекта 121-013

Утепление наружного фасада и покрытия пола над неотапливаемым подвалом позволило снизить величину удельной теплозащитной характеристики здания более чем в 2 раза. Полученные значения $k_{\text{об},1}$ и $k_{\text{об},2}$ используются для определения характеристики $q_{\text{от}}$ и класса энергосбережения здания по графику, приведенному на рис. 2.



Рассмотрим пример определения $q_{от}$ и класса энергосбережения здания до и после проведения теплоутилизационных мероприятий с учетом проведения реконструкции системы вентиляции. До капитального ремонта система вентиляции естественная, после – механическая с утилизацией теплоты удаляемого воздуха с промежуточным теплоносителем (коэффициент эффективности рекуперации $k_{эф} = 0,42$).

На пересечении ранее определенных значений $k_{об.1}$ и $k_{об.2}$ с удельными вентиляционными характеристиками $k_{вент.}$, соответствующими вентиляции до и после капитального ремонта (а-в, б-в и г-е, д-е) получаем значения $q_{от.1} = 0,654 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ и $q_{от.2} = 0,299 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ (точки в и е).

Класс энергосбережения здания до повышения его уровня тепловой защиты составлял D, после реконструкции – B или C+ при отсутствии современных автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов, энергосберегающих систем освещения с автоматизированным управлением и устройств компенсации реактивной мощности двигателей лифтов.

Приведенные на рис. 2 зависимости соответствуют зданию широтной ориентации, в котором отсутствуют средства автоматического регулирования системы отопления и индивидуального теплового пункта.

В случае их устройства характеристика потребления тепловой энергии рассматриваемого здания $q_{от}$ определяется по формуле

$$q_{от} = 1,13(k_{об} + k_{вент.}) - \xi\zeta, \quad (3)$$

где ξ – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления, принимается в соответствии с СП [6] в интервале от 0,5 до 1,0; ζ – коэффициент ориентации здания: $\zeta = 0,124$ – при широтной ориентации; $\zeta = 0,088$ – при медианной ориентации.

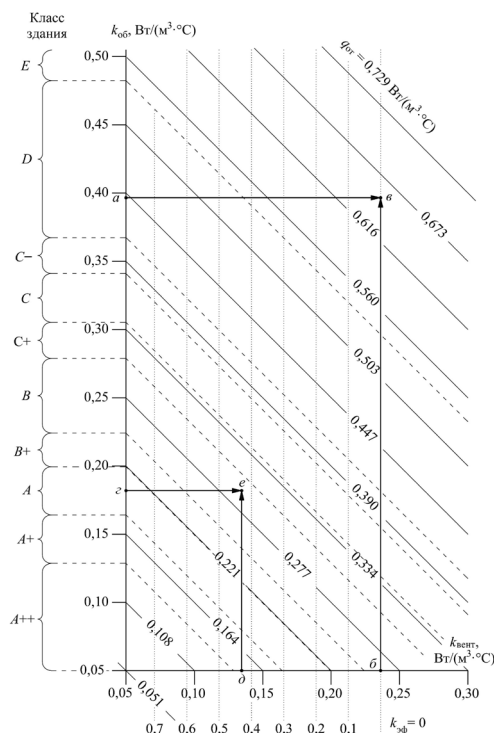


Рис. 2. Зависимость $q_{от}$ от $k_{об}$ и $k_{вент.}$ для жилого дома типового проекта 121-013

Предлагаемые графические зависимости значительно сокращают время расчета основных показателей энергетической эффективности здания, которые являются производными для определения годового снижения потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию ΔQ , Гкал/год.

Снижение потребления тепловой энергии ΔQ , Гкал/год, равно

$$\Delta Q = \text{ГСОП} V_{\text{от}} (q_{\text{от.1}} - q_{\text{от.2}}) 2,065 \cdot 10^{-5}, \quad (4)$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$; $V_{\text{от}}$ – отапливаемый объем здания, м^3 ; $2,065 \cdot 10^{-5}$ – переводной коэффициент.

Графики являются более наглядными, чем результаты расчета, получаемые по аналитическим зависимостям, так как они отображают не только влияние внедрения энергосберегающего мероприятия на снижение потребления тепловой энергии, но и иллюстрируют все возможные альтернативные пути. В результате домоуправляющие компании и собственники жилья могут предварительно согласовывать друг с другом внедрение научно обоснованных типовых мероприятий по повышению энергетической эффективности активных и пассивных систем обеспечения параметров микроклимата многоквартирных жилых домов.

Данные графики могут быть построены для любого типового серийного многоквартирного жилого дома не зависимо от этажности, объемно-планировочных и конструктивных решений, а также района строительства.

Следует отметить, что возможность проведения энергосберегающих мероприятий, связанных с изменением нагрузок на строительные конструкции (установка оборудования, теплоизоляция фасада здания и др.), необходимо подтвердить расчетом их несущей способности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гагарин, В. Г. Учет теплотехнических неоднородностей ограждений при определении тепловой нагрузки на систему отопления здания / В. Г. Гагарин, А. Ю. Неклюдов // Жилищное строительство. – 2014. – № 6. – С. 3–7.
2. Езерский, В. А. Техничко-экономическая оценка термомодернизации жилых зданий / В. А. Езерский, П. В. Монастырев, Р. Ю. Клычников. – Москва : АСВ, 2011. – 176 с.
3. Самарин, О. Д. Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий / О. Д. Самарин. – Москва : АСВ, 2015. – 136 с.
4. Бодров, М. В. Повышение энергетической эффективности систем обеспечения параметров микроклимата многоквартирных жилых домов / М. В. Бодров, В. Ю. Кузин, М. С. Морозов // Жилищное строительство. – 2015. – № 6. – С. 48–50.
5. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий : свод правил. – Москва : ЦНИИПромзданий, 2004. – 139 с.
6. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 : свод правил. – Москва : ФАУ «ФЦС», 2012. – 95 с.
7. СП 230.1325800.2015. Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей : свод правил. – Москва : ФАУ «ФЦС», 2015. – 72 с.
8. Беляев, В. С. Методики расчетов теплотехнических характеристик энергоэкономичных зданий / В. С. Беляев. – Москва : АСВ, 2014. – 272 с.
9. Методические указания по расчету теплозащитных показателей ограждающих конструкций (наружных стен, окон, крыш) : пособие для проектировщиков. – Москва : МНИИТЭП, 1990. – 103 с.

BODROV Mikhail Valerevich, doctor of technical sciences, professor of the chair of heating and ventilation; KUZIN Viktor Yurevich, candidate of technical sciences, senior teacher of the chair of heating and ventilation; MOROZOV Maksim Sergeevich, assistant of the chair of heating and ventilation



TO THE ISSUE OF ENERGY EFFECTIVENESS ENHANCEMENT OF MICROCLIMATE SUPPORT SYSTEMS OF RESIDENTIAL HOUSES WHILE CONDUCTING CAPITAL REPAIR

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-85;

e-mail: tes84@inbox.ru

Key words: ventilation, residential buildings, overhaul, heating, energy efficiency improvement, building thermal contour, energy saving.

The article substantiates the necessity of applying a graphic definition of basic indicators of the energy efficiency of active and passive systems providing microclimate parameters for standard serial multi-apartment houses of the 70s–90s. of the XX century. A form of graphical representation of these indicators is proposed, which makes it possible to conduct a quick and visual selection of the most energetically and economically effective energy-saving measures during the overhaul of existing serial apartment houses. The example of defining energy efficiency indicators of a multifamily apartment house of typical project 121-013 before and after its capital repair is given.

REFERENCES

1. Gagarin V. G., Neklyudov A. Yu. Uchyot teploekhnicheskikh neodnorodnostey ograzhdeniy pri opredelenii teplovoy nagruzki na sistemu otopeniya zdaniya [Allowance for thermal non-uniformity of external walls in determining the heat load on the building's heating system]. Zhilishchnoe stroitelstvo [Housing construction]. 2014. № 6. P. 3–7.
2. Ezerskiy V. A., Monastirev P. V., Klychnikov R. Yu. Tekhniko-ekonomicheskaya otsenka termomodernizatsii zhilykh zdaniy [Technical and economic assessment of thermomodernization of residential buildings]. Moscow. ASV, 2011. 176 p.
3. Samarin O. D. Voprosy ekonomiki v obespechenii mikroklimata zdaniy [Economic issues in providing a microclimate of buildings]. Moscow. ASV, 2015. 136 p.
4. Bodrov M. V., Kuzin V. Yu., Morozov M. S. Povyshenie energeticheskoy effektivnosti sistem obespecheniya parametrov mikroklimata mnogokvartirnykh zhilykh domov [Increase of energy efficiency of microclimate maintenance systems for multi-apartment buildings]. Zhilishchnoe stroitelstvo [Housing construction]. 2015. № 6. P. 48–50.
5. SP 23-101-2004 Proektirovaniye teplovoy zashchity zdaniy [Design of thermal protection of buildings]. Svod pravil. Moscow. TsNIIPromzdaniy, 2004. 139 p.
6. SP 50.13330.2012 Teplovaya zashchita zdaniy [Thermal protection of buildings]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 23-02-2003. Svod pravil. Moscow. FAU «FTsS», 2012. 95 p.
7. SP 230.1325800.2015 Konstruktsii ograzhdayushchie zdaniy. Kharakteristiki teploekhnicheskikh neodnorodnostey [Building external walls. Characteristics of thermal heterogeneities]. Svod pravil. Moscow. FAU «FTsS», 2015. 72 p.
8. Belyaev V. S. Metodiki raschyotov teploekhnicheskikh kharakteristik energoekonomichnykh zdaniy [Methods for calculating the thermal characteristics of energy-efficient buildings]. Moscow. ASV, 2014. 272 p.
9. Metodicheskie ukazaniya po raschyotu teplozashchitnykh pokazateley ograzhdayushchikh konstruktsiy (naruzhnykh sten, okon, krysh). Posobie dlya proektirovshchikov [Methodical instructions for calculating heat-shielding characteristics of enclosing structures (external walls, windows, roofs). A handbook for designers]. Moscow. MNIITEP, 1990. 103 p.

© М. В. Бодров, В. Ю. Кузин, М. С. Морозов, 2018

Получено: 31.03.2018 г.



УДК 697.922.564

А. И. ЕРЕМКИН, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции; **А. Г. АВЕРКИН**, д-р техн. наук, проф. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции; **Г. И. ГРЕЙСУХ**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой физики и химии; **С. В. БАКАНОВА**, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции; **И. Н. ФИЛЬЧАКИНА**, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ РАВНОМЕРНОЙ РАЗДАЧИ ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА ПЛОСКИМИ ОППОЗИТНЫМИ СТРУЯМИ

ФГОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Россия, 440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, д. 28.

Тел.: (8412) 92-94-10; факс: (8412) 49-72-77, эл. почта: algraw@mail.ru

Ключевые слова: воздухораспределитель, оппозитные струи, приточный воздух, вытесняющая вентиляция, эффективность, текстильные предприятия.

Представлена конструкция воздухораспределителя равномерной раздачи приточного воздуха плоскими оппозитными струями. Воздухораспределитель обеспечивает снижение скорости и повышение равномерности подачи приточного воздуха в рабочей и технологической зонах в системах вытесняющей вентиляции.

В настоящее время схема воздухораспределения «сверху-вверх» является наиболее традиционной для устройства отечественных систем вентиляции и кондиционирования в общественных, административных и промышленных зданиях [1].

Подача в рабочую зону приточного воздуха сверху в форме проникающих струй приводит к смешению воздуха по высоте помещения. Такой режим организации воздухообмена называется *смесительной вентиляцией*, что обуславливает выравнивание температур воздуха по высоте помещения ($t_{\text{в}} = t_{\text{г}}$).

В натуральных испытаниях в современных помещениях текстильных предприятий, где приточные и вытяжные устройства располагаются в цехах высотой до 8 м на потолке на расстоянии друг от друга до 2 м, отмечены более низкие температуры $t_{\text{г}}$ удаляемого воздуха по сравнению с температурой воздуха $t_{\text{в}}$ в рабочей зоне цеха [1, 2]. Из этих наблюдений получен показатель эффективности организации воздухообмена $k_{\text{л}} < 1$, который указывает на то, что часть охлажденного приточного воздуха поступает к вытяжным отверстиям, минуя рабочую зону, что значительно снижает эффективность отведения теплоизбытков из рабочей зоны. Кроме того, методы смесительной вентиляции приводят к подмешиванию к приточной струе воздуха из верхней зоны помещения части вредных веществ, таких как водяные пары и легкие газы, которые поднимаются конвективными потоками под потолок. Возвращение в рабочую зону приточным воздухом части вредных веществ из верхней зоны значительно ухудшает санитарно-гигиенические и энергетические показатели работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

При подаче приточного воздуха непосредственно в рабочую зону такие вредности, как тепловыделения, легкие газы и мелкая пыль, вытесняются конвективными потоками под потолок и удаляются с вытяжным воздухом. Рабочая зона заполняется свежим приточным воздухом, и под потолок вытесняются вредности. Это метод *вытеснительной вентиляции*. При этом показатель эффективности ор-



ганизации воздухообмена $k_L > 1$.

Необходимо стремиться к массовому внедрению в практику проектирования и строительства систем вентиляции и кондиционирования методов подачи приточного воздуха в рабочую зону и вытяжки под потолком помещений, вытеснительной вентиляции [2–6].

Для снижения скорости подачи охлажденного наружного приточного воздуха в рабочую зону разработана конструкция воздухораспределителя равномерной раздачи приточного воздуха плоскими оппозитными струями (рис. 1). Его предлагается использовать в локальной системе технологического кондиционирования воздуха (ЛСТКВ) по типу вытесняющей вентиляции [1, 2].

Воздухораспределитель снижает скорость приточного воздуха и повышает равномерность его подачи в рабочую и технологические зоны за счет взаимодействия встречных плоских пристенных воздушных струй, вытекающих из оппозитных щелевидных отверстий.

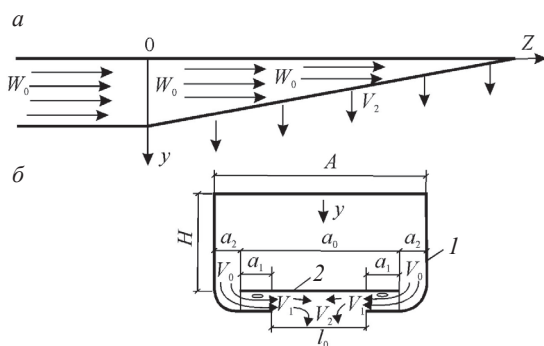


Рис. 1. Общий вид воздухораспределителя для равномерной раздачи воздуха с линейно уменьшающейся площадью поперечного прямоугольного сечения (а) и схема истечения воздуха в поперечном сечении (б): 1 – корпус; 2 – экран

Равномерность раздачи приточного воздуха при переменном статическом давлении вдоль канала достигается изменением гидравлического сопротивления истечению воздуха за счет изменения ширины $a_2(Z)$ входной щели вдоль канала.

Рассмотрим структуру вытекающего из канала потока в некотором произвольном сечении. Воздух вытекает из канала через две расположенные в нижних углах продольные щели шириной a_2 . Воздух обтекает кромки экрана 2, поток поворачивается и в виде двух встречных пристенных плоских струй вытекает из оппозитных продольных щелей шириной b_0 . Затем воздушные струи сталкиваются и результирующий поток вытекает по нормали к экрану через продольную щель шириной l_0 .

Выберем три характерных поперечных сечения потока:

- 1) вход в горизонтальную щель шириной a_2 ; среднюю скорость истечения в направлении по нормали к этой щели обозначим V_0 ;
- 2) выход из вертикальной щели шириной b_0 ; средняя скорость истечения из этой щели равна V_1 ;
- 3) выход из горизонтальной щели шириной l_0 ; средняя скорость истечения здесь V_2 .

С учетом неразрывности потока запишем соотношение для этих сечений

$$2V_0a_2 = 2V_1b_0 = V_2l_0. \quad (1)$$

Обратим внимание на некоторые геометрические размеры. При входе потока в длинную щель шириной a_2 и обтекании острой кромки экрана поток по инерции отрывается от острой кромки и образует под ней застойную отрывную зону вихреобразного течения. Это влечет за собой уменьшение поперечного сечения (сжатие) струи. При обтекании зоны отрыва направление течения в струе меняется, и поток становится равномерным и направленным вдоль экрана только после отрывной зоны. Взаимодействие именно таких струй и приводит к наиболее равномерному результирующему потоку на выходе из щели шириной l_o .

Согласно работе [1] длина застойной зоны за острой кромкой равна примерно 2-3 значениям a_2 . Поэтому должно выполняться соотношение $a_1 \geq 3a_2$.

При переменном статическом давлении $P(Z)$ в потоке вдоль канала для сохранения постоянства скорости истечения V_1 из выходной щели ширину входной щели $a_2(Z)$ (ее местное гидравлическое сопротивление) необходимо изменять соответствующим образом. Для вывода соотношения между разностью $\Delta P = P(Z) - P$ статических давлений внутри и снаружи канала и шириной щели $a_2(Z)$ используем выражение

$$\Delta P = \zeta n V_o^2 / 2, \quad (2)$$

где величину V_o выразим из уравнения (1)

$$V_o = V_1 b_o / a_2. \quad (3)$$

Окончательно получаем

$$\frac{a_2(Z)}{b_o} = \sqrt{\frac{\zeta \rho V_1^2}{2 \Delta P}}. \quad (4)$$

Отсюда следует, что $a_2(Z)$ и ΔP являются обратными величинами, т. е. при увеличении статического давления вдоль канала ширину $a_2(Z)$ входной щели нужно уменьшать и наоборот.

Величину коэффициента местного сопротивления ζ для выхода из прямого колена при острой кромке поворота определим по справочнику [7]. Эта величина зависит от соотношения размеров

$$a_1, a_2, b_o : \zeta a_1, a_2, b_o : \zeta = \zeta(b_o/a_2, a_1/a_2). \quad (5)$$

При этом ширину a_2 входной щели следует всегда выбирать меньше ширины b_o выходной: $a_2(Z) < b_o$. В этом случае на местное гидравлическое сопротивление преобладающее влияние оказывает именно ширина a_2 входной щели.

В качестве примера выполним расчет воздухораспределителя для равномерной раздачи воздуха при истечении его в виде встречных пристенных плоских струй из оппозитных щелей (см. рис. 1). Характеристики устройства: объемный расход воздуха $L_o = 3600 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($1 \text{ м}^3/\text{с}$); длина $l = 20 \text{ м}$; продольная скорость воздуха во входном квадратном сечении $W_o = 12 \text{ м/с}$; ширина горизонтальной щели l_o , м.

Определяем конструктивные размеры. Площадь входного квадратного сечения $F_o = L_o / W_o \text{ м}^2$.

$$\text{Стороны квадрата: ширина } A = a_o + 2a_o = \sqrt{F_o} = 0,289 \text{ м}. \quad (6)$$

Высота входного квадратного сечения $H = A = 0,289 \text{ м}$ отсчитывается от экрана до верхней стенки. Площадь горизонтальной выходной щели $F = l \cdot l_o = 4 \text{ м}^2$. Средняя скорость истечения из воздухораспределителя (из горизонтальной щели) $V_2 = L_o / F = 0,25 \text{ м/с}$ (7)

Размеры $(a_1 + a_2) = A - l_o/2 = 0,045 \text{ м}$. Ширину $b_o = 14 \text{ мм}$ выходных оппозитных щелей выбираем из условия $l_o/b_o \approx 15$ (условие равномерности потока, вытекающего из щели шириной l_o , после взаимодействия встречных пристенных струй), т. е. $b_o = l_o/14,3$.



Тогда

$$V_1 = V_2 l_0 / 2b_0 = 1,8 \text{ м/с.} \quad (8)$$

Выбором начальной ширины $a_2(0)$ входной щели однозначно задаем величину статического давления P_0 на входе воздухоораспределителя.

Для расчета изменения параметров потока воздуха и геометрических размеров вдоль воздухоораспределителя делим его на 10 равных участков длиной по 2 м. Средние части участков имеют координаты $Z = 1, 3, 5, \dots, 17, 19$ м. В этих точках, а также в начале $Z = 0$ и в конце канала определим все искомые характеристики.

Расчет выполним для трех различных устройств:

- воздухоораспределитель постоянного поперечного квадратного сечения площадью F_0 ;
- воздухоораспределитель с линейно уменьшающейся площадью поперечного сечения и постоянной шириной A – клиновидный канал;
- воздухоораспределитель постоянного поперечного квадратного сечения площадью $3F_0$ с равномерной трехсторонней раздачей.

Сначала находим изменение скорости $W(Z)$ (для воздухоораспределителя постоянного поперечного сечения) или изменение высоты $H(Z)$ и эквивалентного диаметра d_e (для клиновидного воздухоораспределителя) вдоль каналов. Затем определяем удельные потери на трение R_l и потери на трение $2R_l$ на каждом из участков длиной 2 м. Затем суммируем эти величины и находим потери давления $\Delta P_{\text{тр}}(Z)$ на преодоление трения от входа в канал до данного сечения. После этого рассчитываем изменение статического давления при торможении потока $\Delta P_d(Z)$ за счет изменения динамического напора. В конечном итоге находим изменение статического давления $P(Z) = P_0 + \Delta P_d(Z) - \Delta P_{\text{тр}}(Z)$ вдоль канала и определяем ширину входной щели $a_2(Z)$ [1, 3], которая и обеспечивает равномерность истечения воздуха через щель вдоль канала.

Некоторые результаты расчета приведены на рис. 2, 3. Отметим ряд особенностей.

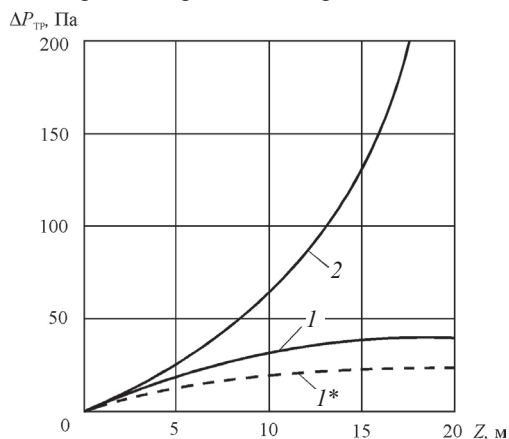


Рис. 2. Повышение затрат давления на преодоление трения при движении потока вдоль воздухоораспределителя с равномерной раздачей: 1 – канал постоянного поперечного сечения; 2 – канал с линейно уменьшающейся площадью поперечного сечения; 1* – канал постоянного поперечного сечения площадью $3F_0$ с трехсторонней раздачей

На рис. 2 показаны потери давления на преодоление трения. Полученные зависимости отличаются как количественно, так и качественно. В сужающемся канале на конечном его участке при $Z > 15$ м высота канала, а вместе с ней и эквивалентный

диаметр, резко уменьшаются. Потери давления на преодоление трения в потоке, двигающемся с постоянной довольно значительной скоростью $W_0 = 12$ м/с, при этом лавинообразно нарастают. Для поддержания равномерной воздухопотока в канале постоянного поперечного сечения ширину входной щели по длине канала нужно уменьшить вдвое – от 5 мм на входе до 2,5 мм в окончании канала (см. рис. 3, кривая 1).

В клиновидном же канале ширина щели на входе мм, на расстоянии $Z = 15$ мм она возрастает до 2,7 мм (см. рис. 3). Далее ширина щели увеличивается лавинообразно и в точке $Z = 17$ м она достигает 10 мм.

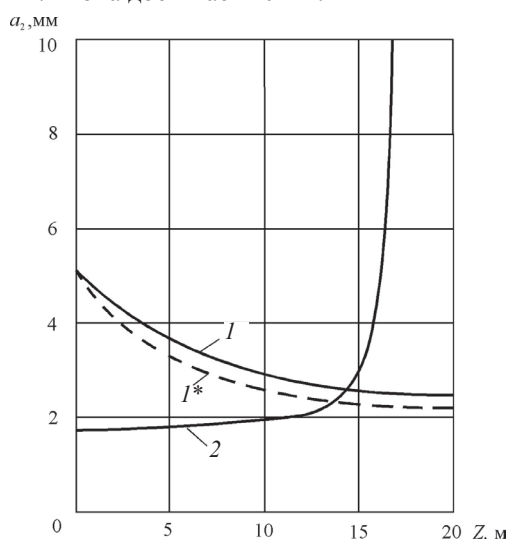


Рис. 3. Изменение ширины входной щели вдоль воздухопотока для равномерной раздачи воздуха: 1 – канал постоянного поперечного сечения; 1* – канал постоянного поперечного сечения площадью $3F_0$ с трехсторонней раздачей воздуха; 2 – клиновидный канал

Для проталкивания потока воздуха через конечную часть клиновидного канала необходимы чрезмерные перепады давления на преодоление трения. Например, в соответствии с данными на рис. 2, при $Z > 17,5$ м необходимый перепад давления превышает 200 Па. Поэтому, как только требуемый перепад давления станет равным допустимой величине, оставшуюся конечную (хвостовую) часть клиновидного канала следует отрезать, предоставив потоку воздуха вытекать через торцевое сечение свободной струей вдоль канала. Для данных на рис. 2 допустимой величине перепада давления, равной, например, 200 Па, соответствует координата $Z = 17,5$ м, т. е. длина отрезаемой хвостовой части равна 2,5 м.

Если торец клиновидного канала в точке $Z = 17,5$ м заглушить, то условия движения потока на предшествующем участке $Z < 17,5$ м коренным образом изменятся: скорость потока при $Z = 17,5$ м станет равной нулю $W = 0$, и она не будет оставаться постоянной $W = W_0 = 12$ м/с на всем предыдущем участке. Такой обрванный заглушенный с торца клиновидный канал требует отдельного расчета.

В воздухопотоке постоянного квадратного поперечного сечения с равномерной трехсторонней раздачей воздуха размеры выходной щели $l_0 = 200$ мм остаются теми же, что и для одностороннего канала постоянного поперечного квадратного сечения $F_0 = 0,083$ м².



Для поддержания постоянной раздачи воздуха $1 \text{ м}^3/\text{с}$ на каждую сторону, общий начальный расход воздуха увеличиваем до $L_0 = 3 \text{ м}^3/\text{с}$. При сохранении постоянства скорости на входе $W_0 = 12 \text{ м/с}$ площадь поперечного сечения нужно утроить $3F_0 = 0,25 \text{ м}^2$. При этом сторона квадрата – расстояние между противоположными экранами составит $A = 0,5 \text{ м}$.

Результаты расчета воздухоораспределителя с трехсторонней равномерной раздачей ($L_0 = 3 \text{ м}^3/\text{с}$, $3F_0 = 0,25 \text{ м}^2$, $W = 12 \text{ м/с}$) приведены на рис. 2, 3.

В каналах с трехсторонней и односторонней раздачами начальные величины и изменение скорости потока вдоль каналов одинаковы. Поэтому и изменение статического давления за счет изменения динамического напора при торможении потоков также одинаковы. Но эквивалентный диаметр канала с трехсторонней раздачей значительно больше аналогичной величины одностороннего. Поэтому при одинаковых продольных скоростях потоков в них потери на трение в канале с трехсторонней раздачей меньше – кривая I^* на рис. 2 ниже кривой I . Как следствие этого, статическое давление в канале с трехсторонней раздачей больше аналогичной величины для одностороннего канала. Соответственно ширина входной щели a_2 для канала с трехсторонней раздачей меньше аналогичной характеристики одностороннего канала – кривая I^* ниже кривой I на рис. 3.

Отличительной особенностью разработанной конструкции воздухоораспределителя для равномерной раздачи является наличие двух продольных щелей (входной щели шириной a_2 и выходной щели шириной b_0), последовательно расположенных по потоку вытекающего воздуха. Это позволяет обеспечить постоянство скорости вытекающих из оппозитных щелей шириной b_0 встречных плоских пристенных струй вдоль всего воздухоораспределителя (равномерность раздачи воздуха) только регулированием ширины a_2 входной щели при постоянной ширине b_0 выходной даже в случае произвольного распределения статического давления вдоль воздухоораспределителя (при любом наперед заданном изменении площади его поперечного сечения по длине). Более того, такая конструкция может обеспечить возможность любого распределения воздухоораздачи вдоль воздухоораспределителя. Изменение ширины a_2 входной щели достигается просто – изменением ширины экрана. Все это вместе взятое обеспечивает простоту и технологичность воздухоораспределителя.

Выводы:

1. Исследования ЛСТКВ на модели с использованием данного воздухоораспределителя подтвердили эффективность локальной вытесняющей вентиляции для текстильных предприятий. Создана новая энерго- и материальносберегающая система, позволяющая снизить воздухообмен до 50 % и уменьшить энергозатраты на охлаждение кондиционированного воздуха в 2-2,5 раза.

2. Применение ЛСТКВ приведет к уменьшению размеров вентиляционного оборудования и установок кондиционирования воздуха. Если учесть, что на нужды вентиляции и кондиционирования воздуха тратится 40 % от общего энергопотребления текстильных предприятий, тогда снижение воздухообмена на 30 % дает значительную экономию энергоресурсов и позволяет повысить эффективность систем технологического кондиционирования воздуха.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Еремкин, А. И. Локальное кондиционирование вытесняющего типа текстильных предприятий / А. И. Еремкин. – Саратов : СГТУ, 2006. – 391 с.



2. Кокорин, О. Я. Современные системы кондиционирования воздуха / О. Я. Кокорин. – Москва : Физматлит, 2003 – 272 с.
3. Фильчакина, И. Н. Технологическое кондиционирование воздуха локальным способом по типу вытесняющей вентиляции предприятий текстильной промышленности / И. Н. Фильчакина, А. И. Еремкин. – Пенза : ПГУАС, 2012 – 207 с.
4. Пат. 2128253 Российская Федерация. Устройство локальной раздачи воздуха в прядильной машине / А. И. Еремкин, О. А. Базорова ; Пензен. гос. архитектур.-строит. ин-т. – № 96123359 ; заявл. 10.12.96 ; опубл. 27.03.99, Бюл. № 11.
5. Пат. 2166152 Российская Федерация. Устройство локальной раздачи воздуха / А. И. Еремкин, О. А. Базорова, Н. Я. Кириленко ; Пензен. гос. архитектур.-строит. акад. – № 99108196 ; заявл. 19.04.99 ; опубл. 27.04.01, Бюл. № 12.
6. Пат. 2400578 Российская Федерация. Устройство локальной раздачи воздуха в технологическую зону прядильного оборудования / А. И. Еремкин, И. Н. Фильчакина ; Пензен. гос. ун-т архитектуры и строительства. – № 2009117015/12 ; заявл. 04.05.09 ; опубл. 27.09.10, Бюл. № 27.
7. Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И. Е. Идельчик. – Москва : Машиностроение, 1975. – 560 с.

EREMKIN Aleksandr Ivanovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of heat and gas supply and ventilation; AVERKIN Aleksandr Grigorevich, doctor of technical sciences, professor of the chair of heat and gas supply and ventilation; GREYSUKH Grigory Isaevich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of physics and chemistry; BAKANOVA Svetlana Viktorovna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heat and gas supply and ventilation; FILCHAKINA Irina Nikolaevna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of heat and gas supply and ventilation

AIR DISTRIBUTOR OF UNIFORM DISTRIBUTION OF FRESH AIR BY PLANE OPPOSITE JETS

Penza State University of Architecture and Construction

28, Titov St., Penza, 440028, Russia. Tel.: +7(8412) 92-94-10; fax: +7(8412) 49-72-77, e-mail: algraw@mail.ru

Key words: air diffuser, opposing streams, fresh air, displacing ventilation, efficiency, textile enterprises.

The article presents the design of an air distributor of uniform distribution of supply air by flat opposing jets. The air distributor ensures a decrease in speed and an increase in the uniformity of fresh air supply in the working and technological areas in the systems of displacement ventilation.

REFERENCES

1. Eremkin A. I. Lokalnoe konditsionirovanie vytesnyayuschego tipa tekstilnykh predpriyatiy [Displacing type local conditioning of textile enterprises] Saratov, Saratov. gos. tekhn. un-t, 2006, 391 p.
2. Kokorin O. Ya. Sovremennyye sistemy konditsionirovaniya vozdukh [Modern air conditioning systems]. Moscow, Fizmatlit, 2003, 272 p.
3. Filchakina I. N., Eremkin A. I. Tekhnologicheskoe konditsionirovanie vozdukh lokalnym sposobom po tipu vytesnyayuschey ventilyatsii predpriyatiy tekstilnoy promyshlennosti [Technological air conditioning by a local method for the type of displacing ventilation of textile industry enterprises]. Penza, Penzen. gos.un-t arkhitektur. i stroit., 2012, 207 p.



4. Pat. 2128253 Rossiyskaya Federatsiya. Ustroystvo lokalnoy razdachi vozdukha v pryadilnoy mashine [Pat. 2128253 of the Russian Federation. The device of air local distribution in a spinning machine]. Eremkin A. I., Bazorova O. A. Penzen. gos. arkhitektur.-stroit. akad. № 96123359; zayavl. 10.12.96; opubl. 27.03.99, Byul. № 11.

5. Pat. 2128253 Rossiyskaya Federatsiya. Ustroystvo lokalnoy razdachi vozdukha [Pat. 2166152 of the Russian Federation. The device for local distribution of air]. Eremkin A. I., Bazorova O. A., Kirilenko N. Ya. Penzen. gos. arkhitektur.-stroit. akad. № 99108196. zayavl. 19.04.99; opubl. 27.04.01, Byul. № 12.

6. Pat. 2400578 Rossiyskaya Federatsiya. Ustroystvo lokalnoy razdachi vozdukha v tekhnologicheskuyu zonu pryadilnogo oborudovaniya [Pat. 2400578 of the Russian Federation. The device of air local distribution in the technological zone of spinning equipment]. Eremkin A. I., Filchakina I. N. Penzen. gos. un-t. arkhitektur. i stroit. № 2009117015/12, zayavl. 04.05.09; opubl. 27.09.10, Byul. № 27.

7. Idelchik I. E. Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniyam [Reference book on hydraulic resistance]. Moscow, Mashinostroenie, 1975, 560 p.

©А. И. Еремкин, А. Г. Аверкин, Г. И. Грейсух, С. В. Баканова, И. Н. Фильчакина, 2018

Получено: 10.04.2018 г.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628.16

А. Л. ВАСИЛЬЕВ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии; **И. В. КАТРАЕВА**, канд. техн. наук, доц. кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии; **Е. В. ВОРОБЬЕВА**, ст. преп. кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЙ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ИХ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-87;
эл. почта: k_viv@nngasu.ru

Ключевые слова: водопроводные станции, промывные и технологические воды, осадки, обезвоживание осадков, фугат, озонирование, озono-воздушная смесь, доза озона.

Рассмотрены существующие на сегодняшний день способы утилизации промывных, технологических вод и осадков водопроводных станций. Предложен метод обработки промывных и технологических вод путем их осветления, последующего озонирования и возврата в голову очистных сооружений. Также проведено исследование по осаждению и обезвоживанию осадка отстойников, установлен наиболее эффективный способ обезвоживания с предварительным применением реагентов.

Подготовка питьевой воды из поверхностных источников для крупных городов в основном осуществляется по двухступенчатой схеме. В результате чего образуется большое количество отходов: осадок отстойников или осветлителей; промывные воды фильтров; а также технологические воды, образованные при опорожнении и последующей очистке сооружений. Обработка промывных, технологических вод и осадков станций водоподготовки, а также их утилизация является актуальной экологической задачей, решение которой для многих водопроводных станций представляет серьезную проблему [1].

Существует несколько способов утилизации промывных и технологических вод: сброс в естественную природную среду, что приводит к ее загрязнению; подача их на городские очистные сооружения канализации, что увеличивает нагрузку коллекторов и очистных сооружений; создание оборотного цикла повторного использования вод после их предварительной обработки [2]. Объем промывных и технологических вод может составлять до 20 % среднесуточной производительности очистных сооружений. Для обработки осадков водопроводных станций в основном применяются методы обезвоживания в естественных или искусственных условиях [3]. При обезвоживании осадка образуется определенный объем сточных вод – фугат. Промывные, технологические воды и фугат имеют высокие показатели содержания взвешенных веществ, цветности, окисляемости, остаточного алюминия и других ингредиентов.

Авторами проведен ряд исследований по предлагаемой технологической схеме утилизации промывных, технологических вод и фугата, образующихся в результате функционирования одной из водопроводных станций: обработка воды

флокулянт – отстаивание в отстойниках – озонирование – возврат обработанной воды в голову очистных сооружений.

Первый этап экспериментов проводился на технологической воде, образующейся после опорожнения и последующей чистки резервуаров чистой воды. В исследуемую воду вводился флокулянт в дозе $D = 5$ мг/л и производилось ее отстаивание в лабораторных цилиндрах в течение 1,5 часов. После отстаивания осветленная вода отбиралась из верхней части цилиндра и анализировалась по ряду показателей. Результаты анализов представлены в табл. 1. Далее осветленная вода подвергалась озонированию. Схема лабораторной установки озонирования представлена на рис. 1. В генераторе озона синтезировалась озono-воздушная смесь (ОВС) в концентрациях $C = 14\text{--}16$ мг/л (1-я серия опытов) и $24\text{--}26$ мг/л (2-я серия опытов). Озонирование исследуемой воды осуществлялось в лабораторной контактной камере, представляющей собой герметичный цилиндрический резервуар из органического стекла – колонну объемом 4,0 л. Концентрация озона в ОВС измерялась двумя проточными приборами ИКО-1.

Таблица 1

Наименование пробы	Результаты микробиологических анализов				Результаты химических анализов	
	Общие колиформные бактерии (НВЧ КОЕ/100 мл)	Термотолерантные колиформные бактерии (НВЧ КОЕ/100 мл)	Колифаги (БОЕ/100 мл)	Патогенные м/о в т. ч. сальмонеллы (в 1000 мл)	Перманганатная окисляемость, мгО/л	Остаточный алюминий, мг/л
Исходная вода	7 000	200	н/о	н/о	8,2	0,69
Осветленная вода после отстаивания	120	60	н/о	н/о	7,2	0,38

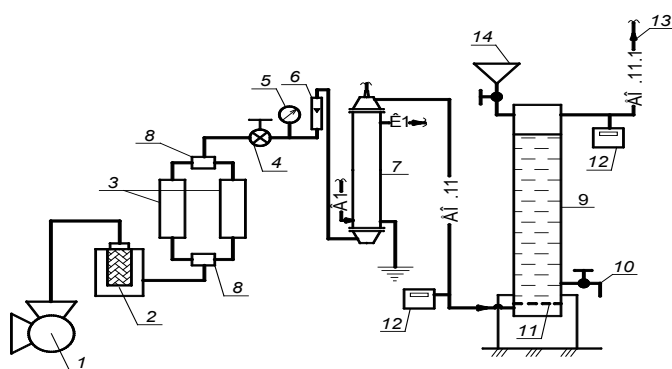


Рис. 1. Схема лабораторной установки озонирования: 1 – компрессор; 2 – пылевой фильтр, 3 – адсорберы, 4 – редуктор давления, 5 – манометр, 6 – ротаметр, 7 – генератор озона, 8 – электромагнитные клапаны, 9 – контактная колонна, 10 – пробоотборник, 11 – распределитель озона, 12 – измеритель концентрации озона в воде ИКО-1, 13 – сброс использованного озона в атмосферу, 14 – воронка для залива воды; В1 – водопровод; К1 – канализация; ЕО.11 – озонопровод; ЕО.11.1 – озонопровод использованного озона

В результате серий опытов установлено, что доза озона зависит от времени контакта озона с обрабатываемой водой. Графики зависимостей дозы озона D от времени контакта T представлены на рис. 2, 3. Данные исследований 1-й и 2-й серий опытов сведены в табл. 2, 3.

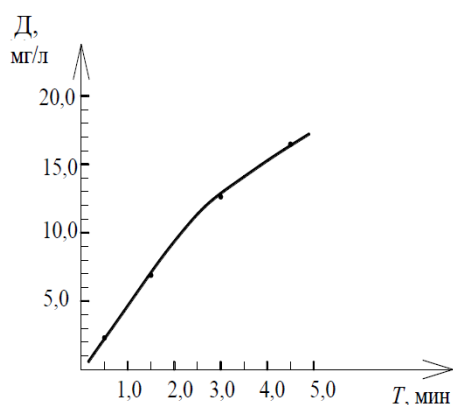


Рис. 2. График зависимости дозы озона от времени контакта озона с водой при $C = 14\text{--}16$ мг/л (1-я серия опытов)

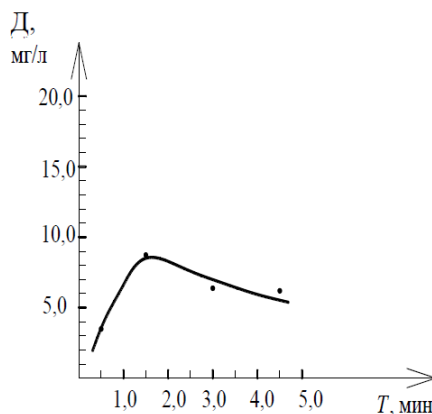


Рис. 3. График зависимости дозы озона от времени контакта озона с водой при $C = 24\text{--}26$ мг/л (2-я серия опытов)

Таблица 2
Данные исследований 1-й серии опытов проб воды при концентрации озона в ОВС 14–16 мг/л

Режим озонирования		Результаты микробиологических анализов				Результаты химических анализов	
Время контакта,	Доза озона,	Общие колиформные бактерии	Термотолерантные колиформные бактерии	Колифаги	Патогенные м/о в т. ч. сальмонеллы	Перманганатная окисляемость	Остаточный алюминий,
мин	мг/л	(НВЧ КОЕ/100 мл)	(НВЧ КОЕ/100 мл)	(БОЕ/100 мл)	(в 1000 мл)	мгО/л	мг/л
0,5	2,3	90	<50	н/о	н/о	6,0	-
1,5	6,9	<50	<50	н/о	н/о	6,0	-
3,0	12,6	<50	<50	н/о	н/о	6,0	0,04
4,5	16,4	<50	<50	н/о	н/о	6,0	-



Таблица 3

Данные исследования 2-й серии опытов проб воды при концентрации озона в ОВС 24–26 мг/л

Режим озонирования		Результаты микробиологических анализов				Результаты химических анализов	
Время контакта,	Доза озона,	Общие колиформные бактерии	Термотолерантные колиформные бактерии	Колифаги	Патогенные м/о в т. ч. сальмонеллы	Перманганатная окисляемость	Остаточный алюминий,
мин	мг/л	(НВЧ КОЕ/100 мл)	(НВЧ КОЕ/100 мл)	(БОЕ/100 мл)	(1000 мл)	мгО/л	мг/л
0,5	3,5	<50	<50	н/о	н/о	5,9	-
1,5	8,8	<50	<50	н/о	н/о	5,7	-
3,0	6,3	<50	<50	н/о	н/о	5,6	0,04
4,5	6,2	<50	<50	н/о	н/о	5,5	-

Анализируя данные первого этапа экспериментов, следует отметить, что при концентрации озона в ОВС 24–26 мг/л, увеличение времени контакта озона с водой не приводит к увеличению дозы. В озонопроводе прореагировавшего озона при времени контакта $T_3 = 3$ мин и $T_4 = 4,5$ мин обнаруживается озон в концентрациях близких к концентрациям в озонопроводе перед контактной камерой 20–22 мг/л. Это говорит о том, что озонопоглощаемость исследуемой воды практически достигает предела при времени контакта до 3 мин. Учитывая тот факт, что при увеличении концентрации озона в ОВС существенно возрастает расход электроэнергии генератора озона, а контролируемые показатели качества исследуемой воды находятся в тех же диапазонах, что и при концентрации озона 14–16 мг/л, выявлено целесообразным проводить озонирование воды в следующем режиме: доза озона 4–5 мг/л, время контакта озона с водой 1,5–2,0 мин, концентрация озона в ОВС 15 мг/л. Данный режим может быть рекомендован только для воды, которая соответствует по показателям представленной для исследований.

Далее проводился второй этап экспериментов на фугате, образующимся в результате механического обезвоживания осадков отстойников. Осадок отстойников подвергался обезвоживанию на лабораторной центрифуге. Образованный после центрифугирования фугат имел следующие характеристики: перманганатная окисляемость – 32 мгО/л, цветность – 71 градус, общие колиформные бактерии (НВЧ КОЕ/100 мл) – 7 000. Озонирование фугата осуществлялось на лабораторной установке (рис. 1) по двум режимам: с концентрацией озона в ОВС 14–16 мг/л (3-я серия опытов) и 24–26 мг/л (4-я серия опытов). Графики зависимости дозы озона D от времени контакта озона с водой T представлены на рис. 4, 5. Данные исследований 3-й и 4-й серий опытов проб воды приведены в табл. 4, 5.

Анализируя данные второго этапа экспериментов, можно сказать, что так же, как и на первом этапе исследуемая вода (фугат) при действии на нее озono-воздушной смесью с высокой концентрацией озона быстро достигала предела озono-поглощаемости.

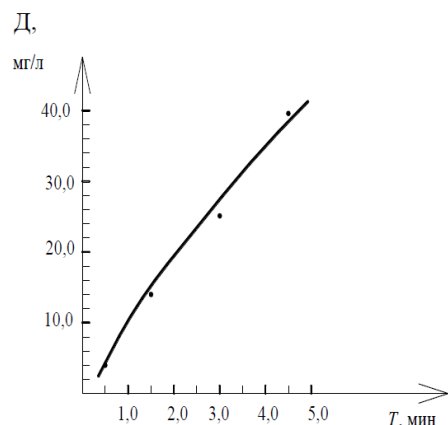


Рис. 4. График зависимости дозы озона от времени контакта озона с водой при $C = 14\text{--}16$ мг/л (3-я серия опытов)

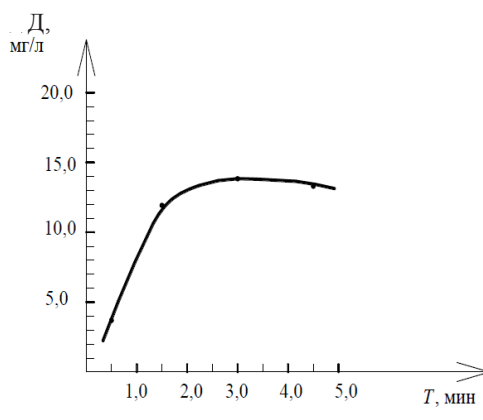


Рис. 5. График зависимости дозы озона от времени контакта озона с водой при $C = 24\text{--}26$ мг/л (4-я серия опытов)

Таблица 4
Данные исследований 3-й серии опытов проб воды при концентрации озона в ОВС 14–16 мг/л

Режим озонирования		Результаты микробиологических анализов				Результаты химических анализов	
Время контакта,	Доза озона,	Общие коли-формные бактерии	Термотолерантные колиформные бактерии	Колифаги	Патогенные м/о в т. ч. сальмонеллы	Перманганатная окисляемость	Цветность,
мин	мг/л	(НВЧ КОЕ/100 мл)	(НВЧ КОЕ/100 мл)	(БОЕ/100 мл)	(в 1000 мл)	мгО/л	градус
0,5	4,6	620	620	н/о	н/о	30,8	69
1,5	13,8	<50	<50	н/о	н/о	29,6	67
3,0	26	<50	<50	н/о	н/о	23,2	61
4,5	39	<50	<50	н/о	н/о	23,6	60

Так, концентрация озона в ОВС в трубопроводе использованного озона при времени контакта озона с фугатом 4,5 мин составляла 18 мг/л. Требуется осмысления и существенное увеличение цветности обработанного озонем фугата при высоких концентрациях озона в ОВС. Это увеличение можно объяснить тем, что трудноокисляемые органические комплексы, находящиеся в осадке, а, следовательно, и в фугате под действием высоких концентраций озона трансформируются в более простые комплексы – фульвокислоты, аминокислоты, что и приводит к увеличению цветности. Следует отметить также достаточно высокое содержание формальдегида – 0,1 мг/л в одной из проб (фугат обработанный концентрацией озона в ОВС 24–26 мг/л, с временем контакта 3 мин).



Таблица 5

**Данные исследований 4-й серии опытов проб воды при концентрации озона
в ОВС 24–26 мг/л**

Режим озонирования		Результаты микробиологических анализов				Результаты химических анализов		
Время контакта,	Доза озона,	Общие колиформные бактерии	Термотолерантные колиформные бактерии	Колифаги	Патогенные м/о в т. ч. сальмонеллы	Перманганатная окисляемость	Цветность,	Формальдегид,
мин	мг/л	(НВЧ КОЕ/100 мл)	(НВЧ КОЕ/100 мл)	(БОЕ/100 мл)	(в 1000 мл)	мгО/л	градус	мг/л
0,5	3,8	230	230	н/о	н/о	25,6	82	-
1,5	11,97	<50	<50	н/о	н/о	24,0	93	-
3,0	13,86	<50	<50	н/о	н/о	23,6	100	0,1
4,5	13,23	<50	<50	н/о	н/о	23,2	144	-

Если при выборе режима озонирования ориентироваться только на микробиологические показатели, то достаточен режим обработки фугата с концентрацией озона в ОВС 14–16 мг/л, временем контакта 2–3 мин при дозе озона 14–15 мг/л. Данный режим может быть рекомендован только для фугата, который соответствует по показателям представленному для исследований.

На третьем этапе проведено исследование по осаждению и обезвоживанию осадка горизонтальных отстойников с использованием флокулянтов *SNF Floerger*. Отстаивание осадка осуществлялось в мерных цилиндрах объемом 500 мл, обезвоживание осадка – с использованием лабораторной установки вакуум-фильтрации и лабораторной центрифуги *Centrifuge 80-2S*. Свойства осадка после уплотнения путем 1,5 ч отстаивания представлены в табл. 6.

Таблица 6

Концентрация сухого вещества, С, г/л	Влажность, В, %	Зольность, З, %	Удельное сопротивление осадка, $r \cdot 10^{-10}$, см/г
28,7	97,1	77,2	401,6

Исследования показали, что осадок имеет высокую зольность (минеральную составляющую), обусловленную использованием оксихлорида алюминия в качестве коагулянта в технологии водоподготовки. Наилучший эффект при обезвоживании осадка был получен при использовании флокулянтов *FO 4240 PWG* (10 мл/л, 0,1 %-й раствор); *FO 4190 PWG* (10 мл/л, 0,1 %-й раствор); органических коагулянтов *FL 4540 PWG* (0,4 мл/л 50 %-й р-р); ПК-35 (0,5 мл/л товарного продукта); ДМДАХ (0,5 мл/л 40 %-й р-р).

Полученная влажность обезвоженного осадка с использованием вакуум-фильтрации ($P = -0,5$ атм.) составила $V = 74–78$ %, при этом зольность $Z = 78–80$ %. Влажность осадка при его центрифугировании ($N = 4\ 000$ об/мин, $T = 5$ мин) составила $V = 82–88$ %.

Для того чтобы корректно определить суточный объем удаляемого осадка, был проведен эксперимент по получению усредненной пробы в течение всего процесса очистки отстойника, который включал удаление осадка и промывку отстойника из брандспойта. Усредненную пробу получали путем отбора равных объемов жидкости из колодца в кубовую емкость через равные интервалы времени в течение всего процесса очистки отстойника. Полученный объем перемешивали с помощью погружного насоса и отбирали необходимое количество осадка для проведения исследований.

В усредненную пробу добавляли органический коагулянт *FL4540 PWG* (10 %-й р-р, 0,4 мл/л), пробу перемешивали и отстаивали в течение 1,5 ч. Было установлено, что объем осадка после 1,5 ч отстаивания составлял 25–40 % общего объема усредненной пробы, в этом случае суточное количество уплотненного осадка влажностью 97 % составит 400 м³, количество надосадочной жидкости – 600 м³.

После обезвоживания осадка вакуум-фильтрованием можно будет получить 47,5 т/сут обезвоженного осадка влажностью 75 %, количество фильтрата составит 352,5 м³/сут (рис. 6). Если обезвоженный осадок сжигать, то в соответствии с его зольностью, составляющей 78 %, получим 9,2 т/сут отхода.



Рис. 6. Общий баланс по осадку отстойников

Исследования показали, что количество уплотненного осадка после очистки отстойников составит около 400 м³/сут. Уплотненный осадок имеет влажность 97 % и зольность 77 %. Осадок обладает высоким удельным сопротивлением 401,6–1010 см/г, но добавление реагентов перед его осаждением и уплотнением позволяет повысить эффективность процесса и значительно снизить удельное сопротивление осадка.

Выполненные исследования доказывают эффективность предлагаемой технологии утилизации промывных, технологических вод и фугата, тем самым позволяют решить одну из экологических проблем водопроводных станций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Повторное использование воды от промывки фильтров / П. Г. Быкова, А. К. Стрелков, Ж. В. Занина [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2015. – № 12. – С. 14–17.
2. Коева, А. Ю. Обработка промывных вод станции водоподготовки города Курган на реке Тобол / А. Ю. Коева, С. В. Максимова, Г. С. Качалова // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5. – С. 47–50.
3. Урванцева, М. И. Обработка промывных вод и осадков водопроводных станций, расположенных на источниках малой и средней мутности и цветности в Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.04 / М. И. Урванцева ; Сиб. гос. ун-т. путей сообщения. – Новосибирск, 2011. – 20 с.



VASILEV Aleksey L'vovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry; KATRAEVA Inna Valentinovna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry; VOROBYOVA Ekaterina Vladimirovna, senior teacher of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry

PERFECTION OF THE WORK OF WATER SUPPLY PLANTS TO REDUCE THEIR NEGATIVE INFLUENCE ON THE ENVIRONMENT

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel: +7 (831) 430-54-87;
e-mail: k_viv@nngasu.ru

Key words: water treatment facilities, flushing and process waters, sediments, sludge dehydration, fugat, ozonation, ozone-air mixture, ozone dose.

The article considers the existing methods of disposal of wash, process waters and sediments of drinking water treatment plants. A method of treating wash and process waters by clarification with subsequent ozonation and return to the inlet of treatment facilities is proposed. The processes of sedimentation and dewatering of sludge from sedimentation tanks are also investigated; the most efficient method of dehydration following the application of reagents is identified.

REFERENCES

1. Bykova P. G., Strelkov A. K., Zanina Zh. V., et al. Povtornoe ispolzovanie vody ot promyvki filtrov [Reuse of water from filters washing]. Vodосnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary engineering]. Moscow, 2015, № 12. P. 14–17.
2. Koeva A. Yu., Maksimova S. V., Kachalova G. S. Obrabotka promyvnykh vod stantsii vodopodgotovki goroda Kurgan na reke Tobol [Treatment of wash water of drinking water treatment plant of the city of Kurgan on the Tobol river]. Sovremennye naukoymkie tekhnologii [Modern high technologies]. Moscow, 2014, № 5. P. 47–50.
3. Urvantseva M. I. Obrabotka promyvnykh vod i osadkov vodoprovodnykh stantsiy, raspolozhennykh na istochnikakh maloy i sredney mutnosti i tsvetnosti v Zapadnoy Sibiri [Processing wash water and sediments of drinking water treatment plants located on water bodies of low and medium turbidity and color in the Western Siberia] : avtoref. dis. kand. tekhn. nauk (05.23.04). Sib. gos. un-t putey soobscheniya. Novosibirsk, 2011. 20 p.

© **А. Л. Васильев, И. В. Катраева, Е. В. Воробьева, 2018**

Получено: 23.03.2018 г.



УДК 628.543

А. С. ТАРАСОВ, аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии¹, ведущий инженер-технолог²; **А. Л. ВАСИЛЬЕВ**¹, д-р техн. наук, проф., зав кафедрой водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ СИЛЬНО ОКРАШЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЬНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-87; эл. почта: k_viv@nngasu.ru

²ОАО «Дзержинский Водоканал»

Россия, 606019, Нижегородская обл., г. Дзержинск, пр. Дзержинского, д. 43; Тел.: (8313)-25-96-17; эл. почта: alec-tarasoff@mail.ru

Ключевые слова: технологический процесс, щелочная отварка, мерсеризация, зреление, отделка, кубовые красители, печать рисунка на ткани, промывка.

Дается описание технологического процесса подготовки, изготовления, выделки и печати рисунка на льняных тканях на примере «Яковлевской фабрики» с образованием 3 200 м³/сут производственных сточных вод.

Производство льняных тканей предусматривает использование трудно окисляемых органических соединений при предварительной обработке, окрашивании льняной нити, печати рисунка на готовой ткани и в ходе других операций, осуществляемых для придания конечному продукту требуемых визуальных и качественных характеристик [1].

В зависимости от производственной технологии на непосредственных этапах обработки и окраски тканей встречаются отдельные потоки и остатки растворов с различным составом и концентрацией загрязнений в относительно небольшом количестве воды (табл. 1).

Каждая операция технологического процесса делится на непосредственную обработку и на последующие этапы промывки и полоскания для удаления избытка красок и вспомогательных веществ в текстильном производстве.

Таблица 1

Вид загрязнений сточных вод «Яковлевской текстильной фабрики»

Размер частиц загрязнений сточной воды	Форма загрязнений сточной воды	Химический состав загрязнений	Характер воздействия загрязнений на водную среду
$<10^{-8}$ м	остатки растворов печатных красителей	Al^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Be^{2+} , CrO_4^{2-}	превышение БПК, ХПК, взвешенных веществ, окрашиваемости и, как следствие, достаточно высокая токсичность
10^{-8} – 10^{-5} м	коллоидные растворы	синтетические ПАВ, остатки кубовых красителей	изменение физико-химических свойств воды, высокая токсичность
$>10^{-5}$ м	грубо и средне дисперсные примеси	продукты разрушения льняного волокна, волокнистые отходы, минеральные вещества	изменение физико-химических свойств воды



На текстильном предприятии АО «Яковлевская фабрика» технологическая вода используется для нескольких целей:

- 1) для охлаждения оборудования;
- 2) приготовления технологических растворов и промывки исходного сырья;
- 3) промывки готовой продукции.

Вода для каждого вида технологического процесса должна соответствовать требованиям самого технологического процесса и не должна нарушать технологический режим и ухудшать качество исходного продукта.

К основным операциям, из которых складывается процесс получения льняных тканей, относятся: опаливание, расшлихтовка, щелочная отварка, беление, мерсеризация, сушка, отделка.

Таким образом, после каждой технологической операции по изготовлению и выделке льняных тканей возникают грязные промывные воды, которые условно можно разделить на три основных потока (данные представлены табл. 2).

Особенности подготовки изделий из льна обусловлены спецификой структуры, а главное содержанием примесей до 25 % от исходной массы волокна. Наличие в льняном волокне лигнина, который придает материалу деревоподобность, грубость, жесткость, и природных красителей в значительной степени осложняет процесс беления льняных тканей.

Таблица 2

**Классификация загрязнений сточных вод
«Яковлевской текстильной фабрики»**

Номер элемента	Наименование загрязняющих веществ	Наименование потоков		
		слабозагрязненные	среднезагрязненные	сильнозагрязненные
1	pH	6,5–10,5	4,5–9,5	10,5–12,0
2	БПК _{полн}	110–120	150–200	220–250
3	ХПК	210–570	510–850	800–1180
4	Взвешенные вещества	70,0–25,0	160,0–515,0	560,0–850,0
5	Сухой остаток	890–970	1270–1370	1510–1920
6	СПАВ	3,5–7,8	8,1–9,8	11,2–37,3
7	Интенсивность окраски по разведению до бесцветной	1:5–1:7	1:20–1:250	1:150–1:350
8	Сульфиды	23–37	41–57	63–74
9	Хлориды	12–17	21–25	31–37

Чтобы добиться высокой степени очистки и предотвратить возможные повреждения технического волокна, процесс подготовки льняных материалов проводят в две стадии [2].

Первая из них предусматривает окислительную отварку льняной ровницы или пряжи в аппаратах периодического действия при температуре 98–100 °С, в течение 2–3 часов. Варочный раствор содержит: пероксид водорода, силикат натрия и соду. Отваренный полуфабрикат промывают, высушивают, вырабатывают из него полубелую ткань. Вследствие частичной очистки льняной пряжи от примесей, она



становится более мягкой и эластичной, что положительно сказывается на технологическом процессе ткачества.

Далее льняное полотно добеливают по непрерывному щелочно-гипохлоритно-перекисному способу, который включает в себя приведенные ниже последовательно повторяющиеся операции:

1) пропитку тканей раствором гипохлорита натрия, выдерживания ее в емкостном компенсаторе в течении 1,5 ч без нагревания и последующую промывку. На этой стадии осуществляется расшлихтовка ткани и ее беление;

2) пропитку щелочным раствором пероксида водорода, запаривание при температуре 90 °С, промывка горячей и холодной водой. Перекись водорода не только разрушает окрашенные примеси, но и обеспечивает процесс антихлорирования, то есть разрушения остатков гипохлорита натрия в волокне.

Для достижения максимального эффекта белизны операции гипохлоритной и перекисной обработки повторяют дважды. Далее следует обработка ткани разбавленным раствором серной кислоты при температуре 20–25 °С, выдерживание ее в емкостном компенсаторе и промывка холодной водой [3].

Опаливание – назначение процесса заключается в удалении с поверхности ткани выступающих волокон, нитей, узелков, путем их сжигания. В результате ткань приобретает ровную, гладкую поверхность, улучшается ее внешний вид, четко выделяется структура ткацкого полотна, облегчается проведение последующих технологических процессов.

Расшлихтовка – удаление требующихся для изготовления льняной нити вспомогательных обрабатывающих веществ (так называемых шлихт, крахмала, крахмалопроductов, высших спиртов). Удаление производится горячей водой с добавлением ферментов и ПАВ.

Традиционными веществами, используемыми для расшлихтовки, являются кислоты и окислители. Кислоты гидролизуют крахмал до водорастворимых продуктов, а окислители резко снижают его степень полимеризации. Наряду с крахмалом, шлихта содержит синтетические продукты на основе поливинилового спирта, полиакрилатов, поливинилацетатов.

Щелочная отварка является основной операцией подготовки льняной ткани. Назначение этого процесса заключается в удалении механических примесей льняного сырья, таких как воск, пектиновые вещества.

Эффективное удаление примесей льна и получение высокой капиллярности достигается лишь при горячих щелочных обработках. Свойства наружной поверхности льняного волокна обусловлены наличием на ней пектиновых и воскообразных примесей. В процессе отварки в волокне протекают следующие химические процессы:

1) пектиновые вещества под воздействием щелочи при высокой температуре гидролизуются с образованием водорастворимых продуктов – пентозы, гексозы;

2) воскообразные примеси, представляющие собой сложные эфиры высших кислот с жирными спиртами, частично гидролизуются под действием щелочи.

Выделяющиеся при этом, хотя и в незначительном количестве, жирные кислоты под действием щелочи образуют натриевые соли – мыла, обладающие высокой поверхностной активностью, хорошей растворимостью в воде и высокой эмульгирующей способностью. Такие вещества называют поверхностно-активными ПАВ, поскольку они способны снижать поверхностное натяжение на поверхности раздела фаз «варочная жидкость – воскообразные частицы». Молекулы ПАВ своими гидрофобными концами вступают в контакт с воскообразными при-



месями и полярными гидрофильными группами ориентируются в сторону варочного раствора [4].

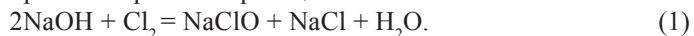
В состав варочной жидкости кроме гидроксида натрия – основного компонента, разрушающего практически все примеси и ПАВ, дополнительно вводят силикат натрия – NaSiO_3 и восстановители – бисульфит натрия NaHSO естественный. Силикат натрия адсорбирует продукты распада естественных примесей целлюлозы и тем самым устраняет возможность их повторного осаждения на волокно. Кроме того, он выступает в качестве защитного средства, препятствующего образованию на ткани осадков гидроксидов металлов в виде ржавых пятен. Последние образуются в варочной жидкости из компонентов, содержащихся в воде (солей железа, солей жесткости) в виде устойчивых коллоидных гидрозолей. Силикат натрия коагулирует их, превращая в грубодисперсные частицы, неспособные сорбироваться волокном.

На текстильной фабрике «Яковлевская» используется периодический способ отварки льняных тканей. Принцип работы заключается в двустороннем (сверху-вниз и снизу-вверх) прокачивании варочной жидкости с концентрацией щелочи 9–12 г/л при температуре 130 °С в течение 4 часов через толщу льняной ткани, плотно и равномерно уложенной в котле в виде жгута. Исключительно важную роль при этом играет паровая среда, в которой ткань быстро прогревается и набухает, что значительно интенсифицирует процесс удаления примесей. Сама ткань выполняет функции реактора, поскольку все рассмотренные ранее процессы удаления примесей протекают непосредственно в ее структуре.

Беление – это повышение степени белизны отваренной ткани и ее капиллярности. Белизна – один из важнейших качеств льняных тканей. От степени белизны зависит возможность использования тканей для изготовления изделий различного ассортимента. В соответствии с требованиями стандартов белизна льняных тканей должна быть не менее 80 %, а для улучшенных сортов – 83 %, белизна сорочечных тканей должна составлять 87–88 %. Основные свойства отбеленных тканей оценивают по степени белизны и сохранности льняного волокна [5].

Сущность процесса беления состоит в разрушении природных красящих веществ натурального льна, которые придают тканям серый оттенок. При отваривании в щелочных растворах красящие пигменты не претерпевают заметных изменений, поэтому при белении их разрушают с помощью окислителей. В качестве отбеливателей в пряжебельном производстве используют три типа окислителей: гипохлорит натрия, перекись водорода и хлорит натрия.

Рассмотрим процесс беления ткани гипохлоритом NaClO . Гипохлорит натрия как технический продукт не существует вследствие нестабильности. Его получают непосредственно на отделочном участке производства путем электролиза раствора поваренной соли или способом насыщения растворов гидроксида натрия газообразным хлором. При этом протекает реакция:



Гипохлорит натрия как соль, образованная слабой кислотой и сильной щелочью, в водных растворах легко гидролизуется по схеме:



Хлорноватистая кислота HClO является белящим агентом, поскольку разлагается с выделением активного атомарного кислорода, который и оказывает активное отбеливающее действие:



При этом образуется соляная кислота, что проявляется в снижении pH среды



при отбеливании. Реакция среды (кислая, нейтральная, щелочная) в значительной степени влияет на процесс гидролиза, а, следовательно, и на отбеливающее действие гипохлорита. Количество образующегося HClO падает с ростом pH среды повышением щелочности, вследствие снижения степени гидролиза NaClO , что, в свою очередь, приводит к уменьшению скорости беления. При понижении pH в кислой среде происходит обратный процесс – равновесие сдвигается в сторону увеличения концентрации хлорноватистой кислоты. Однако в кислой среде при $\text{pH} < 4,5$ концентрация HClO вновь падает по причине выделения газообразного хлора. При этом отбеливающий эффект снижается, а система начинает проявлять хлорирующее действие. В этих условиях может происходить коррозия оборудования. При белении гипохлоритами следует строго соблюдать режим отбеливания. Его следует проводить в слабощелочной среде $\text{pH} = 8,5\text{--}10,0$ при температуре $< 35^\circ\text{C}$, когда эффективность отбеливания достаточна высока, а деструкция льняного волокна незначительная.

Мерсеризация является процессом облагораживания льняной ткани, в результате которого она приобретает комплекс ценных потребительских свойств: повышенную гигроскопичность и крашиваемость, эластичность и дополнительную прочность.

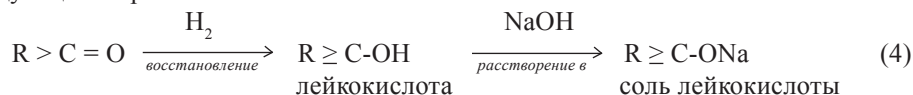
Технологическую операцию мерсеризации льняной нити или ткани проводят под натяжением концентрированными растворами 250–300 г/л растворами гидроксида натрия в течение 30–90 секунд при комнатной температуре. В результате такой обработки в льняном волокне происходят физические, химические и структурные изменения.

Печать – в последнее время получает все более широкое применение благодаря тем преимуществам, которые заключаются в большом разнообразии и высоком качестве рисунка.

Применяемые в производстве льняной ткани кубовые красители нерастворимы в воде, поэтому они сорбируются волокном только после перехода в растворимую форму – натриевую соль лейкокислоты кубового красителя. После поглощения ее волокном краситель вновь переводят в нерастворимый пигмент непосредственно на волокне. Такая схема обеспечивает получение на льняной ткани окрасок высокой прочности и широкой цветовой гаммы.

По химическому строению кубовые красители относятся к различным классам органических веществ, но общим для них является наличие в молекуле минимум двух карбонильных групп, атомы углерода которых принадлежат ароматическим ядрам. Общую формулу кубовых красителей можно записать в виде: $\text{R} > \text{C} = \text{O}$.

Для перевода красителей в растворимую форму их восстанавливают в щелочной среде. Происходящие при этом процессы схематично можно изобразить следующим образом:



В качестве восстановителей кубовых красителей применяют достаточно большой ассортимент соединений. Однако максимальное использование в печати ронгалит $\text{CNaHSO}_2 \cdot \text{CH}_2\text{O}$. Гидросульфит натрия в щелочной среде способен гидролизаться с выделением водорода, который расходуется на восстановление карбонильных групп красителя:





Широкая цветовая гамма, яркость и высокая устойчивость окрасок к действию света, мокрых обработок и трению делают кубовые красители одними из наиболее перспективных в печатании ткани из льняных волокон. Печатание осуществляется по трем принципиально различным схемам:

1) печатной краской, содержащей предварительно восстановленный краситель, с последующей сушкой и проявлением окраски в запарном зрельнике (щелочно-гидросульфитно-ронгалитный способ);

2) печатной краской, содержащей невосстановленный кубовый краситель в тонкодисперсной форме, восстановитель и поташ, с последующей сушкой и проявлением окраски в запарном зрельнике (ронгалитно-поташный способ);

3) печатной краской, содержащей невосстановленный кубовый краситель в токодисперсной форме, с последующей сушкой, обработкой щелочным раствором восстановителя и проявлением окраски в скоростном зрельнике (двухфазный способ, являющийся аналогом суспензионного способа крашения).

Во всех трех схемах процесс заканчивается проводкой ткани через промывные машины, в которых осуществляют окисление, мыловку и промывку.

Зреление – это обработка напечатанной и высушенной ткани в атмосфере водяного пара или горячего воздуха при температуре 100 °С и выше. На этой стадии происходит набухание пленки печатной краски, высвобождение частичек красителя из слоя загустителя и диффузия их в волокно, то есть собственно крашение. Длительность и температура зреления зависят от состава печатной краски и специфических свойств краски.

Отделка – придание качественных свойств ткани, таких как отсутствие замятостей, складок. Достигается при помощи механической обработки. Заключительная отделка – завершающий этап обработки льняной ткани. Ее цель – придать материалу красивый внешний вид, некоторые специфические свойства, разгладить его и тем самым облегчить в дальнейшем проведение операций раскроя и пошива в швейном производстве.

Выводы:

1. В процессе подготовительных, выделочных, красильных и печатных операций по изготовлению льняных нитей и тканей возникают различные по количеству и степени загрязнения потоки сточных вод, в которых преобладают кислотные, щелочные и красящие среды. Возникает необходимость устройства усреднителя данного стока перед подачей на сооружения предварительной физико-химической нейтрализации.

2. В ходе проведения усреднения поступающих сточных вод будет происходить естественная нейтрализация кислотных и щелочных потоков загрязненной воды, погружные насосы, размещенные в усреднителе, обеспечат постоянный напор на проектируемые сооружения предварительной физико-химической и последующие ступени биологической очистки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Машников, И. В. Водоснабжение и водоотведение на льноперерабатывающих предприятиях / И. В. Машников // Российский химический журнал. – 2002. – Т. XLVI, № 2. – С. 82.
2. Ефимов, А. Я. Очистка сточных вод предприятий легкой промышленности / А. Я. Ефимов, И. М. Таварткиладзе, Л. И. Ткаченко. – Киев : Техника, 1985. – 230 с.
3. Современные экологические проблемы текстильной химии / А. А. Трегубова,



Е. В. Дербишер, Н. В. Веденина [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 10. – С. 103–104.

4. Ласков, Ю. М. Очистка сточных водокрасителей / Ю. М. Ласков, Т. В. Кузнецова, Н. Н. Пальчунов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1997. – № 3. – С. 11–15.

5. Овчинникова, А. Е. Обесцвечивание сточных вод красильных производств / А. Е. Овчинникова // Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы техники и технологий переработки льна и производства льняных изделий» («Лен-96»), 21–23 окт. – Кострома, 1996. – С. 113–114.

TARASOV Aleksandr Sergeevich¹, postgraduate student of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry¹, leading engineer technologist²; VASILEV Aleksey L'vovich¹, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of water supply, sewage, engineering ecology and chemistry

AN OVERVIEW OF TECHNOLOGICAL FEATURES OF FORMATION OF HIGHLY COLORED WASTEWATER AT ENTERPRISES OF THE FLAX PROCESSING INDUSTRY

¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-87; e-mail: k_viv@nngasu.ru

²JSC Dzerzhinsky Vodokanal

43, Dzerzhinsky Ave., Dzerzhinsk, Nizhny Novgorod region, 606019, Russia. Tel.: +7 (8313) 25-96-17; e-mail: alec-tarasoff@mail.ru

Key words: technological process, alkaline kiering, mercerizing, maturing, finishing, VAT dyes, printing pattern on fabric, rinse.

The article gives a description of the process of preparation, manufacture, finishing and printing a pattern on linen cloth by the example of the "Yakovlev factory" producing 3,200 m³/day of industrial wastewater.

REFERENCES

1. Mashnikov I. V. Vodosnabzhenie i vodootvedenie na Inopererabatyvayuschikh predpriyatiyakh [Water supply and sanitation on flax processing enterprises]. Rossiyskiy khimicheskii zhurnal [Russian Chemistry Journal]. 2002. V. XLVI. № 2. P. 82.

2. Efimov A. Ya., Tavartkiladze I. M., Tkachenko L. I. Ochistka stochnykh vod predpriyatiy lyogkoy promyshlennosti [Treatment of waste waters of enterprises of the light industry]. Kiev: Tekhnika. 1985. 230 p.

3. Tregubova A. A., Derbisher E. V., Vedenina N. V., et al. Sovremennye ekologicheskie problem tekstilnoy khimii [Modern ecological problems of the textile chemistry]. Sovremennye naukovomkie tekhnologii [Modern high technologies]. 2007. №. 10. P. 103–104.

4. Laskov Yu. M., Kuznetsova T. V., Palchunov N. N. Ochistka stochnykh vodokrasiteley [Treatment of wastewater from dye-works]. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary technique]. 1997. №. 3 P. 11–15.

5. Ovchinnikov A. E. Obestsvechivanie stochnykh vod krasilnykh proizvodstv [Discoloration of waste water of dyeing plants]. Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya "Aktualnye problemy tekhniki i tekhnologii pererabotki lna i proizvodstva lnanykh izdeliy" [International scientific-technical conference "Actual problems of technics and technologies of flax processing and production of flax products]. (Lyon-96), Kostroma, 21-23 okt. 1996. P. 113–114.

© А. С. Тарасов, А. Л. Васильев, 2018

Получено: 10.04.2018 г.

УДК 691.335

С-А. Ю. МУРТАЗАЕВ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой технологии строительного производства; **М. Ш. САЛАМАНОВА**, канд. техн. наук, доц. кафедры технологии строительного производства

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОАКТИВИРОВАННОГО СЫРЬЯ АЛЮМОСИЛИКАТНОЙ ПРИРОДЫ

ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М. Д. Миллионщикова»

Россия, 364051, г. Грозный, пр. Исаева, д. 100. Тел.: (8712) 22-36-03; эл. почта: madina_salamanova@mail.ru

Ключевые слова: вяжущие щелочной активации, геополимер, алюмосиликатный каркас, гидрогель, портландцементный клинкер, кислотоупорное вяжущее, высокоактивные материалы, метакаолин.

Приводятся результаты исследований по разработке кислотоупорного вяжущего щелочной активации. Приводится механизм формирования структуры и прочности геополимерного камня, что является следствием протекания сложных физико-химических процессов. Предложенное кислотоупорное вяжущее щелочной активации на основе высокоактивных минеральных компонентов дает возможность повысить эффективность получения долговечных и надежных в эксплуатации материалов.

Производство портландцемента на мировом уровне достигло 3 млрд тонн, и оно стремительно растет из года в год за счет развивающихся стран, таких как Китай и Индия. Конечно, с одной стороны, это положительная тенденция, но с другой, возрастают объемы, выделяющегося при производстве цемента, углекислого газа. Установлено, что при обжиге 1 тонны портландцементного клинкера образуется 0,37 тонны углекислого газа в результате диссоциации карбоната кальция; в то же время вырабатывается еще дополнительная порция около 0,35 тонн CO_2 при сжигании топлива и других технологических переделов. Мировая цементная промышленность занимает одно из лидирующих мест после электроэнергетики и транспорта по образованию парниковых газов (5–8 %). Расходуется огромное количество углекислоты, которое в течение миллиардов лет консервировалось в горных породах и минералах различного генезиса, что в итоге сказывается на экологической обстановке тропосферы [1, 2].

Поэтому основной проблемой исследователей является снижение, выделяющейся углекислоты, которая образуется при производстве цемента. В качестве альтернативы портландцементу в будущем можно рассматривать вяжущие щелочной активации на основе термоактивированных тонкодисперсных добавок алюмосиликатной природы, хотя эти добавки не являются отходами промышленности, химический состав их отличается повышенным содержанием оксидов алюминия и кремния (метакаолин).

Известно, что шлакощелочные вяжущие уже применялись на практике еще в 1950 годах, и промышленному внедрению этого направления способствовали работы В. Д. Глуховского [1, 3]. В конце двадцатого века в нашей стране его усилиями был начат выпуск стеновых изделий, панелей, блоков, лестничных маршей, труб, дорожных одежд из монолитного бетона. Возведены многоэтажные здания

не только в России, но и в Китае, странах Европы.

Таким образом, под вяжущими щелочной активации (геополимерами) понимается цементная система, состоящая из ультрадисперсных аморфных и кристаллических алюмосиликатов, растворенных раствором щелочи, а геополимерный камень представлен каркасным алюмосиликатом из тетраэдров SiO_4 и AlO_4 с общими связями. Щелочная среда способствует образованию цепи Si-O-Al-O-Si с формированием трехмерного алюмосиликатного гидрогеля. Щелочные катионы компенсируют отрицательный заряд, возникающий при встраивании тетраэдров AlO_4 между тетраэдрами SiO_4 . Алюминий в полимерном каркасе дает дефицит положительного заряда, который в свою очередь компенсируется щелочными катионами, прочно заземленными в структуре алюмосиликатного каркаса (рис. 1). Это придает геополимерному камню высокую водостойкость, стойкость против агрессивных сред [3, 4, 5].

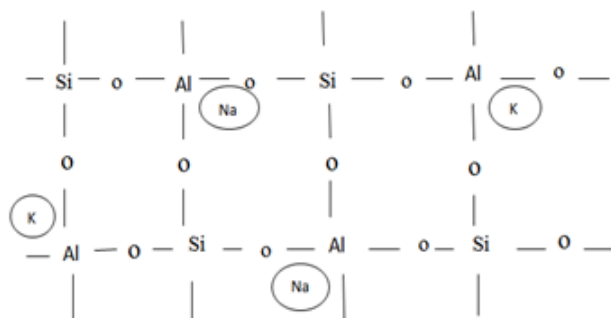


Рис. 1. Структура трехмерного геополимерного каркаса

В данной работе приводятся результаты исследований по разработке рецептур и изучению свойств вяжущих щелочной активации, с использованием сырьевой базы Чеченской Республики. Были спроектированы составы кислотоупорного вяжущего щелочной активации на основе высокоактивного метакеолина.

В ходе экспериментальных исследований были использованы привезенные с карьеров высокоалюминатная каолинистая глина (минерал каолинит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ более 80 %, монтмориллонит до 17 %, остальное примеси) и вулканический туф. Данные породы после предварительной сушки в сушильном шкафу при температуре 105 °C в течение 2 часов измельчали отдельно в лабораторной роликовой мельнице, при этом вулканический туф предварительно дробился в щековой дробилке. Глина в естественном виде является уже дисперсным материалом и содержит более 50 % частиц размером меньше 0,01 мм, в том числе не менее 25–30 % частиц меньше 0,001 мм, а подвергнув ее до термической обработки механоактивации в роликовой мельнице в течение 10 минут, мы дополнительно повышаем ее дисперсность ($S_{\text{уд}}$ составила 640 м²/кг). Вулканический туф тоже является по природе активной минеральной добавкой (до 46 % аморфизованного стекла), а после того как его подвергли измельчению, реакционная активность его значительно повысилась. Вулканический туф измельчали в роликовой мельнице в течение 15 минут, $S_{\text{уд}}$ составила 520 м²/кг. На следующем этапе высокоалюминатную каолинистую глину термоактивировали в муфельной печи при температуре 600–650 °C, в результате получали высокоактивный метакеолин, что было доказано соответствующими исследованиями.



Далее была доказана [6] реакционная активность полученных порошков по методике определения обменной емкости по отношению к ионам кальция с целью выявления брэнстедовских активных центров кристаллизации на поверхности минерального порошка. В результате проведенных исследований была установлена высокая поверхностная концентрация ионообменных центров: предложенный метакаолин – 48 мг·экв/г, вулканический туф – 37 мг·экв/г.

После приготовления предложенных порошкообразных тонкодисперсных реакционно активных компонентов они в соответствующем количестве смешивались с ускорителем гидролиза и выпадения геля кремниевой кислоты – кремнефтористым натрием Na_2SiF_6 (ТУ 113-08-587-86) в течение 5 минут. Далее в подготовленные композиции добавляли щелочной активатор следующего состава: жидкое стекло натриевое с силикатным модулем 2,8 плотностью 1,24 г/см³, гидроксид натрия, гидрофобизирующую добавку – и перемешивали в течение 2–3 минут.

Формирование структуры и прочности кислотоупорных вяжущих осуществляется в результате протекания сложных физико-химических процессов. В композициях на жидком стекле твердение происходит только при выделении в осадок геля кремниевой кислоты, который и обладает вяжущими свойствами: $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Si}(\text{OH})_4 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$.

Ускорению данного процесса способствует кремнефтористый натрий: $\text{Na}_2\text{SiF}_6 + 2\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 6\text{NaF} + 3\text{Si}(\text{OH})_4 \downarrow$.

В предлагаемом кислотоупорном вяжущем в комплексе с щелочным активатором роль вяжущего играют метакаолин и вулканический туф. Объяснению этому служит то, что при температуре 600–650 °С основной компонент глин каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) обезвоживается и переходит в активный каолинитовый ангидрид – метакаолин ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), аморфизованный в результате удаления гидратной воды. Далее синтезированный активный силикат алюминия и аморфный кремнезем вступают в химическое взаимодействие с NaOH и Na_2SiO_3 , в результате чего в щелочной среде возникают соединения алюмосиликатных компонентов с появлением алюминатных и полимерных силикатных анионов, из которых в дальнейшем формируются связи Si-O-Al-O-Si и образуется трехмерный полимерный каркас (алюмосиликатный гидрогель) [6]. Процесс формирования структуры гелиополимерного камня при твердении вяжущих в виде схемы приведен на рис. 2.

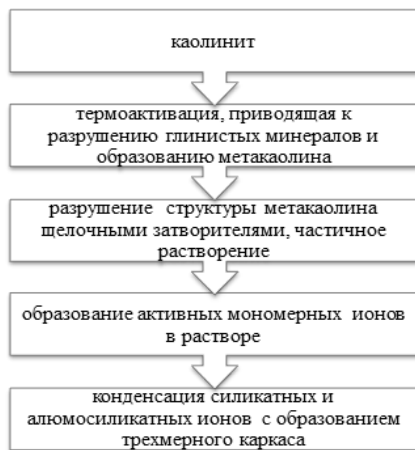


Рис. 2. Процесс формирования геополимерного камня

Далее из кислотоупорного вяжущего изготавливались лабораторные образцы размером 40×40×160 мм. Приготовленное вяжущее укладывали в открытые трехгнездные формы, образцы твердели в нормальных условиях при температуре 20±2 °С в течение 28 суток.

Перед испытаниями образцы высушивали до постоянной массы при температуре 40–50 °С в течение суток. Проводились испытания лабораторных образцов на кислотоупорность и водостойкость.

Результаты испытаний представлены в таблице. Результаты испытаний лабораторных образцов показали высокую водостойкость вяжущего ($K_p = 0,99$) с использованием гидрофобизирующей жидкости ГКЖ-11; у образцов без метилсиликоната натрия $K_p = 0,92$ показатели кислотостойкости довольно высокие и превышают значения традиционных кислотостойких цементов (рис. 3).

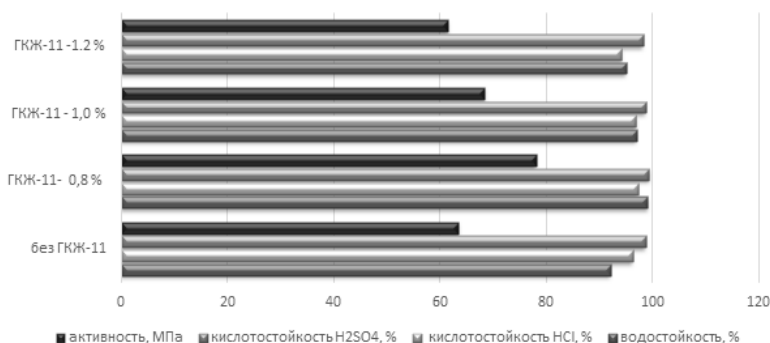


Рис. 3. Гистограмма зависимости свойств вяжущего от количества гидрофобизирующей добавки

Физико-механические свойства кислотоупорного вяжущего щелочной активации

Номер компонента	Компоненты вяжущего	Состав, мас. %	Активность, МПа	Кислото-стойкость в соляной кислоте, %	Кислото-стойкость в серной кислоте, %
1	Метакаолин Вулканический туф Na ₂ SiO ₃ NaOH Na ₂ SiF ₆	62,0 21,4 11 0,6 5	74,2	96,4	98,9
2	Метакаолин Вулканический туф Na ₂ SiO ₃ NaOH Na ₂ SiF ₆	44,2 36,1 12 0,8 6,9	63,4	96,2	98,6
3	Метакаолин Вулканический туф Na ₂ SiO ₃ NaOH Na ₂ SiF ₆	26,8 51,2 13 1,0 8	58,6	93,7	97,8



Окончание таблицы

Номер компонента	Компоненты вяжущего	Состав, мас. %	Активность, МПа	Кислото-стойкость в соляной кислоте, %	Кислото-стойкость в серной кислоте, %
4	Метакаолин Вулканический туф Na_2SiO_3 NaOH Na_2SiF_6 ГКЖ-11	61,2 21,4 11 0,6 5 0,8	78,0	97,2	99,3
5	Метакаолин Вулканический туф Na_2SiO_3 NaOH Na_2SiF_6 ГКЖ-11	43,2 36,1 12 0,8 6,9 1,0	68,4	96,8	98,7
6	Метакаолин Вулканический туф Na_2SiO_3 NaOH Na_2SiF_6 ГКЖ-11	25,6 51,2 13 1,0 8 1,2	61,5	94,1	98,2

При использовании разработанного кислотоупорного вяжущего щелочной активации на основе высокоактивных минеральных компонентов появилась возможность повысить эффективность получения кислотоупорных композитов. К тому же, несмотря на лидирующее положение портландцемента в строительстве, следует в перспективе ожидать и увеличения роли бесклнкерных вяжущих щелочной активации, а доступность сырьевых материалов и уникальность свойств в дальнейшем будут являться стимулом для их исследования и полноценного практического внедрения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Щелочные и щелочно-щелочноземельные гидравлические вяжущие и бетоны / под ред. В. Д. Глуховского. – Киев : Вища шк., 1979. – 232 с.
2. Davidovitz, J. Geopolimer himiya i prilozheniya / J. Davidovitz. – Saint-Quentin : Institute Geopolymer. 2008. – 592 p.
3. Глуховский, В. Д. Шлакощелочные цементы и бетоны / В. Д. Глуховский, В. А. Пахомов. – Киев : Будивельник. 1978. – 184 с.
4. Кривенко, П. В. Долговечность шлакощелочного бетона / П. В. Кривенко, К. К. Пушкарева. – Киев : Будивельник. 1993. – 224 с.
5. Geopolymer technology : The current state of the art // P. Duxson, A. Fernandez, J. Provis / Journal of Materials Science and Technology. – 2007. – Vol. 42. – P. 2917–2933.
6. Влияние активных центров поверхности на реакционную способность минеральных добавок / С-А. Ю. Муртазаев, М. Ш. Саламанова, М. С. Сайдумов, З. Х. Исмаилова // Современная наука и инновации. – Ставрополь ; Пятигорск. – 2017. – № 2 (18). – С. 168–175.

MURTAZAEV Said-Alvi Yusupovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of construction technology; SALAMANOVA Madina Shakhidovna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of construction technology



PROSPECTS OF THE USE OF THERMOACTIVATED RAW MATERIAL OF ALUMOSILICATE NATURE

Grozny State Oil Technical University named after acad. M. D. Millionschikov
100, Isaev Ave, Grozny, 364051, Russia. Tel.: +7 (871) 222-36-03;
e-mail: madina_salamanova@mail.ru

Key words: astringent alkaline activators, geopolymer, aluminosilicate framework, hydrogel, Portland cement clinker, acid-resistant binder, highly active materials, metakaolin.

The article presents the results of researches on development of acid-resistant astringent of alkaline activation. The mechanism of formation of the structure and strength of the geopolymeric stone is given, which is a consequence of complex physico-chemical processes. The proposed acid-resistant binder of alkaline activation based on highly active mineral components makes it possible to increase the efficiency of obtaining durable and reliable in exploitation materials.

REFERENCES

1. Schelochnye i schelochno-schelochnozemelnye gidravlicheskie vyazhuschie i betony [Alkaline and alkaline-alkaline-earth hydraulic binders and concretes]. Pod. red. V. D. Glukhovskiy. Kiev, Vischa shkola, 1979. 232 p.
2. Davidovitz J. Geopolimer himiya I prilozheniya. Saint-Quentin: Institute Geopolymer. 2008. 592 p.
3. Glukhovskiy V. D., Pakhomov V. A. Shlakoschelochnye tsementy i betony [Slag-alkaline cements and concretes]. Kiev, Budivelnik. 1978. 184 p.
4. Krivenko P. V., Pushkaryova K. K. Dolgovechnost shlakoschelochnogo betona [Durability of slag-alkali concrete]. Kiev, Budivelnik. 1993. 224 p.
5. Duxson P., Fernandez A., Provis J. Geopolymer technology: The current state of the art. Journal of Materials Science and Technology. 2007. Vol. 42. P. 2917–2933.
6. Murtazaev S.-A. Y., Salamanova M. Sh., Saydumov M. S., Ismailova Z. Kh. Vliyanie aktivnykh tsentrov poverkhnosti na reaktivnost mineralnykh dobavok [Effect of active surface centers on the reactivity of mineral additives]. Sovremennaya nauka i innovatsii [Modern Science and Innovations]. Stavropol, Pyatigorsk. 2017. № 2(18). P. 168–175.

© С.-А. Ю. Муртазаев, М. Ш. Саламанова, 2018

Получено: 09.12.2017 г.

УДК 625.7/8

М. Э. ПИЛЕЦКИЙ, аспирант кафедры городского строительства и автомобильных дорог; **А. Ф. ЗУБКОВ**, д-р техн. наук, проф. кафедры городского строительства и автомобильных дорог; **К. А. АНДРИАНОВ**, доц., зав. кафедрой городского строительства и автомобильных дорог

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК БИТУМОМИНЕРАЛЬНОЙ СМЕСИ ПРИ УКЛАДКЕ В ВЫБОИНУ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ СТРУЙНО-ИНЪЕКЦИОННЫМ МЕТОДОМ



ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Россия, 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112, корп. Е. Тел.: (4752) 63-09-20, (4752) 63-03-72; эл. почта: gsiad@mail.tambov.ru

Ключевые слова: битумоминеральная смесь, деформация, струйно-инъекционный метод, эмульсия, прочность, коэффициент уплотнения.

Обеспечение требуемой прочности битумоминеральной смеси при укладке в выбоину дорожного покрытия зависит от качества смеси, которое определяется содержанием битума и фракционным составом минерального материала. Уточнено содержание битума и размера фракций на прочностные характеристики битумоминеральной смеси при укладке струйно-инъекционным методом. Определены реологические характеристики смеси при действии циклической нагрузки с учетом предварительного уплотнения в зависимости от толщины слоя при укладке. Предложена математическая модель для расчета деформаций при действии уплотняющей нагрузки.

Превышение осевой нагрузки, увеличение интенсивности движения, а также нарушение технологии при строительстве автомобильных дорог способствуют образованию дефектов на дорожных покрытиях нежесткого типа. Для устранения дефектов применяются технологии ремонта покрытия с использованием разных материалов, каждая из которых имеет область эффективного применения.

Применение струйно-инъекционного метода при ремонте выбоин на дорожных покрытиях нежесткого типа позволяет выполнять работы без проведения подготовительных работ, что способствует снижению затрат на выполнение работ на 25–30 % [1–3]. Считается, что применение данного метода обеспечивает требуемую прочность и водонасыщение уложенного слоя материала.

Установлено [4, 5], что обеспечить требуемый коэффициент уплотнения материала при укладке только за счет энергии удара практически невозможно. Для уточнения прочностных характеристик материала, уложенного в выбоины дорожного покрытия струйно-инъекционным методом, были взяты образцы с мест производства ремонтных работ, выполненных в 2014 и в 2015 годах на участках дороги с интенсивным движением автомобильного транспорта. При визуальном осмотре внешних повреждений поверхности выбоин обнаружено не было.

Испытания образцов проводились в соответствии с ГОСТ 12801 и полученные результаты испытаний сравнивались с требованиями ГОСТ 9128. Установлено, что предел прочности образцов на сжатие при температуре +20 °С непосредственно в покрытии находился в пределах от 1,2 до 1,7 МПа, что не соответствует требованиям ГОСТ 9128. При переформировании образцов и их стандартном испытании в лабораторных условиях получен был предел прочности от 2,1 до 2,3 МПа. Следовательно, для повышения качества ремонтных работ с применением данного метода требуется дополнительное уплотнение уложенного материала в выбоину.

Экспериментально установлено, что коэффициент уплотнения смеси при укладке струйно-инъекционным методом без дополнительного уплотнения составляет порядка 0,6–0,8. Это объясняется тем, что при взаимодействии битумной эмульсии с мелкими частицами минерального материала происходит быстрый распад эмульсии, и вязкость битумной пленки на поверхности минеральной частицы возрастает. При этом образование структуры материала происходит не за счет заклинивания частиц смеси между собой, а за счет контактирования частиц по поверхности битумной пленки на минеральных частицах.

Для определения прочностных характеристик битумоминеральной смеси в зависимости от содержания битума и фракционного состава смеси был исполь-

зован щебень различных фракций. Результаты испытаний образцов смеси при разном гранулометрическом составе и процентном соотношении эмульсии представлены на рис. 1.

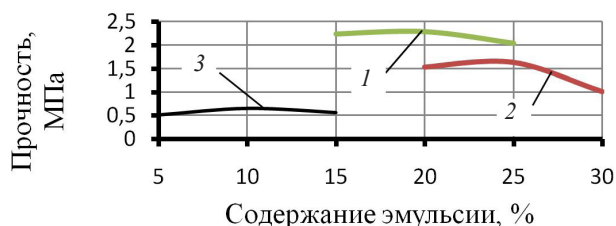


Рис. 1. Зависимость предела прочности на сжатие при температуре +20 °С битумоминеральной смеси при разном содержании эмульсии: 1 – (5–10) мм; 2 – (5–15) мм; 3 – (5–20) мм

Из представленных результатов видно, что содержание битумной эмульсии в смеси зависит от гранулометрического состава минеральной части смеси. С уменьшением размера фракций потребное количество эмульсии возрастает. Если для смеси с размером фракции 5–20 мм весовое соотношение «битумная эмульсия – щебень» находится в пределах 0,21–0,24, то для смеси с размером фракции 5–10 мм – в пределах 0,09–0,11.

На рис. 2 представлены результаты испытаний предела прочности на сжатие при температуре +20 °С битумоминеральных смесей при разных гранулометрических составах при укладке струйно-инъекционным методом.

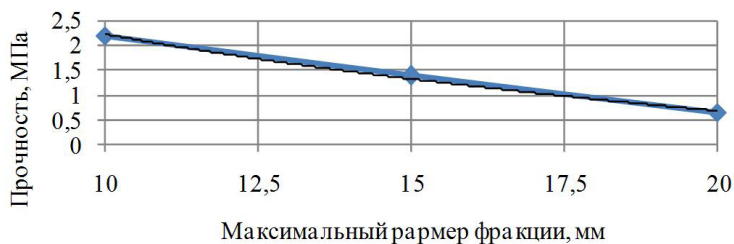


Рис. 2. Влияние размера фракции материала на прочность образца

Из представленных на рис. 2 данных видно, что с увеличением максимального размера фракции минерального материала прочность смеси снижается. Это можно объяснить тем фактом, что с увеличением размера фракции скорость частицы смеси при контакте с поверхностью выбоины снижается, что влияет на достигаемую прочность уложенного материала [6].

Зависимость предела прочности смеси на сжатие при температуре +20 °С ($R_{сж}^{20}$) от максимального содержания размера частиц минерального материала можно определить по формуле:

$$R_{сж}^{20} = -2,2 \ln(D) + 7,3, \text{ МПа}, \quad (1)$$

где D – максимальный размер частиц минерального материала, мм. Коэффициент корреляции уравнения равен 0,99.

Рекомендациями [7] определено, что оптимальная температура битумной эмульсии во время проведения ремонтных работ должна быть в пределах $+ (71-80) ^\circ\text{C}$. Экспериментально установлено, что изменение температуры битумной эмульсии в пределах от $+50$ до $+70 ^\circ\text{C}$ не влияет на достигаемую прочность и водонасыщение материала.

Битумоминеральная смесь является дисперсной системой, состоящей из двух фаз; мелкие твердые частицы, распределенные в вязкой жидкости – эмульсии. Характеристики такой системы можно определить с помощью теории реологии, которая рассматривает среду как однородную, обладающую механическими свойствами, которые определяются экспериментально для конкретного материала [8].

На рис. 3 показана модель упруго-вязкого тела, состоящая из пружины и последовательно соединенного с ней вязкого элемента, моделирующая процесс взаимодействия пневматического колеса с битумоминеральной смесью. Необратимая деформация представлена в виде невесомой пробки, которая перемещается под действием нагрузки. При перемещении поверхности материала больше упругой деформации она моделирует перемещение пробки, что характеризует остаточную деформацию материала. Пружина подчиняется закону Гука, а упруго-вязкий элемент моделируется амортизатором, представляющим собой поршень, который перемещается в жидкости и подчиняется закону Ньютона [9].

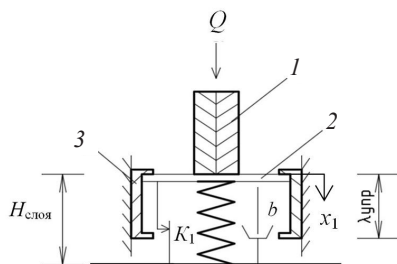


Рис. 3. Реологическая модель уплотнения битумоминеральной смеси пневматической шиной: 1 – пневматическая шина; 2 – поверхность уплотняемой смеси; 3 – упругое основание; Q – сила тяжести, передаваемая от транспортного средства на шину, кН; K_1 – коэффициент жесткости (модуль жесткости) материала, Н/мм; b – коэффициент вязкого сопротивления (модуль вязкости), Нс/мм; $\lambda_{\text{упр}}$ – упругая деформация материала; x_1 – вертикальное перемещение поверхности выбоины при действии нагрузки

При движении транспортного средства на материал в выбоине покрытия действует сила Q , которая характеризует осевую нагрузку. Под действием осевой нагрузки в зоне контакта шины с поверхностью материала возникают напряжения, способствующие развитию деформации материала.

Начальные условия перемещения поверхности и пробки имеют вид:

$$t = t_0; \quad x_1 = 0. \quad (2)$$

С развитием деформации слоя материала, превышающей упругую деформацию, перемещается невесомая пробка, которая характеризует полную деформацию материала при действии нагрузки. Это условие имеет вид

$$x_1 > \lambda_{\text{упр}}, \text{ мм}. \quad (3)$$

При снятии нагрузки поверхность слоя материала за счет упругой деформации перемещается вверх до верхнего упора пробки. Скорость подъема поверхно-

сти зависит от скорости снятия нагрузки на материал и определяется скоростью движения транспортного средства.

Предложенную реологическую модель можно представить в виде математической модели, описываемой аналитической зависимостью, связывающей напряжения и деформации, возникающие одновременно вследствие приложения нагрузки

$$\sigma = E\lambda + \eta\dot{\lambda}, \text{ МПа}, \quad (4)$$

где E – модуль жесткости, Н/мм; λ – деформация, мм; η – вязкость, Нс/мм.

Данную зависимость, с учетом деформации материала и реологических характеристик смеси можно представить в виде

$$\lambda = \sigma/E + \sigma/\eta, \text{ мм}. \quad (5)$$

Из данной зависимости видно, что отношение σ/E характеризует упругую деформацию материала, а σ/η – остаточную деформацию. При многократном приложении нагрузки величина остаточной деформации определяется зависимостью

$$\lambda_{\text{ост}} = n\sigma t_n/\eta, \quad (6)$$

где t_n – суммарное действие нагрузки на материал, с; n – число циклов приложения нагрузки.

Для расчета остаточной деформации при действии уплотняющей нагрузки необходимо знать реологические характеристики применяемого материала, которые зависят от его свойств. С этой целью проведены исследования, при которых нагружение смеси производилось циклической нагрузкой при разной толщине укладываемого слоя. Перед испытаниями смесь предварительно уплотнялась.

На рис. 4 представлены результаты измерения относительной остаточной деформации материала при действии нагрузки в зависимости от толщины слоя.

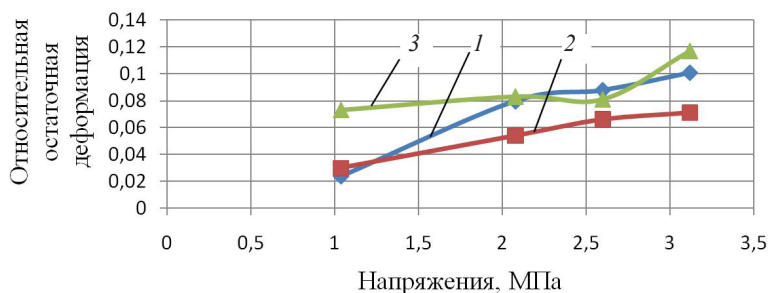


Рис. 4. Зависимость относительной остаточной деформации смеси от напряжения при толщине слоя: 1 – 0,03 м; 2 – 0,05 м; 3 – 0,07 м

Развитие деформации материала под действием нагрузки зависит от его способности сопротивляться внешней нагрузке. На рис. 5 представлена зависимость модуля жесткости смеси от напряжения при разной толщине укладываемых слоев смеси в выбоину покрытия.

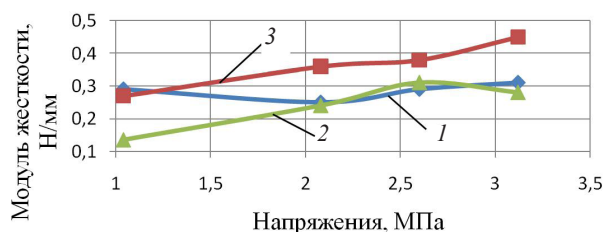


Рис. 5. Зависимость модуля жесткости смеси от напряжения при толщине слоя: 1 – 0,03 м; 2 – 0,05 м; 3 – 0,07 м

Из представленных на рис. 5 данных видно, что модуль жесткости смеси зависит от толщины слоя при укладке. Для слоя толщиной 0,03 м с учетом предварительного уплотнения смеси увеличение напряжения в зоне контакта приводит к снижению модуля жесткости. Это объясняется переориентацией частиц смеси под действием нагрузки и в дальнейшем приводит к повышению сопротивления нагрузке. С повышением толщины слоя укладки (0,05 м) аналогичный процесс наблюдается при более высоких напряжениях.

Установлено, что модуль вязкости смеси зависит от напряженного состояния смеси. Увеличение напряжений в зоне контакта характеризуется более высокой плотностью смеси, происходит сближение частиц относительно друг друга, это способствует уменьшению толщины битумной пленки на поверхности частиц и росту модуля вязкости (рис. 6).

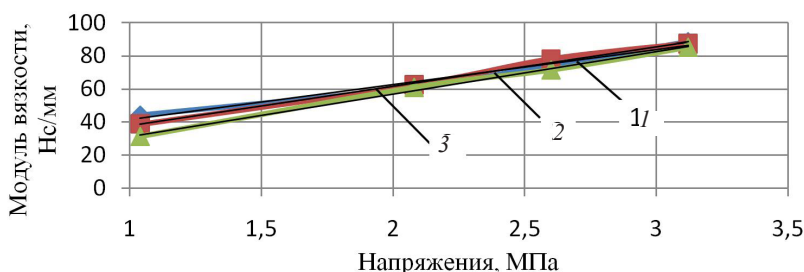


Рис. 6. Зависимость модуля вязкости смеси от напряжения при разной толщине слоя смеси: 1 – 0,03 м; 2 – 0,05 м; 3 – 0,07 м

Установлено, что между модулем жесткости и вязкости существует линейная зависимость.

Выводы:

1. Содержание битумной эмульсии должно соответствовать фракционному составу битумоминеральной смеси. С повышением размера фракций минерального материала за счет образования каркасной структуры прочность материала в выбоине возрастает.

2. Определены реологические характеристики битумоминеральной смеси для расчета деформаций при действии циклической нагрузки с учетом толщины укладываемого слоя смеси. Предложена математическая модель для расчета деформаций при действии нагрузки.

3. Независимо от толщины слоя при укладке смеси в выбоину дорожного покрытия относительная деформация материала подчиняется общей закономерности и может быть представлена логарифмической зависимостью.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пилецкий, М. Э. Анализ состояния автомобильных дорог Тамбовской области и выбор технологии для ремонта выбоин на покрытиях нежесткого типа / М. Э. Пилецкий, А. Ф. Зубков // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Сер. «Строительство и архитектура» / Воронеж. гос. архитектур-строит. ун-т. – Воронеж, 2016. – Вып. № 1 (41). – С. 74–82.
2. Зубков, А. Ф. Определение возможной продолжительности уплотнения покрытий нежесткого типа при строительстве автомобильных дорог / А. Ф. Зубков // Вестник Тамбовского государственного технического университета / Тамбов. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2006. – Т. 12, № 3–2. – С. 806–817.
3. Зубков, А. Ф. Анализ методов разработки технологических процессов уплотнения дорожных покрытий из горячих асфальтобетонных смесей / А. Ф. Зубков // Вестник Тамбовского государственного технического университета / Тамбов. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2006. – Т. 12, № 4–2. – С. 1158–1161.
4. The effect of modifying additives on the consistency and properties of bitumen binders / A. Plewa, P. S. Belyaev [et al.] // Advanced Materials and Technologies. – 2016. – № 4. – С. 35–40.
5. Зубков, А. Ф. Расчет контактных напряжений при укладке и уплотнении битумо-минеральных смесей при ремонте дорожных покрытий / А. Ф. Зубков, К. А. Андрианов, М. Э. Пилецкий // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2018. – № 1 (45). – С. 64–71.
6. Алферов, В. И. Дорожные материалы на основе битумных эмульсий / В. И. Алферов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2003. – 146 с.
7. Методические рекомендации по технологии заделки повреждений асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог струйно-инъекционным методом. – Москва : Росавтодор, 2004. – 18 с.
8. Носов, С. В. Мобильные энергетические средства : выбор параметров и режимов работы через реологические свойства опорного основания : монография / С. В. Носов. – Липецк : ЛГТУ, 2006. – 228 с.
9. Гезенцев, Л. Б. Дорожный асфальтобетон / Л. Б. Гезенцев, Н. В. Горелышев, А. М. Богуславский, И. В. Королев ; под ред. Л. Б. Гезенцева. – Изд-е 2-е. – Москва : Транспорт, 1985. – 350 с.

PILETSKIY Mikhail Eduardovich, postgraduate student of the chair of urban construction and roads; ZUBKOV Anatoly Fyodorovich, doctor of technical sciences, professor of the chair of urban construction and roads; ANDRIANOV Konstantin Anatolevich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of urban construction and roads

DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF BITUMOMINERAL MIXTURE LAID INTO A POTHOLE OF ROAD PAVEMENT BY A JET INJECTION METHOD

Tambov State Technical University

112-E, Michurinskaya St., Tambov, 392032, Russia

Tel.: +7 (4752) 63-09-20, +7 (4752) 63-03-72; e-mail: gsiad@mail.tambov.ru

Key words: bitumomineral mixture, deformation, a jet injection method, emulsion, strength, compaction factor.



Ensuring the required strength of the bitumomineral mixture laid in a pothole of a road pavement depends on the quality of mixture, which is determined by the bitumen content and fractional composition of the mineral material. The content of bitumen and the size of fractions influencing strength characteristics of the bitumomineral mixture laid by a jet injection method are identified. The rheological characteristics of the mixture are determined under the action of cyclic loading, taking into account the preliminary compaction, depending on the layer thickness during laying. A mathematical model is proposed for calculating deformations under the action of a compaction load.

REFERENCES

1. Piletskiy M. E., Zubkov A. F. Analiz sostoyaniya avtomobilnykh dorog Tambovskoy oblasti i vybor tekhnologii dlya remonta vyboin na pokrytiyakh nezhyostkogo tipa [Analysis of the state of the Tambov region highways and choosing technology to repair potholes on a non-rigid pavement]. Nauchny vestnik Voronezhskogo GASU. Ser. «Stroitelstvo i arkhitektura» [Scientific Newsletter of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture]. Voronezh, 2016. Vyp. № 1 (41). P. 74–82.
2. Zubkov, A. F. Opredelenie vozmozhnoy prodolzhitel'nosti uplotneniya pokrytiy nezhyostkogo tipa pri stroitel'stve avtomobilnykh dorog [Determination of possible duration of non-rigid pavement compaction during highway construction]. Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Transactions of the Tambov State Technical University]. Tambov. gos. tekhn. un-t. Tambov, 2006. Vol. 12. № 3-2. P. 806–817.
3. Zubkov, A. F. Analiz metodov razrabotki tekhnologicheskikh protsessov uplotneniya dorozhnykh pokrytiy iz goryachikh asfaltobetonnykh smesey [Analysis of methods of development of technological processes of compaction of hot-mixed asphalt pavement]. Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Transactions of the Tambov State Technical University]. Tambov. gos. tekhn. un-t. Tambov, 2006. Vol. 12. № 4-2. P. 1158–1161.
4. Plewa A., Belyaev P. S., Andrianov K. A., Zubkov A. F., Frolov V. A., et al. The effect of modifying additives on the consistency and properties of bitumen binders. Advanced Materials and Technologies. 2016. № 4. P. 35–40.
5. Zubkov A. F., Andrianov K. A., Piletskiy M. E. Raschyot kontaktnykh napryazheniy pri ukladke i uplotnenii bitumomineralnykh smesey pri remonte dorozhnykh pokrytiy [Calculation of contact stresses during laying and compaction of bitumomineral mixtures at repair of road pavements]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal] Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2018. № 1 (45). P. 64–71.
6. Alfeyorov V. I. Dorozhnye materialy na osnove bitumnykh emulsiy [Road materials based on bitumen emulsions]. Voronezh: Izd-vo Voronezh. gos. un-ta, 2003. 146 p.
7. Metodicheskie rekomendatsii po tekhnologii zadelki povrezhdeniy asfaltobetonnykh pokrytiy avtomobilnykh dorog struyno-inektsionnym metodom [Methodical recommendations on the technology of repairing damage to asphalt concrete road surfaces by a jet injection method]. Moscow. Rosavtodor. 2004. 18 p.
8. Nosov S. V. Mobilnye energeticheskie sredstva: vybor parametrov i rezhimov raboty cherez reologicheskie svoystva opornogo osnovaniya [Mobile energy resources: selection of parameters and operating modes through the rheological properties of the support base]: monografiya. Lipetsk: Lipetsk. gos. tekhn. un-t. 2006. 228 p.
9. Gezentsvey L. B., Gorelyshev N. V., Boguslavsky A. M., Korolyov I. V. Dorozhny asfaltobeton [Road asphalt concrete]; pod red. L.B. Gezentsveya. Izd-e 2-e, Moscow. Transport, 1985. 350 p.

© М. Э. Пилецкий, А. Ф. Зубков, К. А. Андрианов, 2018

Получено: 10.04.2018 г.

УДК 666.97.03

В. Г. ГУЛЯЕВ¹, канд. техн. наук, доц. кафедры технологии строительства;
И. В. ГУЛЯЕВ², канд. фарм. наук, главный специалист отдела инспектирования производства лекарственных средств

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛОСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-58;

эл. почта: atp@nngasu.ru

²ФБУ «Государственный институт лекарственных средств и надлежащих практик»

Россия, 109044, г. Москва, Лавров пер., д. 6. Тел.: (495) 676-43-60;

эл. почта: gulyaev@gilsinp.ru

Ключевые слова: композиционные строительные материалы, диэлектрические пленки, пластины, измерительная система, эффект Поккельса.

Приводится структурная схема информационно-измерительной системы контроля толщины диэлектрических плоских композиционных строительных материалов. Принцип действия измерителя основан на поперечном эффекте Поккельса в кристалле ниобата лития. Рассмотрена работа информационно-измерительной системы для непрерывного контроля и коррекции толщины диэлектрических пленок и плоских пластин в процессе производства строительных материалов.

Одним из важных показателей, определяющих качество диэлектрических плоских композиционных материалов и полимерной пленки, является толщина, от которой зависят многие другие эксплуатационные свойства готовой продукции. На современных предприятиях, осуществляющих как производство, так и переработку полимерной пленки введен жесткий контроль толщины пленки в технологическом процессе ее производства и оценке качественных характеристик выпускаемой продукции.

В процессе производства толщина пленки всегда имеет некоторые отклонения от номинала, разброс значений которых называют разнотолщинностью. В соответствии с ГОСТ 10354-82 значение разнотолщинности составляет $\pm 20\%$, а допуск на толщину $\pm 20\%$. В настоящее время требования потребителей и переработчиков к большей стабильности толщины полимерных пленок определяют актуальность задачи разработки совершенных комплексных информационно-измерительных систем контроля толщины диэлектрических плоских материалов. Информационно-измерительная система также формирует сигналы управления исполнительными элементами, которые осуществляют регулирование контролируемых параметров в технологическом процессе производства диэлектрических материалов. Качество регулирования контролируемых параметров зависит от быстродействия измерительной системы.

Наиболее просто контроль толщины готового изделия могут обеспечить емкостные датчики, которые позволяют получить интегральную оценку толщины с усредненным результатом по площади перекрытия пластин первичного емкостного преобразователя датчика [1]. В настоящее время емкостной стационарный и сканирующий датчики являются структурными элементами систем непрерывного

контроля и коррекции толщины плоских диэлектрических изделий [2]. Выходной сигнал емкостного элемента является высокоимпедансным (1-100 МОм), что требует для измерения напряжения схемы с высоким входным импедансом и выходным сигналом в виде пропорционального аналогового напряжения, импульсов тока или частоты [3]. Поскольку сигналы, снимаемые с емкостных преобразователей, малы, то измерительные цепи содержат усилители, а соединительные провода должны быть экранированы от влияния внешних электрических полей. Сложность реализации измерительных устройств дополняет необходимость калибровки собственной емкости соединительных проводников, так как емкость первичного преобразователя может составлять 1 – 10 пФ.

Для устранения указанных технических трудностей перспективным направлением является применение ячеек Поккельса в качестве чувствительных элементов датчиков электрических полей измеряемых физических величин [4]. Эффект Поккельса практически безинерционен: быстроедействие порядка 10^{-12} с, линеен по полю. Использование таких датчиков в измерительных системах позволяет применять волоконно-оптические линии связи с вводом-выводом информационного светового потока, которые обеспечивают высокую гальваническую развязку и помехоустойчивость [5].

С целью повышения быстрогодействия и соответственно точности измерений, а также для защиты от воздействия на измерительную систему внешних электромагнитных полей разработана информационно-измерительная система контроля толщины плоских диэлектрических материалов, структурная схема которой представлена на рис. 1.

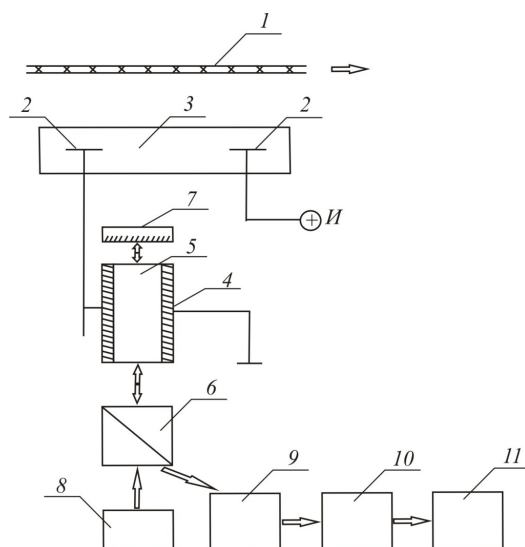


Рис. 1. Структурная схема информационно-измерительной системы контроля толщины диэлектрических плоских материалов: 1 – диэлектрический плоский материал; 2 – электроды измерительного конденсатора; 3 – измерительный конденсатор; 4 – обкладки регистрирующего конденсатора; 5 – кристалл ниобата лития (LiNbO_3); 6 – поляризатор-анализатор света; 7 – плоское зеркало; 8 – лазерный излучатель; 9 – фотоприемник; 10 – микроконтроллер; 11 – персональный компьютер; И – источник высоковольтного напряжения

Применение датчиков, построенных на принципе плоскопараллельного конденсатора, имеет недостаток в том, что трудно выполнить плоскопараллельный конденсатор таким, чтобы он не оказывал трения на движущийся между обкладками материал.

Поэтому в разработанной измерительной системе первичный преобразователь (измерительный конденсатор 3) построен как открытый конденсатор, электрическое поле которого может взаимодействовать с диэлектрическим материалом на расстоянии.

Измеритель работает следующим образом. При прохождении плоского диэлектрического материала (1) между электродами (2) измерительного конденсатора (3) изменяется его электрическая емкость пропорционально изменению количества материала. Это приводит к изменению напряженности электрического поля в последовательно включенной ячейке Поккельса, состоящей из кристалла ниобата лития (LiNbO_3) (5) с обкладками регистрирующего конденсатора (4). Изменение напряженности вызывает амплитудную модуляцию светового потока, генерируемого лазерным излучателем (8), проходящего через поляризующую призму (6) и электрооптический элемент – кристалл ниобата лития (5).

В работе [4] показано, что на выходе из электрооптического элемента световая волна имеет интенсивность

$$J = J_0 \left(1 + \sin \pi \frac{EL}{U_{\lambda/2}} \right), \quad (1)$$

где J_0 (Вт/м^2) – интенсивность света при $\frac{1}{2}$ отсутствии электрического поля; E (В/м) – напряженность приложенного электрического поля; L (м) – длина оптического пути в кристалле ниобата лития; $U_{\lambda/2}$ (В) – полуволновое электрическое напряжение

$$U_{\lambda/2} = \frac{\lambda}{2n_0^3 r_{41}}, \quad (2)$$

где λ (м) – длина световой волны; n_0 – коэффициент преломления при отсутствии электрического поля; r_{41} – электрооптический коэффициент ниобата лития.

Следовательно, для повышения чувствительности измерителя необходимо увеличить длину оптического пути L , которая определяется длиной кристалла ниобата лития. Однако увеличение длины кристалла ограничено технологией его производства. Поэтому увеличить длину оптического пути L в применяемом кристалле и соответственно чувствительность измерителя можно за счет двукратного прохождения светового луча через оптический кристалл модулятора.

Промодулированный световой поток отражается в плоском зеркале (7) и проходит в обратном направлении через электрооптический элемент (5).

Таким образом, зеркало (7) позволяет удвоить длину оптического пути светового потока через электрооптический элемент и соответственно его модуляцию, а следовательно значительно повысить чувствительность измерителя [6]. В зависимости от количества диэлектрического материала, проходящего через измерительный конденсатор (3), дважды амплитудно-модулированный световой поток регистрируется фотоприемником (9). С выхода фотоприемника (9) электрический сигнал поступает на микроконтроллер (10), содержащий усилитель, с выхода которого информация поступает на персональный компьютер, информационно связанный с АСУ ТП (автоматизированной системой управления технологическими процессами).

Микроконтроллер создает образ представления результатов измерения толщины плоских диэлектрических изделий в виде цифр, графиков и гистограмм, отображаемых на мониторе компьютера.

На рис. 2 приведен пример графической зависимости напряжения от времени при получении аналогового сигнала от фотоприемника, поступающего на обработку по заданному алгоритму в микроконтроллер.

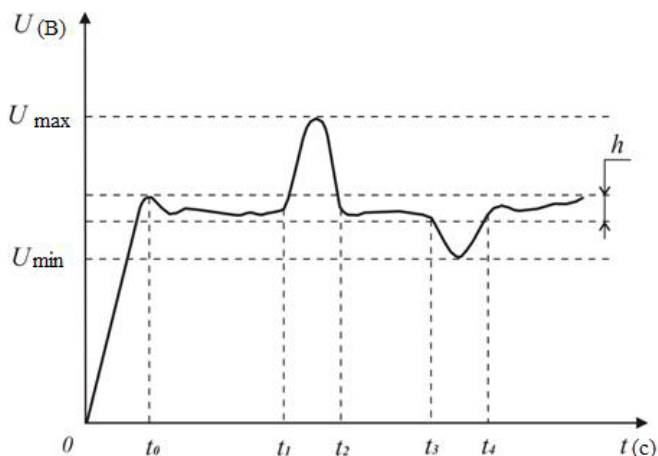


Рис. 2. Графическая зависимость напряжения от времени при получении аналогового сигнала фотоприемника

Параметр h соответствует заданному значению разнотолщинности. U_{\max} и U_{\min} – максимальное и минимальное значение напряжения, соответствующие величине отклонения толщины плоской пластины от заданных границ разнотолщинности. t_0 – время начала измерения; $t_1 - t_2$ – интервал времени максимального превышения заданной толщины изделия; $t_3 - t_4$ – интервал времени минимально низкой толщины изделия.

Постоянная скорость движения материала через измерительную систему, указанные интервалы времени и величина сигнала позволяют определять участки плоских диэлектрических пластин, выходящие по толщине за пределы заданной разнотолщинности, и формировать по отклонению управляющие сигналы на исполнительные элементы системы автоматического регулирования технологическим процессом производства.

Представленная информационно-измерительная система контроля толщины диэлектрических плоских материалов позволяет повысить точность измерения за счет увеличения разрешающей способности системы в результате применения датчика на ячейке Поккельса с удвоением длины оптического пути светового потока в электрооптическом элементе, а также повысить защиту измерителя от влияния внешних электромагнитных полей. Упрощение технической реализации контрольно-измерительной системы возможно за счет применения комплектных изделий, серийно выпускаемых промышленностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электроемкостные преобразователи и методы их расчета / А. А. Джежора ; под ред. В. В. Рубаника. – Минск : Белорус. наука, 2007. – 351 с.

2. Измерение и контроль толщины диэлектрических материалов / В. П. Арбузов, П. Н. Водовскова, М. А. Мишина, М. А. Щербаков // Датчики и системы. – 2014. – № 10. – С. 29–33.
3. Преобразователи электрических параметров для систем контроля и измерения / А. Мартяшин, Э. Шахов, В. Шлядин. – Москва : Энергия, 1976. – 392 с.
4. Методы модуляции и сканирования света / Е. Р. Мустель, В. Н. Парыгин. – Москва : Наука, 1970. – 295 с.
5. Система автоматизированного измерения расхода порошкообразных строительных материалов при пневмотранспортировании / Г. Н. Ахобадзе, Н. М. Плотников, В. Г. Гуляев, В. П. Костров // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2010. – № 7. – С. 38–40.
6. Способы повышения эксплуатационных характеристик расходомера пневмотранспортируемых сыпучих материалов / В. Г. Гуляев, И. В. Гуляев // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2014. – № 3. – С. 80–83.

GULYAEV Valeriy Genrikhovich¹, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of construction technology; GULYAEV Ivan Valerievich², candidate of pharmaceutical sciences, chief specialist of pharmaceutical production inspection department

INFORMATION-MEASURING CONTROL SYSTEM OF THICKNESS OF DIELECTRIC FLAT MATERIALS

¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-58;
e-mail: atp@nngasu.ru

²State Institute of Drugs and Good Practices
6, Lavrov lane, Moscow, 109044, Russia. Tel.: +7 (495) 676-43-60; e-mail: gulyaev@gilsinp.ru
Key words: composite construction materials, dielectric films, plates, measuring system, Pockels effect.

The article provides a structural scheme of an information-measuring system for controlling the thickness of dielectric flat composite construction materials. The principle of the meter is based on the transverse Pockels effect in a lithium niobate crystal. The work of the information-measuring system for continuous monitoring and correction of the thickness of dielectric films and flat plates in the production process of construction materials is considered.

REFERENCES

1. Dgegora A. A. Elektroyomkostnye preobrazovateli i metody ikh raschyota [Electrical capacitive transducers and methods for their calculation]; pod red. V. V. Rubanika. Minsk: Belarus. nauka, 2007. 351 p.
2. Arbuzov V. P., Vodovskova P. N., Mishina M. A., Scherbakov M. A. Izmerenie i kontrol tolschiny dielektricheskikh materialov [Measurement and control of the thickness of dielectric materials]. Datchiki i systemy [The sensors and systems]. 2014. № 10. P. 29–33.
3. Martyashin A., Shakhov E., Shlyandin V. Preobrazovateli elektricheskikh parametrov dlya sistem kontrolya i izmereniya [Converters of electrical parameters for monitoring and measuring systems]. Moscow, Energiya, 1976. 392 p.
4. Mustel E. R., Parygin V. N. Metody modulyatsii i skanirovaniya sveta [Methods of modulation and scanning light]. Moscow, Nauka, 1970. 295 p.



5. Akhobadze G. N., Plotnikov N. M., Gulyaev V. G., Kostrov V. P. Sistema avtomatizirovannogo izmereniya raskhoda poroshkoobraznykh stroitelnykh materialov pri pnevмотransportirovani [The automated system for measuring consumption of powdery construction materials during pneumatic transport]. Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol, diagnostika [Instruments and Systems. Monitoring, Control, Diagnostics]. 2010. № 7. P. 38 – 40.

6. Gulyaev V. G., Gulyaev I. V. Sposoby povysheniya ekspluatatsionnykh kharakteristik raskhodomera pnevмотransportiruemykh sypuchikh materialov [Ways of improving operational characteristics of a flow meter of pneumatically transported loose materials]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2014. № 3. P. 80–83.

© В. Г. Гуляев, И. В. Гуляев, 2018

Получено: 03.03.2018 г.

УДК 626.01

М. П. САИНОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры гидравлики и гидротехнического строительства; **Ф. В. КОТОВ**, асс. кафедры гидравлики и гидротехнического строительства; **Д. В. ВОЛКОВ**, студент

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВНОГО НЕГРУНТОВОГО ДВУХСЛОЙНОГО ЭКРАНА КАМЕННО-НАБРОСНОЙ ПЛОТИНЫ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26. Тел.: (495) 287-49-14 (доб. 1430); эл. почта: mp_sainov@mail.ru

Ключевые слова: каменно-набросная плотина, температурное воздействие, напряженно-деформированное состояние, железобетонный экран, грунтоцементобетон.

Исследовано термонапряженное состояние поверхностного противофильтрационного элемента каменно-набросной плотины, который состоит из железобетонного экрана и широкой подэкрановой зоны из грунтоцементобетона. Выявлено, что при опорожнении водохранилища температурное воздействие может привести к образованию в экране трещин. Для обеспечения трещиностойкости экрана необходимо устраивать в экране поперечные швы.

Для строительства высоконапорных гидроузлов в Сибири, отличающейся суровым климатом и слабым развитием инфраструктуры, необходимы принципиально новые конструктивные решения сверхвысоких грунтовых плотин, обладающих повышенной надежностью. Одним из вариантов конструкции такой плотины является каменно-набросная плотина с двухслойным экраном, который включает в себя относительно тонкий железобетонный экран (ЖБЭ) на поверхности верхового откоса и расположенную под ним массивную подэкрановую зону из грунтоцементобетона. Этот вариант был предложен проф. Рассказовым Л. Н. [1]. Имеется опыт применения подобной плотины в Албании [2].

Важным вопросом обоснования возможности применения данного типа плотин является вопрос о работе негрунтового экрана в условиях высоких температурных воздействий. В предыдущих работах [3, 4] с помощью численного моделирования методом конечных элементов было исследовано напряженно-деформированное состояние негрунтовых экранов при температурном воздействии простого характера. Моделировался случай, когда при опорожнении водохранилища происходит остывание (охлаждение) экрана по всей высоте. Изменение температуры на напорной поверхности экрана принималось равным 20 °С.

При расчетах все материалы плотины принимались линейно-деформируемыми. Модуль деформации железобетона принимался равным 29 000 МПа, грунтоцементобетона – 5 000 МПа, каменной наброски – 60 МПа. Коэффициент линейного температурного расширения для железобетона и грунтоцементобетона принимался одинаковым $1 \cdot 10^{-5}$ 1/°С.

Наши исследования выявили, что массивный двухслойный экран более восприимчив к температурным воздействиям, чем обычный тонкий железобетонный экран (ЖБЭ). Особенно опасным для него является случай,

когда остывание происходит неравномерно по толщине экрана. При равномерном охлаждении происходит укорачивание экрана на 24,2 мм (рис. 1), за счет чего происходит некоторая компенсация температурных напряжений, и максимальное по величине растягивающее продольное напряжение в ЖБЭ не превышает 0,63 МПа (рис. 2). В случае неравномерного характера охлаждения двухслойного экрана (на напорной грани на 20°C, а низовой – 0°C) максимальное по величине растягивающее продольное напряжение в ЖБЭ достигает 1,87 МПа (рис. 2). Во многом это объясняется разницей в модулях деформации железобетона и грунтоцементобетона.

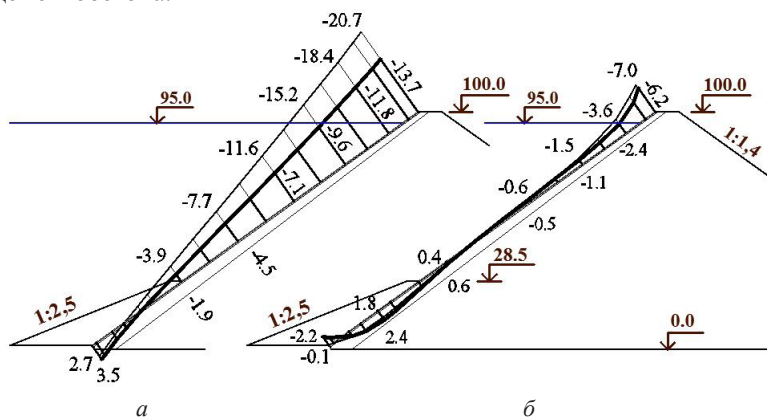


Рис. 1. Перемещения верховой грани экрана (мм) при охлаждении по всей высоте: *а* – в направлении вдоль откоса, *б* – в направлении поперек откоса. Жирными линиями выделена эпюра при неравномерном по толщине охлаждении, тонкими – при охлаждении, равномерном по толщине экрана

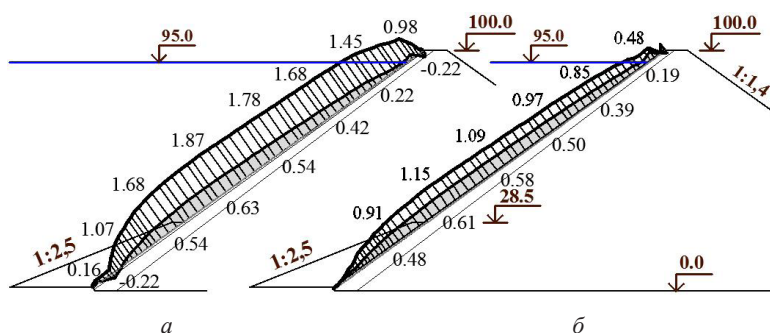


Рис. 2. Продольные напряжения [МПа] в железобетонном экране при охлаждении по всей высоте: *а* – на верховой грани, *б* – на низовой грани. Закрашенная эпюра соответствует равномерному по толщине экрана охлаждению, незакрашенная – неравномерному

Полученные величины растягивающих напряжений в ЖБЭ достаточно велики и не смогут быть восприняты арматурой. Таким образом, был выявлен серьезный недостаток в предложенном варианте конструкции плотины. В ходе апробации полученных результатов на кафедре гидравлики и гидротехнического строительства НИУ МГСУ методика нашего исследования была оспорена. В связи с этим потребовалось провести дополнительное исследование.

Во-первых, было высказано предположение, что у грунтоцементобетона, представляющего собой камень, упрочненный цемент, коэффициент линейного температурного расширения α_t на порядок меньше, чем у бетона. Соответственно,

потребовалось провести расчет для случая, когда a_t грунтоцементобетона равен $1 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$.

Результаты расчета показаны на рис. 3, 4. Было получено, что в этом случае даже равномерное по толщине экрана охлаждение воспринимается двухслойным экраном как неравномерное. В ЖБЭ возникают растягивающие продольные напряжения, которые достигают 2,30 МПа (рис. 4а). Это напряжение в несколько раз выше, чем при $a_t = 1 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$.

При охлаждении, неравномерном по толщине экрана, растягивающее продольное напряжение достигает 2,56 МПа (рис. 4а). Такое растяжение не сможет быть воспринято арматурой. Таким образом, мы показали, что случай с $a_t < 1 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$ является еще более опасным, чем ранее рассмотренный нами.

Второе замечание касалось расчетной схемы температурного воздействия на экран. Было предложено рассмотреть случай температурного воздействия не строительного, а эксплуатационного периода, когда охлаждению экран подвергается не по всей высоте, а только на глубину сработки водохранилища.

Соответственно, нами был проведен расчет для случая, когда экран испытывает температурное воздействие только в верхней части (от $\nabla 78$ м до гребня $\nabla 100$ м). В этом расчете a_t грунтоцементобетона принимался равным $1 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$. Температура охлаждения напорной грани ЖБЭ принималась равной 20°C (например, от температуры воды $+4^\circ\text{C}$ до температуры воздуха -16°C).

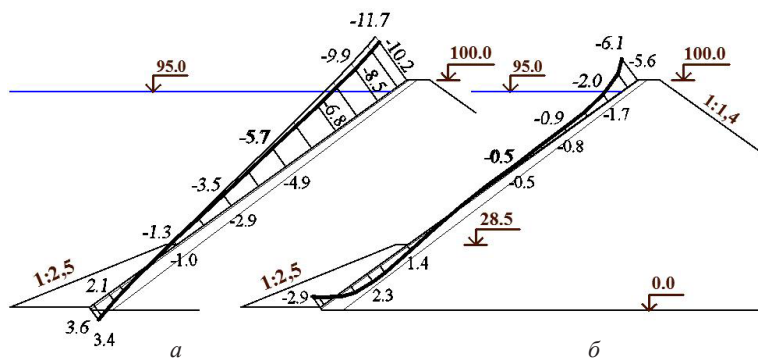


Рис. 3. Перемещения верховой грани экрана (мм) при охлаждении по всей высоте. Обозначения см. на рис. 1

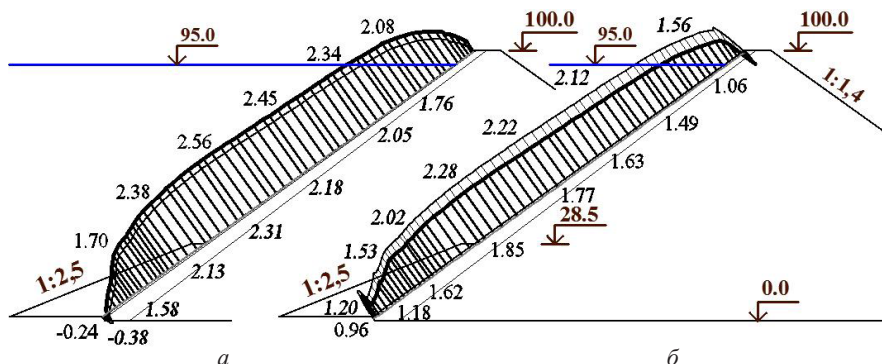


Рис. 4. Продольные напряжения [МПа] в железобетонном экране при охлаждении по всей высоте: а – на верховой грани, б – на низовой грани. Обозначения см. на рис. 1

Были проведены 2 расчета для двух вариантов температурного воздействия. В первом варианте принималось, что охлаждение верхней части двухслойного экрана происходит равномерно по всей его толщине. Результаты расчета показали, что при этом экран укорачивается неравномерно. Наибольшее укорачивание происходит на напорной грани (4,7 см, рис. 5а), а низовая грань экрана (сложена грунтоцементобетоном) укорачивается несколько меньше. За счет этого двухслойный экран испытывает деформации изгиба. В результате этого верховая грань ЖБЭ испытывает сжатие (до 3,4 МПа, рис. 6а), а низовая – растяжение (до 1 МПа, рис. 6б).

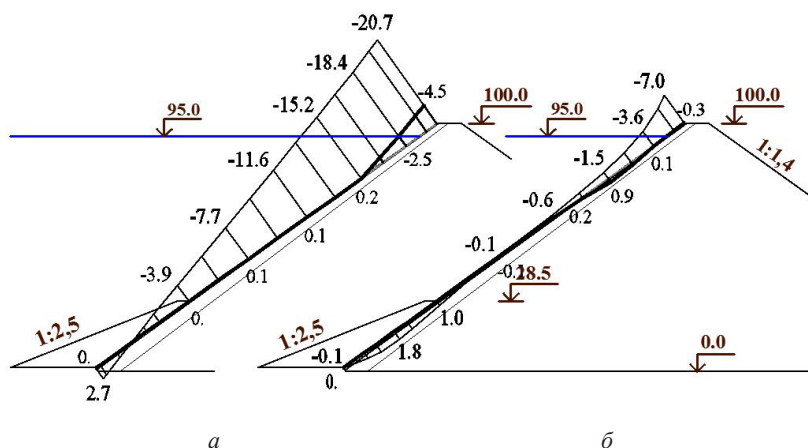


Рис. 5. Перемещения верховой грани экрана (мм) при равномерном охлаждении его верхней части: а – в направлении вдоль откоса, б – в направлении поперек откоса. Жирными линиями выделена эпюра при охлаждении только верхней части экрана, тонкими – при охлаждении по всей высоте

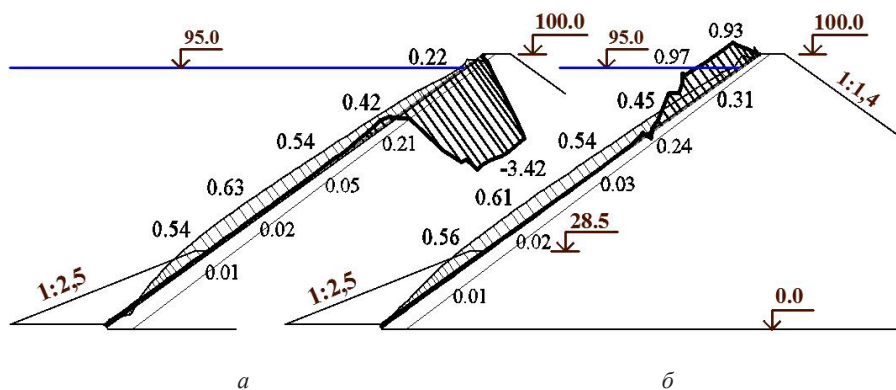


Рис. 6. Продольные напряжения [МПа] в железобетонном экране при равномерном охлаждении его верхней части: а – на верховой грани, б – на низовой грани. Жирными линиями выделена эпюра при охлаждении только верхней части экрана, тонкими – при охлаждении по всей высоте

Более опасным оказался второй вариант температурного воздействия, при котором экран охлаждается неравномерно по толщине. При температурном воздействии напорная грань экрана укорачивается на 4,3 см (рис. 7а) и прогибается на 1,9 см (рис. 7б). Эти деформации сопровождаются образованием в ЖБЭ

продольных растягивающих напряжений. На верховой грани они достигают 1,45 МПа (рис. 8а), а на низовой – 0,63 МПа (рис. 8б). По величине они ненамного меньше тех, которые наблюдались в случае охлаждения экрана сразу на всей его высоте (рис. 8).

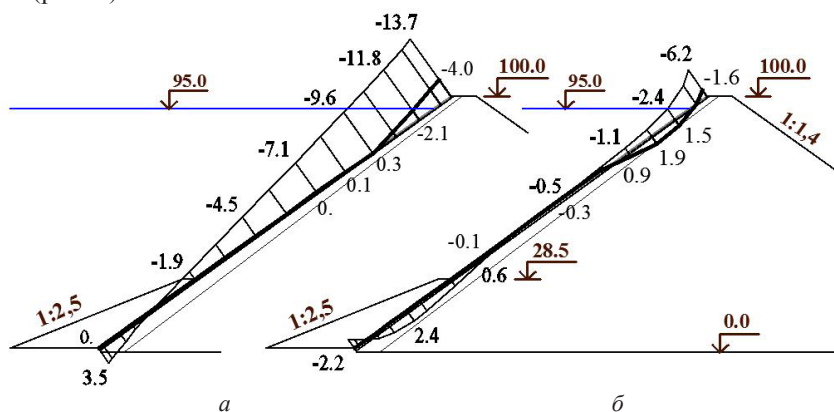


Рис. 7. Перемещения верховой грани экрана (мм) при неравномерном охлаждении по толщине его верхней части: а – в направлении вдоль откоса, б – в направлении поперек откоса. Жирными линиями выделена эпюра при охлаждении только верхней части экрана, тонкими – при охлаждении по всей высоте

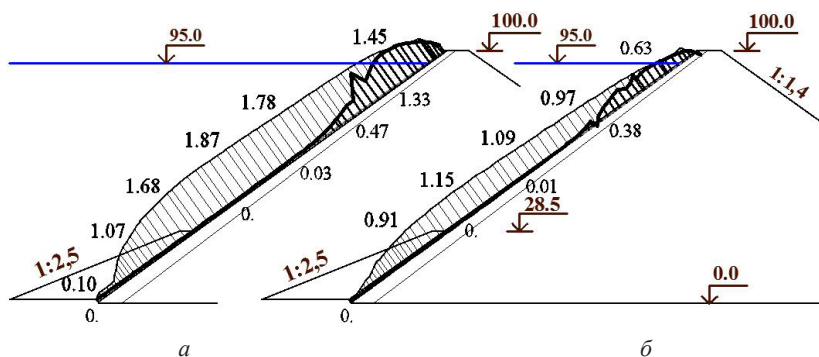


Рис. 8. Продольные напряжения [МПа] в железобетонном экране при неравномерном охлаждении по толщине его верхней части: а – на верховой грани, б – на низовой грани

Жирными линиями выделена эпюра при охлаждении только верхней части экрана, тонкими – при охлаждении по всей высоте.

Таким образом, нами было получено, что при температурном воздействии не только строительного, но и эксплуатационного периода, существует опасность образования в ЖБЭ поперечных трещин, т. к. возникающие в нем растягивающие напряжения могут превышать расчетное сопротивление бетона на растяжение.

Выводы:

1. При эксплуатации каменно-набросной плотины с массивным негрунтовым экраном может возникнуть температурное воздействие, которое вызовет появление в экране растягивающих напряжений и образование в нем трещин. Это случай опорожнения водохранилища в зимний период. Для улучшения



термонапряженного состояния двухслойного экрана его необходимо разрезать (или надрезать) поперечными швами.

2. Для более точного прогноза термонапряженного состояния экрана необходимо знать значение коэффициента линейного температурного расширения грунтоцементобетона. Наше исследование показало, что если его значение будет на порядок меньше, чем у бетона, то термонапряженное состояние экрана будет более неблагоприятным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рассказов, Л. Н. Численные исследования надежности высокой каменной плотины с железобетонным экраном и подэкрановой зоной из грунтоцементобетона / Л. Н. Рассказов, М. П. Саинов // Гидротехническое строительство. – 2012. – № 2. – С. 30–34.
2. Sembenelli, P. Bovilla : A Product of Dam History. Geotechnical Fabrics Report / P. Sembenelli, G. Sembenelli, A. Scuero / IFAI Publishers. – 1998. –Vol. 16, № 6. – P. 30–36.
3. Саинов, М. П. Влияние изменения температуры на напряженно-деформированное состояние железобетонного экрана каменно-набросной плотины / М. П. Саинов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 4(40). – С. 79–85.
4. Саинов, М. П. Влияние температурного воздействия на напряженно-деформированное состояние массивного негрунтового экрана каменно-набросной плотины / М. П. Саинов, Ф. В. Котов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2017. – № 2(42). – С. 111–116.

SAINOV Mikhail Petrovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of hydraulics and hydraulic engineering; KOTOV Filipp Viktorovich, assistant of the chair of hydraulics and hydraulic engineering; VOLKOV Dmitriy Vasilevich, student

STRESS-STRAIN STATE OF A MASSIVE NON-SOIL DOUBLE-LAYER FACE OF A ROCKFILL DAM AT THERMAL EFFECT

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)
26, Yaroslavskoe Rd, Moscow, 129337, Russia. Tel.: +7 (495) 287 49 14 (ex. 1430);
e-mail: mp_sainov@mail.ru

Key words: rockfill dam, thermal effect, stress-strain state, reinforced concrete face, soil-cement.

The article presents the results of studies of the thermo-stressed state of the surface seepage-control element of a rockfill dam which consists of a reinforced concrete face and a wide under-face zone of soil-cement. It was revealed that at the reservoir drawdown the thermal effect may result in crack formation in the face. Transversal joints should be arranged in the face to provide its crack resistance.

REFERENCES

1. Rasskazov L. N., Sainov M. P. Chislennyye issledovaniya nadyozhnosti vysokoy kamennoy plotiny s zhelezobetonnyim ekranom i podekranovoy zonoj iz gruntotsementobetona [Numerical study of the reliability of a high rockfill dam with a reinforced concrete face and soil-cement supporting zone]. Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo [Hydraulic Engineering]. 2012. № 2. P. 30–34.
2. Sembenelli, P., Sembenelli, G. and Scuero, A. Bovilla: A Product of Dam History. Geotechnical Fabrics Report. IFAI Publishers. 1998. Vol. 16. № 6. P. 30–36.



3. Sainov M. P. Vliyanie izmeneniya temperatury na napryazhyonno-deformirovannoe sostoyanie zhelezobetonного ekrana kamЕННО-nabrosnoy plotiny [Effect of temperature variation on stress-strain state of a reinforced concrete face of a rockfill dam]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2016. №.4 (40). P. 79–85.

4. Sainov M. P., Kotov F. V. Vliyanie izmeneniya temperatury na napryazhyonno-deformirovannoe sostoyanie zhelezobetonного ekrana kamЕННО-nabrosnoy plotiny [Thermal effect on the stress-strain state of a massive non-soil face of a rockfill dam]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2017. № 2(42). P. 111–116.

© М. П. Саинов, Ф. В. Котов, Д. В. Волков, 2018

Получено: 17.02.2018 г.

УДК 627.824

Е. Н. ГОРОХОВ, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой оснований, фундаментов и инженерной геологии; **А. А. МАЛЕНОВ**, ст. преп. кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии; **С. Я. СКВОРЦОВ**, ст. преп. кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии

ИЗМЕНЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В КРИОЛИТОЗОНЕ ПРИ ИХ ОТТАИВАНИИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-94;
эл. почта: nn-oif@yandex.ru

Ключевые слова: талые и мерзлые грунты, температурный режим, напряженно-деформированное состояние, деформационные характеристики, компрессионный прибор.

Изложены результаты проведенных испытаний по определению зависимости изменения деформационных характеристик мерзлых грунтов оснований гидротехнических сооружений в криолитозоне при изменении их температуры.

Основания гидротехнических сооружений (ГТС) в условиях вечной мерзлоты испытывают воздействия как постоянного источника тепла (водохранилище), так и нагрузки. В результате в основании формируется новое, отличное от природного, температурное и напряженно-деформированное состояние (ТНДС). Поэтому первостепенной задачей при расчете оснований конструкций ГТС на вечномерзлых основаниях при наличии фазовых переходов типа «вода-лед» является прогноз температурного режима и оценка ТНДС грунтового основания.

Наиболее достоверные результаты прогноза температурного режима основания сооружений достигнуты при использовании физических параметров окружающей геологической среды, полученных по данным многолетних натурных наблюдений. Однако получение таких параметров требует длительного времени, специального оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры. Кроме того, на основании одних только натурных наблюдений затруднительно сделать достаточно достоверный прогноз поведения сооружения и его грунтового

основания в криолитозоне. Для повышения достоверности прогнозов ТНДС оснований ГТС в криолитозоне необходимо создавать виртуальные модели температурного режима сооружения и НДС его основания. При создании таких моделей для грунтов, как правило, известны физические и механические характеристики в мерзлом и талом состояниях, но неизвестно по какому закону происходит изменение этих характеристик в процессе оттаивания грунта.

На кафедре «Оснований, фундаментов и инженерной геологии» ННГАСУ были проведены испытания по определению зависимости деформационных характеристик от грунтов в процессе их оттаивания. Схема установки для проведения испытаний изображена на рис. 1.

Отработка методики испытаний проводилась на образце грунта нарушенной структуры со следующими характеристиками: тип грунта – суглинок ($I_p = 10 \%$); разновидность – текучепластичный ($IL = 0,83$); плотность – $2,05 \text{ г/см}^3$; влажность – $0,26$ (26%); начальный коэффициент пористости – $0,65$. Грунт высушивался до постоянной массы при температуре 105°C , измельчался и просеивался через сито диаметром $0,5 \text{ мм}$, добавлялась вода до требуемой влажности, и перемешивался до однородного состояния. Готовая масса выдерживалась сутки в эксикаторе (стеклянная чаша с плотно притертой крышкой) для достижения более полного увлажнения грунта и однородности по влажности. Корпус компрессионного прибора заполнялся подготовленным грунтом до требуемой плотности. Отбирались пробы грунта для контроля влажности. Прибор собирался и охлаждался до температуры минус $(20\text{--}24)^\circ\text{C}$ в морозильной камере.

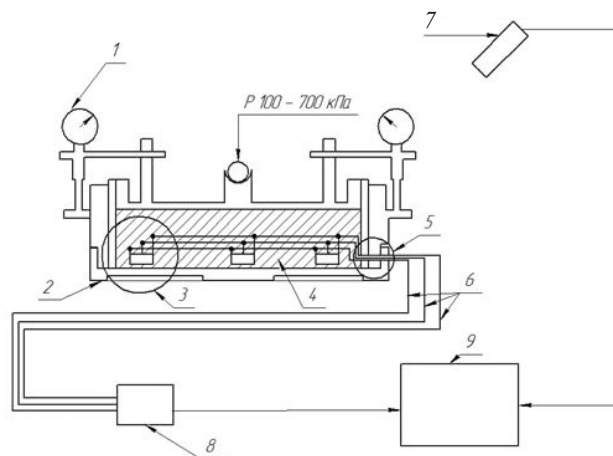


Рис. 1. Схема установки для испытаний по определению зависимости деформационных характеристик грунта от температуры: 1 – индикатор часового типа; 2 – компрессионный прибор для испытаний; 3 – температурный датчик; 4 – образец грунта; 5 – отверстие для провода; 6 – провода; 7 – вебкамера; 8 – микроконтроллер; 9 – ПК

Для обеспечения мониторинга температуры в ходе проведения испытаний образцов грунта в компрессионный прибор были вмонтированы три цифровых датчика температуры DS18B20, равномерно распределенные по камере прибора. Для обеспечения вывода сигнала с датчиков в компрессионном приборе устроено отверстие, диаметром около 5 мм , через которое были выпущены монтажные провода МГТФ $0,05 \text{ мм}^2$. Отверстие после установки датчиков в камеру

компрессионного прибора запечатывалось герметиком. Через выведенные из компрессионного прибора провода температурные датчики были подключены к микроконтроллеру (цифровой термометр МР 707).

Перед проведением серии испытаний необходимо было проверить работоспособность данной установки и определиться со схемой теплоизоляции прибора. Для этого были проведены испытания одного и того же образца грунта при постоянном давлении 300 кПа в компрессионных приборах с различной схемой их теплоизоляции для имитации различных условий процесса оттаивания грунта (см. рис. 2): 1 – медленное оттаивание образца грунта; 2 – оттаивание сверху и с боков; 3 – быстрое оттаивание со всех сторон; 4 – оттаивание сверху.

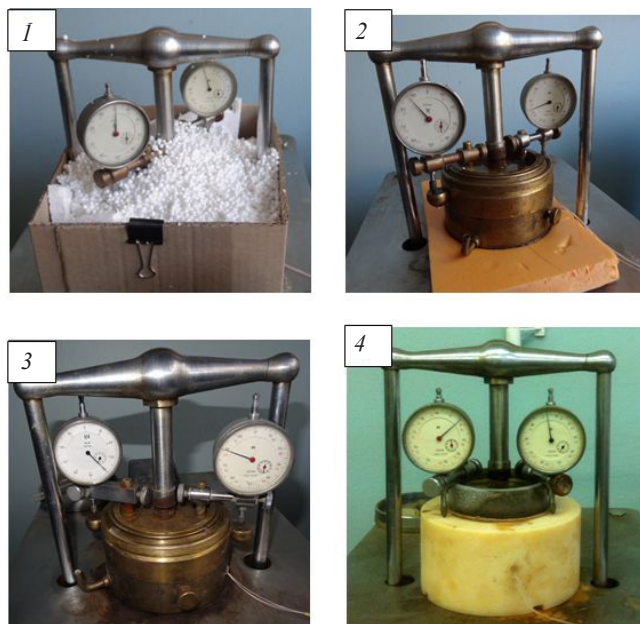


Рис. 2. Приборы для проведения испытаний при различных условиях оттаивания грунта в приборе: 1 – испытание при теплоизоляции прибора со всех сторон; 2 – испытание при теплоизоляции дна прибора; 3 – без использования теплоизоляции; 4 – прибор с рабочей камерой из капролона

При уменьшении теплоизоляции увеличивалась продолжительность испытания, однако общая зависимость деформаций от температуры сохранялась, но смещалась в отрицательную зону (связано с неравномерным процессом оттаивания и расположением датчиков в нижней зоне образца).

Для отработки методики и проведения пробных испытаний корпус испытательного прибора был изготовлен из стали, но в ходе исследования, для того чтобы приблизить эксперимент к условиям плоской задачи, был изготовлен новый испытательный прибор из материала «капролон», со значительно меньшим коэффициентом теплопроводности (табл. 1), чем у стали; таким образом, оттаивание образца грунта происходит преимущественно сверху (через штамп), что наиболее близко к схеме оттаивания грунта в основаниях ГТС в криолитозоне.



Таблица 1

**Сравнительная характеристики коэффициента теплопроводности
стали и капролона**

Характеристика	Сталь	Капролон
Коэффициент теплопроводности	47 Вт/м*градус	0,29 Вт/м*градус

На основании обработки полученных данных испытания строились графики зависимости деформаций образца грунта S от средней температуры образца грунта. (Один из таких графиков зависимости $S = f(t)$ при $P = 300$ кПа представлен на рис. 3).

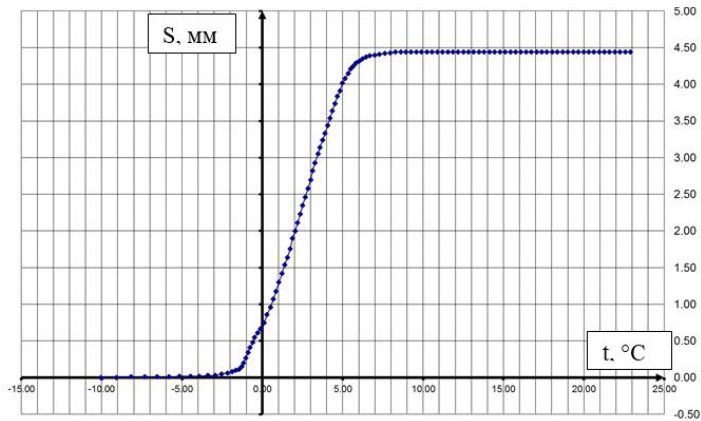


Рис. 3. График зависимости деформаций образца от температуры

По результатам обработки серии испытаний со ступенями давлений $P = 100, 200, 300$ кПа строится график зависимости модуля деформации грунта от температуры. Такой график в интервале нагрузок 100–300 кПа для образца суглинка текучепластичного представлен на рис. 4.

Также в результате построения усредненной линии, так называемой «линии тренда», вычислено уравнение зависимости для суглинка текучепластичного:

$$E = -8,989 \cdot t^3 + 299,2 \cdot t^2 - 3090 \cdot t + 13015$$

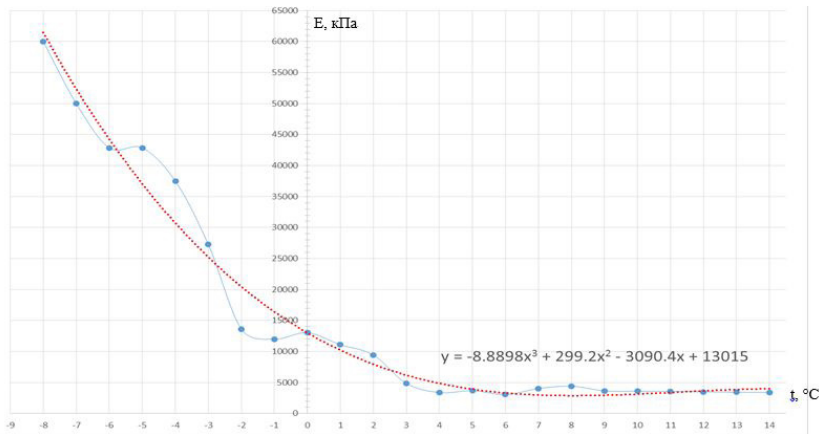


Рис. 4. График зависимости в интервале нагрузок 100–300 кПа



В результате по установленной зависимости, зная изменение температуры на отдельных этапах прогнозирования, возможно установить значения деформационных характеристики для аналогичных грунтов оснований гидротехнических сооружений. В частности, данные результаты использовались авторами для прогноза ТНДС при оценке эксплуатационной надежности ограждающей дамбы для 1-й очереди хвостохранилища обогащательной фабрики № 12 Удачинского ГОКа по заказу института «Якутнипроалмаз» компании «АЛРОСА» Республики Саха (Якутия) [1] и при выполнении прогнозных расчетов температурного режима и устойчивости откосов плотины маневровой емкости хвостохранилища на руч. Правый Киэнг (Удачинский ГОК) [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Удачинский ГОК. Обогащательная фабрика № 12. Участок оборотного водоснабжения, сгущения, транспортировки и складирования отвальных продуктов. Расчет температурного режима тела и основания дамбы. Фильтрационные расчеты. Расчеты устойчивости откосов и напряженно-деформированного состояния : науч.-техн. отчет / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т ; рук. темы Е. Н. Горохов. – Нижний Новгород, 2017. – 137 с.
2. Прогнозные расчеты температурного режима и устойчивости плотины маневровой емкости хвостохранилища на руч. Правый Киэнг (Удачинский ГОК) : науч.-техн. отчет / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т ; рук. темы Е. Н. Горохов. – Нижний Новгород, 2015. – 161 с.

GOROKHOV Evgeny Nikolaevich, doctor of technical sciences, associate professor, holder of the chair of bases, foundations and engineering geology; MALENOV Aleksandr Anatolevich, senior teacher of the chair of bases, foundations and engineering geology; SKVORTSOV Sergey Yakovlevich, senior teacher of the chair of bases, foundations and engineering geology

CHANGE OF DEFORMATION CHARACTERISTICS OF FROZEN SOIL BASES OF HYDRAULIC STRUCTURES IN THE PERMAFROST ZONE WHEN THAWING

Nizhny Novgorod state University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-94;
e-mail: nn-oif@yandex.ru

Key words: melt and frozen soils, temperature conditions, stress-strain state, deformation characteristics, compression device.

The article presents the results of tests carried out to determine dependence of deformation characteristics of frozen soils of the bases of hydraulic structures in the permafrost zone at the change of their temperature.

REFERENCES

1. Udachninskiy GOK. Obogatitelnaya fabrika № 12. Uchastok oborotnogo vodosnabzheniya, sguscheniya, transportirovki i skladirovaniya otvalnykh produktov. Raschyot temperaturnogo rezhima tela i osnovaniya damby. Filtratsionnye rschyoty. Raschyoty ustoychivosti otkosov i napryazhyonno-deformirovannogo sostoyaniya [Udachninsky ore mining and processing enterprise. Processing plant № 12. Section of recycling water supply, condensation, transportation and storage of waste products. Calculation of the temperature regime of the dam body and



foundation. Filtration calculation. Calculations of slope stability and stress-strain state]: nauch.-tekhn. otchyot. Nizhegor.gos. arkhitektur.stroit. un-t; ruk. temy E. N. Gorokhov. Nizhny Novgorod, 2017. 137 p.

2. Prognoznye raschyoty temperaturnogo rezhima i ustoychivosti plotiny manevrovoy yomkosti khvostokhranilisha na ruch. Pravy Kieng (Udachninskiy GOK) [Forecast calculation of temperature conditions and stability of the dam of the buffer pond of the tail storage on the Pravy Kieng stream (Udachninsky ore mining and processing enterprise): nauch.-tekhn. otchyot. Nizhegor.gos. arkhitektur. stroit. un-t; ruk. temy E. N. Gorokhov. Nizhny Novgorod, 2015. 161 p.

© Е. Н. Горохов, А. А. Маленов, С. Я. Скворцов, 2018

Получено: 10.04.2018 г.

УДК 627.824

Е. Н. ГОРОХОВ¹, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой оснований, фундаментов и инженерной геологии; **В. И. ЛОГИНОВ²**, канд. техн. наук, доц. кафедры информатики и автоматизации производственных процессов; **А. А. МАЛЕНОВ¹**, ст. преп. кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии; **С. Я. СКВОРЦОВ¹**, ст. преп. кафедры оснований, фундаментов и инженерной геологии

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ ДАМБЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩА В КРИОЛИТОЗОНЕ В УСЛОВИЯХ ПРОДЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-94;
эл. почта: nn-oif@yandex.ru

²ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»
Россия, 603600, г. Н. Новгород, ул. Нестерова, д. 5. Тел.: (831) 419-66-99;
эл. почта: loginov@vgavt-nn.ru

Ключевые слова: хвостохранилище, сгущенные хвосты, ограждающая дамба, талые и мерзлые грунты, температурный режим, фильтрационные расчеты, устойчивость откосов, напряженно-деформированное состояние.

Изложены результаты расчетов температурного режима, фильтрационных и статических расчетов устойчивости откосов, а также напряженно-деформированного состояния тела и основания ограждающей дамбы 1-й очереди хвостохранилища Удачинского ГОК, выполненных для оценки ее надежности в условиях продленной на длительный период эксплуатации дамбы в природно-климатических условиях криолитозоны.

Работа по оценке эксплуатационной надежности ограждающей дамбы была выполнена в ННГАСУ для 1-й очереди хвостохранилища обогащательной фабрики № 12 Удачинского ГОК по заказу института «Якутнипроалмаз» компании «АЛРОСА» Республики Саха (Якутия) [1].

Хвостохранилище находится в долине ручья Нового – притока Далдына в Мирнинском районе Саха (Якутия) у г. Удачного (рис. 1). Ограждающая дамба – таломерзлая, неоднородная по структуре (см. рис. 6 цв. вклейки). Отметка гребня – 357,5 мБС. Максимальная высота – 62 м, среднее заложение низового откоса – 1:3,71,

верховой откос – пляжная зона (заложение 1:15). В верхнем бьефе имеется пруд-отстойник.

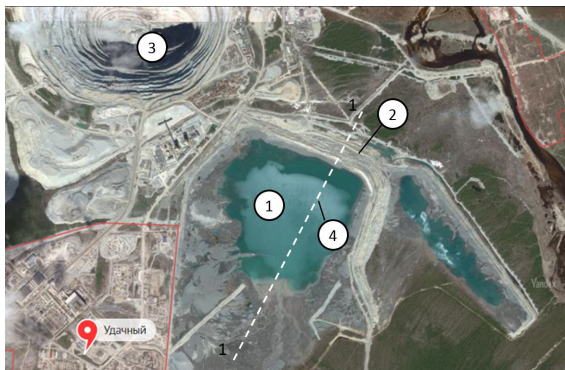


Рис. 1. Ситуационный план 1-й очереди хвостохранилища ОФ № 12 Удачинского ГОК: 1 – накопитель хвостохранилища 1-й очереди; 2 – оградящая дамба; 3 – карьер «трубка Удачная»; 4 – расчетное сечение 1-1

В настоящее время хвостохранилище 1-й очереди не эксплуатируется с сентября 2020 г. планируется возобновить складирование хвостов в накопитель хвостохранилища по новой технологии – методом конусного складирования глубоко сгущенных хвостов. Складирование предусматривается на всей площади накопителя без наращивания отметки гребня оградяющей дамбы (рис. 2).

Для оценки эксплуатационной надежности оградяющей дамбы хвостохранилища в условиях продленной эксплуатации на период 2020–2066 гг. были выполнены прогнозные температурные, фильтрационные и статические расчеты.

Расчет температурного режима дамбы. Прогнозные расчеты температурного режима тела и основания оградяющей дамбы выполнены в расчетном сечении 1-1 (след сечения показан на рис. 1), включающем тело накопителя, дамбу и их основание (рис. 2).

Природно-климатические характеристики, необходимые для аппроксимации граничных условий в расчетном сечении, приведены в табл. 1. Теплофизические характеристики для выделенных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) приведены в табл. 2 (см. рис. 6 цв. вклейки).

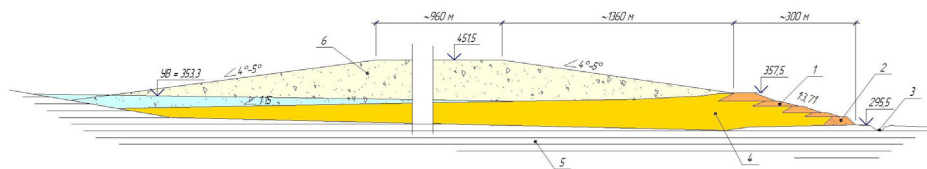


Рис. 2. Схема складирования сгущенных хвостов в сечении 1-1 хвостохранилища (сечение 1-1 показано на рис. 1): 1 – оградящая дамба хвостохранилища; 2 – дренажный банкет; 3 – дренажная канава; 4 – хвосты, складированные ранее; 5 – основание дамбы (известняки многолетнемерзлые); 6 – сгущенные хвосты (показана предельная конфигурация области складирования хвостов в 2066 г.)

**К СТАТЬЕ Е. Н. ГОРОХОВА, В. И. ЛОГИНОВА,
А. А. МАЛЕНОВА, С. Я. СКВОРЦОВА
«ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ ДАМБЫ
ХВОСТОХРАНИЛИЩА В КРИОЛИТОЗОНЕ В УСЛОВИЯХ
ПРОДЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ»**

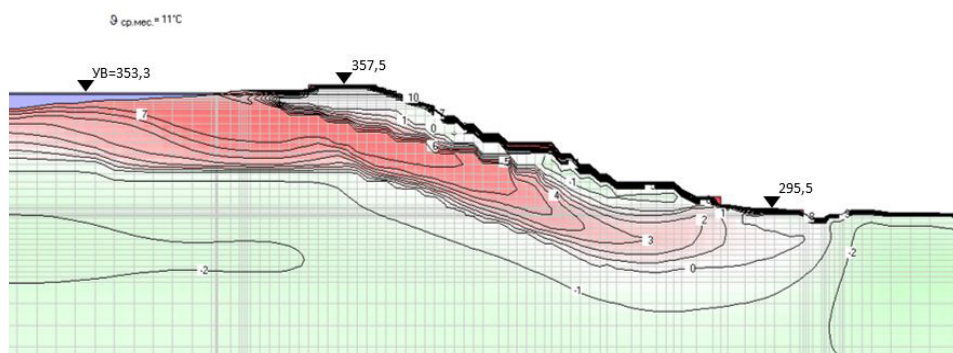


Рис. 1. Температурное поле в расчетном сечении ограждающей дамбы перед началом складирования стуженных хвостов. Август 2020 г. (фрагмент)

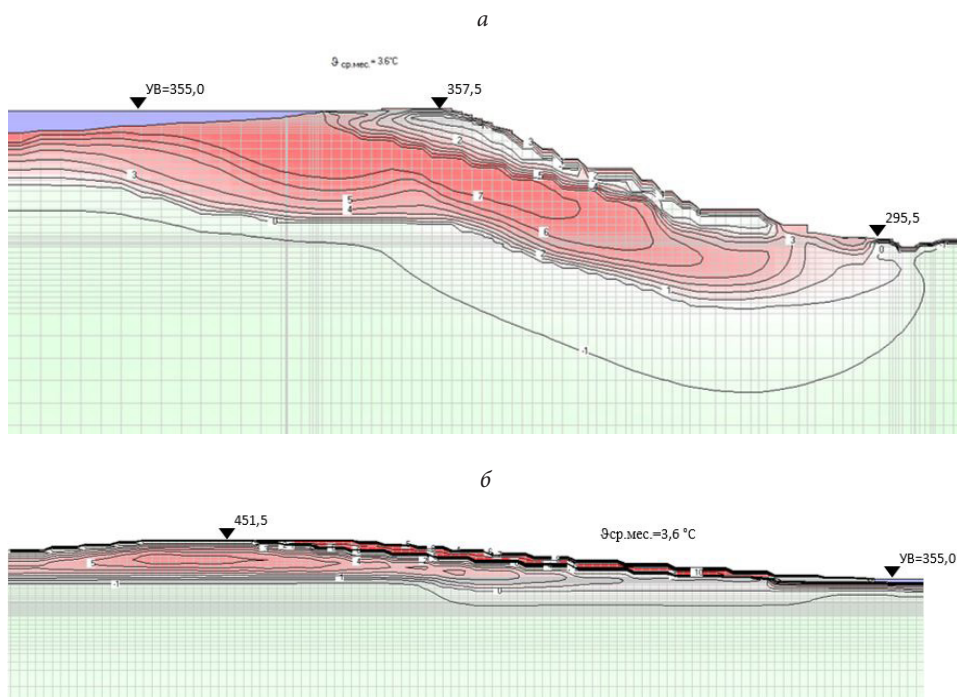


Рис. 2. Фрагмент температурного поля в расчетном сечении хвостохранилища, после 22 лет складирования хвостов. Сентябрь 2042 г.: а – тело и основание ограждающей дамбы; б – зона укладки стуженных хвостов

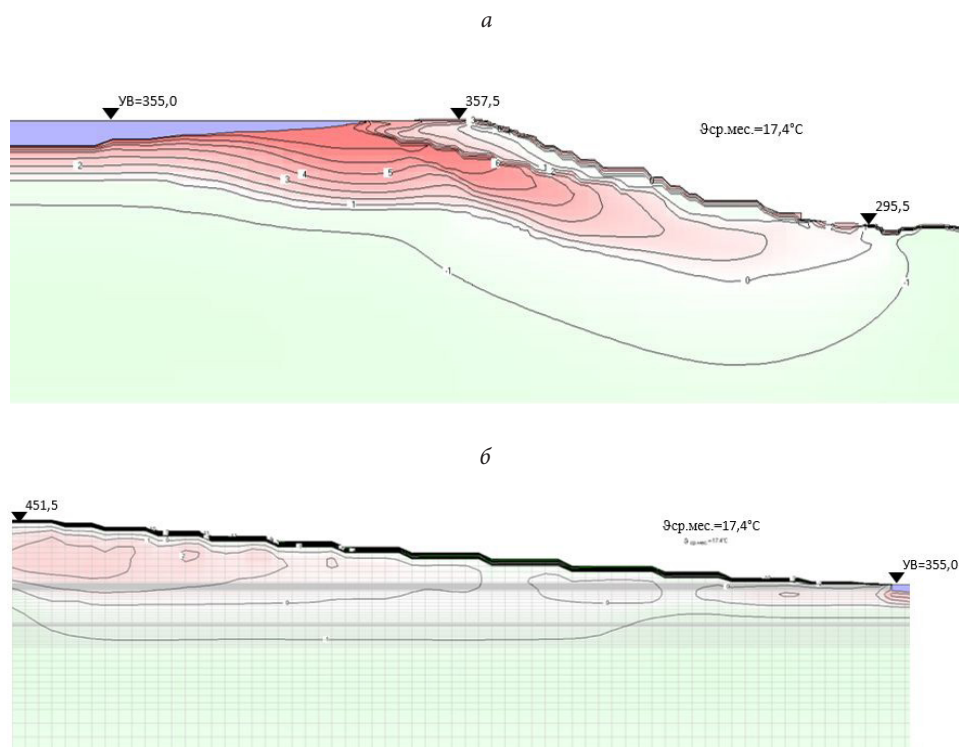


Рис. 3. Фрагмент температурного поля в расчетном сечении хвостохранилища, после 42 лет складирования хвостов. Март 2062 г.: *a* – тело и основание ограждающей дамбы; *б* – зона укладки сгущенных хвостов

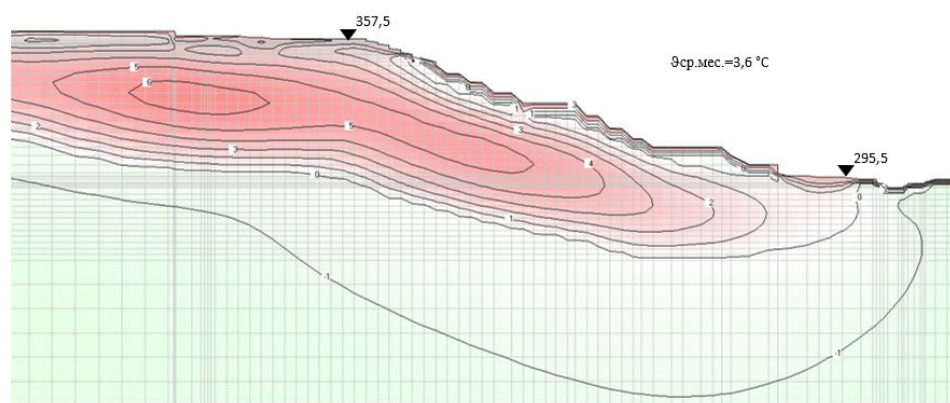


Рис. 4. Температурное поле в расчетном сечении ограждающей дамбы к моменту завершения укладки хвостов. Сентябрь 2066 г.

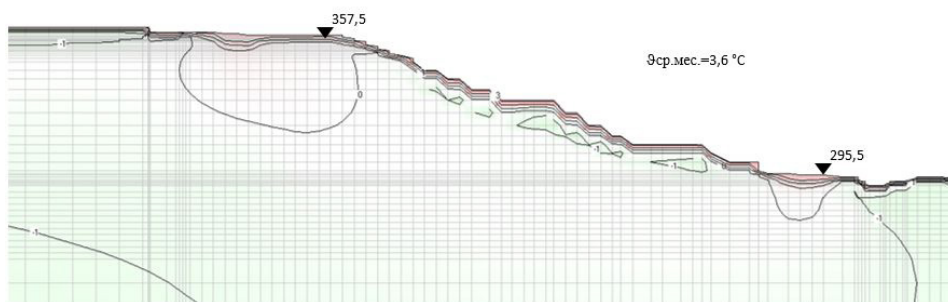


Рис. 5. Температурное поле в расчетном сечении ограждающей дамбы через 50 лет после завершения укладки хвостов. Сентябрь 2116 г.

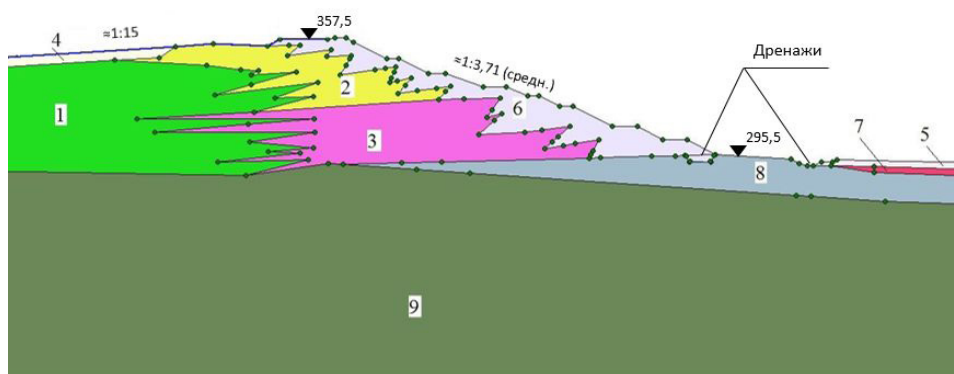


Рис. 6. Схема расположения ИГЭ в расчетном сечении ограждающей дамбы хвостохранилища (наименование ИГЭ № 1–9 приведены в табл. 2)

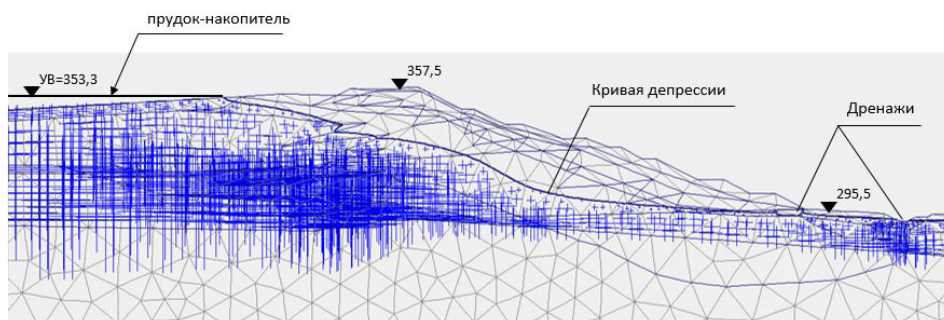


Рис. 7. Кривая депрессии в теле ограждающей дамбы перед началом складирования сгущенных хвостов. Сентябрь 2020 г. (синими крестами показана величина пьезометрического напора в точках – масштабированы относительно перепада УВ в прудке-накопителе и в дренаже)

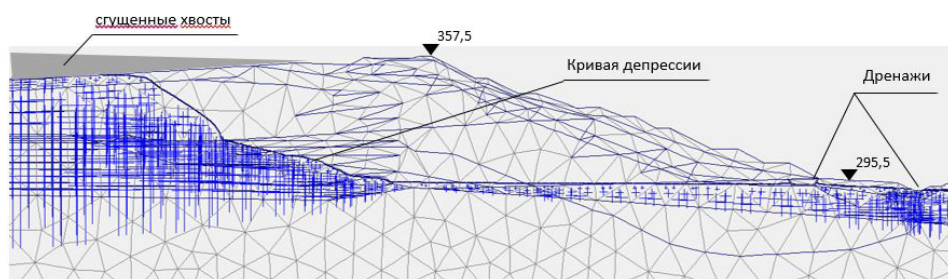
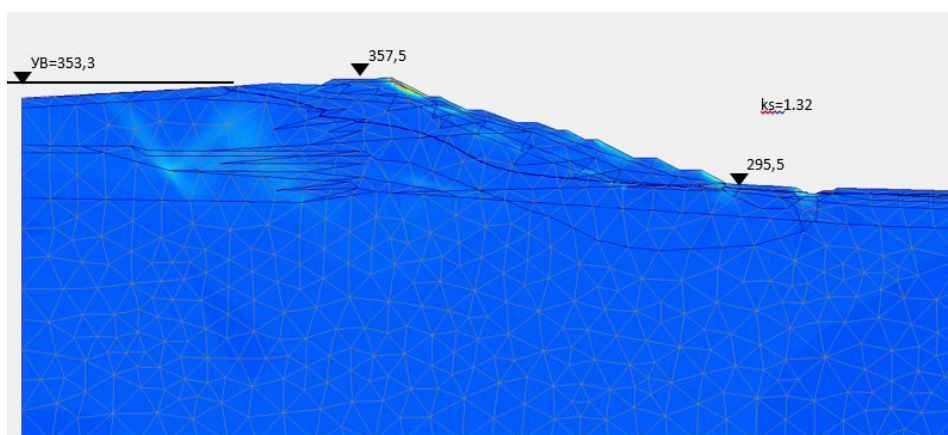


Рис. 8. Кривая депрессии в теле ограждающей дамбы на этапе складирования сгущенных хвостов с 2052 по 2066 гг. (фильтрация за счет консолидации хвостов при отсутствии прудка-отстойника)

a



б

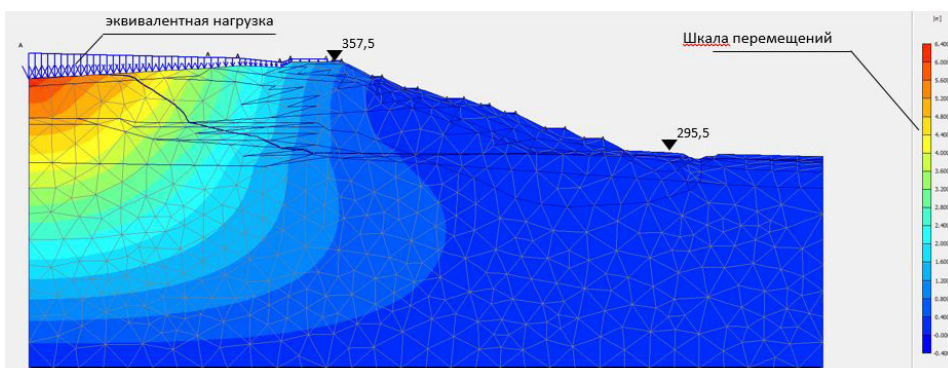


Рис. 9. Результаты статических расчетов ограждающей дамбы хвостохранилища: *a* – устойчивость низового откоса в сентябре 2052 г.; *б* – деформация тела и основания в сентябре 2066 г. (относительно сентября 2020 г.)



Расчеты температурного режима выполнены по программе TRND-Calc v. 3.0 [2], реализующей численную модель температурного режима земляных плотин в криолитозоне (модель подробно изложена в статьях [3, 4 и др.]). При прогнозе рассматривался следующий сценарий:

Этап 1: формирование начального температурного поля дамбы к моменту начала складирования сгущенных хвостов (сентябрь 2020 г.). С этой целью по данным натурных наблюдений в термоскважинах [5] программой TRND-Calc v. 3.0 было сформировано температурное поле в расчетном сечении на ноябрь 2016 г. Далее по этой же программе был выполнен расчет температурного режима дамбы по август 2020 г. (рис. 1 цв. вклейки). На этом этапе расчетов учитывалась установившаяся фильтрация из прудка-отстойника. Кривая депрессии в теле дамбы, используемая программой TRND-Calc v. 3.0, была получена программой PLAXIS (см. далее фильтрационные расчеты).

Этап 2: складирование сгущенных хвостов с сентября 2020 г. по август 2026 г. (первые 6 лет складирования). На этом этапе в соответствии с объемами складирования производилось изменение геометрии сооружения. Начальная температура хвостов +10 °С. Далее по программе TRND-Calc v. 3.0 производился расчет температурного режима дамбы.

На этом и на последующих этапах расчетов принималось условие, что прудок-отстойник при неизменной отметке уровня воды в нем 355,00 мБС по мере складирования хвостов будет уменьшаться в размерах и к 2062 году исчезнет совсем.

Далее следовали этапы 3–6 с интервалом в 10 лет.

Этап 7: с 2062 г. до момента завершения складирования сгущенных хвостов в сентябре 2066 г. На этом этапе пруд-отстойник отсутствует. Фильтрация воды в теле дамбы происходит только за счет консолидации массива уложенных хвостов.

Этап 8: с 2066 по 2116 гг. – 50-летний период консервации хвостохранилища.

Фрагменты температурных полей в расчетном сечении для некоторых этапов прогноза температурного режима, построенные программой TRND-View.V.3.0 [6], приведены на рис. 1–5 цв. вклейки.

Анализ результатов температурных расчетов показал следующее:

- за период с 2020 г. по 2062 г. температурный режим дамбы в рассмотренном сечении будет находиться в практически неизменяемом состоянии (от +4°С до +7°С);

- с 2062 года (почти полное завершение укладки всего объема хвостов) температура внутри тела дамбы также останется в пределах (от +4°С до +7°С), произойдет лишь незначительное ее увеличение в верхней части тела накопителя за счет еще неостывших уложенных хвостов. После прекращения фильтрации в теле дамбы она начнет медленно остывать;

- за рассмотренный пятидесятилетний период консервации дамбы произойдет ее охлаждение и к 2116 г. все тело дамбы будет иметь отрицательную температуру.

Фильтрационные расчеты дамбы. Фильтрационные расчеты ограждающей дамбы хвостохранилища выполнялись в программе PLAXIS [7]. Основной целью расчетов было установление координат кривой депрессии в теле дамбы. Определялся также удельный фильтрационный расход и оценивалась фильтрационная прочность грунтов.

Расчеты производились для случая установившегося режима фильтрации. Фильтрационные свойства выделенных в расчетном сечении дамбы 9 ИГЭ (рис. 6 цв. вклейки) приведены в табл. 3. Некоторые результаты фильтрационных



расчетов приведены на рис. 7 и 8 цв. вклейки.

Анализ результатов расчетов выявил следующее:

- кривая депрессии на всем протяжении продленной эксплуатации будет располагаться внутри талика тела дамбы. Таким образом, фильтрационного давления на замерзшую часть низового откоса ограждающей дамбы оказано не будет. Более того, к завершающему этапу складирования хвостов из-за исчезновения прудка-отстойника произойдет значительное понижение поверхности депрессии в теле дамбы;

- на всем протяжении продленной эксплуатации хвостохранилища фильтрационная прочность грунтов тела и основания ограждающей дамбы будет обеспечена;

- удельный фильтрационный расход в теле и основании дамбы составит: в 2020 г. – 71,3 м³/сут. на 1 пог. м, в 2052 г. – 82,4 м³/сут. на 1 пог. м, в 2066 г. – 9,2 м³/сут. на 1 пог. м.

Статические расчеты дамбы. В составе статических расчетов ограждающей дамбы был выполнен прогноз устойчивости ее низового откоса и напряженно-деформированного состояния тела и основания на период продленной эксплуатации хвостохранилища (рис. 9 цв. вклейки).

Расчеты выполнялись в программе PLAXIS [7] для сечения дамбы 1-1, использованные при этом расчетные характеристики физико-механических свойств грунтов приведены в табл. 3.



Таблица 1

Природно-климатические характеристики района хвостохранилища

Наименование характеристики	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Источник
Температура воздуха, °С (осред.)	-30,3	-25,3	-17,4	-7,3	1,4	13,3	16,3	11,0	3,6	-9,4	-20,7	-25,9	[5]
Абс. максимум температуры воздуха, °С	-16,7	-11,0	0,0	5,0	14,7	28,9	30,8	22,6	24,5	-0,4	-4,5	-14,0	
Абс. минимум температуры воздуха, °С	-43,4	-42,8	-35,6	-27,2	-14,5	1,7	3,5	0,3	-5,7	-22,3	-29,7	-38,7	
Осадки, мм	8,6	14,6	19,5	12,9	44,6	11,3	49,0	69,8	33,5	51,0	11,9	12,4	
Высота снежного покрова, см (сред.)	31	38	42	37	10	-	-	-	2	18	32	38	
Скорость ветра, м/с (max)	11,0	16,0	15,0	11,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	10,0	8,0	10,0	
Скорость ветра, м/с (сред.)	1,8	2,7	3,5	2,7	3,3	3,2	2,9	3,1	2,6	2,4	1,9	2,0	
Температура воды в прудке, °С (сред.)	2,0	2,1	2,2	4,0	5,8	7,8	8,0	7,9	7,3	5,8	4,0	2,2	
Суммарная солнечная радиация, МДж/м²	62,8	163,5	405,8	607,8	824,8	874,9	855,8	657,0	445,5	202,5	79,6	39,6	[9]
Альбедо поверхности, д. ед.	0,80	0,75	0,60	0,30	0,21	0,27	0,30	0,27	0,31	0,30	0,90	0,85	
Коэффициент теплоотдачи от атмосферного воздуха к поверхности дамбы, кВт/(м²·К)	0,727	0,582	0,533	0,582	2,084	12,793	12,405	12,648	6,687	1,211	0,678	0,582	



Таблица 2

Теплофизические характеристики грунтов тела и основания дамбы [10]

Номер ИГЭ	Наименование грунта	Коэффициент теплопроводности талого грунта, Вт/(м*к)	Коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, Вт/(м*к)	Объемная теплоемкость талого грунта, МДж(м³*к)	Степень влажности грунта, дол. ед.	Пористость, дол. ед.	Температура фазовых переходов влаги, °С
1	Супесь намывная	1,652	1,836	2,420	0,77	0,44	-0,81
2	Песок крупный намывной	2,210	2,699	2,508	0,77	0,44	-0,10
3	Песок намывной засоленный	2,675	2,966	2,562	0,88	0,43	-0,15
4	Песок средней крупности намывной	2,219	2,452	2,282	0,84	0,44	-0,10
5	Суглинок нелдиный слабозасоленный	1,429	1,512	2,369	0,66	0,40	-1,38
6	Щебень с суглинком засоленным 10%	1,803	1,512	3,098	1,05	0,29	-0,20
7	Мергель выветрелый до суглинка	1,546	1,662	2,864	0,78	0,44	-0,51
8	Известняк выветрелый до щебня	1,638	2,026	2,998	1,02	0,33	-0,20
9	Известняк прочный	2,103	2,302	2,391	1,02	0,33	-0,20
10	Ступенные хвосты	1,396	1,803	2,093	0,68	0,42	-1,80

Таблица 3

Физико-механические характеристики грунтов тела и основания ограджающей дамбы [10]

Номер ИГЭ	Удельный вес грунта, кН/м³	Удельный вес в водонасыщенном состоянии, кН/м³	Общий модуль деформации грунта, МПа	Коэффициент Пуассона, дол. ед.	Угол внутреннего трения грунта, градус	Удельное сцепление грунта, МПа	Коэффициент фильтрации, м/сут.
1	18,10/16,90	19,61/18,00	13,5/11,0	0,33	15/17	20/191	0,1/0,0
2	18,00/18,40	19,18/19,28	17,5/40,0	0,31	32/15	2/357	16,7/0,0
3	18,30/18,30	19,15/19,15	21,6/134,2	0,31	34/18	2/315	20,0/0,0
4	18,30/18,70	19,15/18,70	10,1/134,2	0,31	31/18	1/315	4,9/0,0
5	18,40/18,60	20,21/20,21	21,0/21,0	0,35	25/26	14/21	0,005/0,0
6	20,30/20,30	22,01/21,75	15,6/15,6	0,27	33/36	1/0,1	30,0/30,0
7	17,30/17,30	16,69/18,57	26,0/26,0	0,35	11/19	15/123	0,005/0,0
8	20,20/20,20	20,70/21,08	15,6/15,6	0,36	33/36	0,1/0,1	30,0/30,0
9	25,3/25,3	25,3/25,3	100/100	0,27	- / -	- / -	0,0/0,0

Примечание: в числителе даны характеристики для талого состояния, в знаменателе – для мерзлого



При прогнозе учитывалось изменение свойств грунтов вследствие их замерзания или оттаивания, а также учитывалось изменение координат кривой депрессии вследствие колебания уровня воды в прудке-отстойнике и изменения границ талика внутри тела и основания дамбы; нагрузка от складированных сгущенных хвостов задавалась эквивалентной распределенной нагрузкой (см. рис. 3б цв. вклейки).

Анализ результатов статических расчетов показал следующее:

1. Коэффициент запаса устойчивости низового откоса в процессе продленной эксплуатации будет изменяться незначительно (1,3–1,33); во всех случаях он превышает нормативный, равный для сооружения II класса 1, 2 [7].

2. Расположение выявленных потенциальных зон обрушения тяготеет к локальным дамбам обвалования, характеризуя тем самым местную устойчивость их откосов. Общая же устойчивость ограждающей дамбы, вследствие отсутствия пластических деформаций в основании, будет характеризоваться еще более высокими коэффициентами запаса.

Заключение

Результаты проведенных температурных, фильтрационных и статических расчетов ограждающей дамбы 1-й очереди хвостохранилища обогатительной фабрики (ОФ) № 12 Удачнинского ГОК подтверждают ее надежность в течение всего периода продленной эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Удачнинский ГОК. Обогаительная фабрика № 12. Участок оборотного водоснабжения, сгущения, транспортировки и складирования отвальных продуктов. Расчет температурного режима тела и основания дамбы. Фильтрационного расчета. Расчеты устойчивости откосов и напряженно-деформированного состояния : науч.-техн. отчет / Е. Н. Горохов / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2017. – 137 с.
2. Программа расчета температурного режима земляных плотин северной климатической зоны (TRND-Calc v. 3.0) : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2016612890 / Е. Н. Горохов, В. И. Логинов, С. Я. Скворцов. – Зарегистрир. 11.03.2016.
3. Горохов, Е. Н. Методика и программа компьютерного моделирования температурного режима, включающего нефтепровод грунтового массива для условий криолитозоны / Е. Н. Горохов, В. И. Логинов, М. А. Козлов, А. А. Маленов ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т // Приволжский научный журнал. – Нижний Новгород, 2011. – № 4. – С. 167–175.
4. Белов, А. Н. Трехмерное моделирование температурного режима грунтовой плотины в криолитозоне / А. Н. Белов, Е. Н. Горохов ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т // Приволжский научный журнал. – Нижний Новгород, 2010. – № 1. – С. 65–72.
5. Годовой отчет о состоянии в 2016 году гидротехнических сооружений, систем и оборудования 1-й очереди хвостохранилища ОФ № 12 на руч. Новый [Электронный ресурс] / ПАО АЛРОСА. – Удачный, 2017. – Режим доступа : alrosa.ru/document/годовой-отчет-за-2016-г/
6. Программа визуализации температурного режима земляных плотин северной климатической зоны (TRND-View v.3.0) : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2016612890 / Е. Н. Горохов, В. И. Логинов, С. Я. Скворцов. – Зарегистрир. 04.03.2016.
7. PLAXIS Versions. Scientific Material models Dynamic manual / R. B. Y. Brinkgreve, W. Broere ; Delft University of Technology Plaxis b.v. – The Netherlands, 2004.
8. СП 39.13330.2012. Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Техэксперт.
9. Прогнозные расчеты температурного режима и устойчивости плотины маневровой



емкости хвостохранилища на руч. Правый Киэнг (Удачный ГОК) : науч.-техн. отчет / Е. Н. Горохов // Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2015. – 161 с.

10. Удачный ГОК. Обогательная фабрика № 12. Реконструкция. Участок оборотного водоснабжения, сгущения, транспортировки и складирования отвальных продуктов : техн. отчет по результатам инженер.-геолог. изысканий. – Омск : ИГИ1, 2017.

GOROKHOV Evgeny Nikolaevich¹, doctor of technical sciences, associate professor, holder of the chair of bases, foundations and engineering geology; LOGINOV Vyacheslav Ivanovich², candidate of technical sciences, associate professor of the chair of informatics and automation of production processes; MALENOV Aleksandr Anatolevich¹, senior teacher of the chair of bases, foundations and engineering geology; SKVORTSOV Sergey Yakovlevich¹, senior teacher of the chair of bases, foundations and engineering geology

EVALUATION OF THE RELIABILITY OF A PROTECTING DAM OF THE TAILINGS IN THE PERMAFROST ZONE IN CONDITIONS OF PROLONGED OPERATION

¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7(831) 430-54-94;
e-mail: nn-oif@yandex.ru

²Volga State University of Water Transport
5, Nesterov St., Nizhny Novgorod, 603600, Russia. Tel.: +7(831) 419-66-99;
e-mail: loginov@vgavt-nn.ru

Key words: tailings, thickened tailings, protecting dam, melted and frozen soils, temperature conditions, seepage analysis, stability of slopes, stress-strain state.

The article presents the results of calculations of the temperature regime, filtration and static calculations of the stability of slopes, as well as the stress-strain state of the body and the base of the enclosing dam of the first stage of the Udachninsky ore mining and processing enterprise tailing pond, performed to assess its reliability under conditions of the dam prolonged operation in the permafrost zone.

1. Udachninskiy GOK. Obogatitelnaya fabrika №. 12. Uchastok oborotnogo vodosnabzheniya, sguscheniya, transportirovki i skladirovaniya otvalnykh produktov. Raschyot temperaturnogo rezhima tela i osnovaniya damby. Filtratsionnye rschyoty. Raschyoty ustoychivosti otkosov i napryazhyonno-deformirovannogo sostoyaniya [Udachninsky ore mining and processing enterprise. Processing plant №. 12. Section of recycling water supply, condensation, transportation and storage of waste products. Calculation of the temperature regime of the dam body and foundation. Filtration calculation. Calculations of slope stability and stress-strain state]: nauch.-tekhn. otchyot. Nizhegor.gos. arkhitektur.stroit. un-t; ruk. temy E. N. Gorokhov. Nizhny Novgorod, 2017. 137 p.

2. Gorokhov E. N., Loginov V. I., Skvortsov S. Ya. Programma raschyota temperaturnogo rezhima zemlyanykh plotin severnoy klimaticheskoy zony (TRND-Calc v. 3.0) [Program for calculating the temperature regime of earth dams in the northern climatic zone (TRND-Calc v.3.0)]. Svidetelstvo o gos. registratsii programmy dlya EVM № 2016612890. Zaregistrir. 11.03.2016.

3. Gorokhov E. N., Loginov V. I., Kozlov M. A., Malenov A. A. Metodika i programma kompyuternogo modelirovaniya temperaturnogo rezhima, vkluychayushego nefteprovod gruntovogo massiva dlya usloviy kriolitozony [Methods and software of computer simulation



of temperature conditions of a soil massive containing an oil pipeline in a permafrost zone]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhny Novgorod, 2011. №4. P. 167–175.

4. Belov A. N., Gorokhov E. N. Tryokhmernoe modelirovanie temperaturnogo regima gruntovoy plotiny v kriolitozone [Three-dimensional modeling of the temperature condition of a soil dam in congelation]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhny Novgorod, 2010 № 1. P. 65–72.

5. Godovoy otchyot o sostoyanii v 2016 godu gidrotehnicheskikh sooruzheniy, system i oborudovaniya 1-y ocheredi khvostokhranilischa OF № 12 na ruch. Novy [Annual report on the state of hydraulic structures, systems and equipment of the first stage of tailing pond of concentration plant № 12 on the brook Novy in 2016]. [Elektronny resurs]. JSC ALROSA. Udachny, 2017. Rezhim dostupa: Режим доступа : alrosa.ru/document/.

6. Gorokhov E. N., Loginov V. I., Skvortsov S. Ya. Programma raschyota temperaturnogo rezhima zemlyanykh plotin severnoy klimaticheskoy zony (TRND-View v.3.0) [Program for visualization of the temperature regime of earth dams in the northern climatic zone (TRND-View v.3.0)]. Svidetelstvo o gos. registratsii programmy dlya EVM № 2016612704. Zaregistrir. 4.03.2016.

7. PLAXIS Versions. Scientific material models dynamic manual. R.B.Y. Brink-greve, W. Broere. – Delft University of Tehnoloqy Plaxis b.v. The Netherlands, 2004.

8. SP 39.13330.2012 Plotiny iz gruntovykh materialov [Dams constructed of ground materials]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.06.05-84 * [Elektronny resurs]. Rezhim dostupa: Tekhekspert.

9. Prognoznye raschyoty temperaturnogo rezhima i ustoychivosti plotiny manevrovoy yomkosti khvostokhranilischa na ruch. Pravy Kieng (Udachninskiy GOK) [Forecast calculation of temperature conditions and stability of the dam of the buffer pond of the tail storage on the Pravy Kieng stream (Udachninsky ore mining and processing enterprise): nauch.-tekhn. otchyot. Nizhegor.gos. arkhitektur.stroit. un-t; ruk. temy E. N. Gorokhov. Nizhny Novgorod, 2015. 161 p.

10. Udachninskiy GOK. Obogatitelnaya fabrika №. 12. Rekonstruktsiya. Uchastok oborotnogo vodosnabzheniya, sguscheniya, transportirovki i skladirovaniya otvalnykh produktov [Udachninsky ore mining and processing enterprise. Concentrating plant № 12. Reconstruction. Section of circulating water supply, condensation, transportation and storage of waste products]. Tekhn. otchyot po rezultatam inzhener.-geolog. Izyskaniy. Omsk: IG11, 2017.

© Е. Н. Горохов, В. И. Логинов, А. А. Маленов, С. Я. Скворцов, 2018

Получено: 14.04.2018 г.

УДК 550.34

Л. П. КОГАН¹, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры общей физики и теоретической механики; В. Б. ШТЕНБЕРГ¹, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры общей физики и теоретической механики; О. В. ПОДЧИЩАЕВА², канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры информационных технологий в финансово-кредитной сфере

**ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ МОМЕНТА НАЧАЛА РЕАЛИЗАЦИИ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УМЕНЬШЕНИЮ
СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ
СООРУЖЕНИЯ В КАМЧАТСКОМ РЕГИОНЕ,
СВЯЗАННЫХ С ПРИБЛИЖЕНИЕМ СИЛЬНОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ
(ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ КРИТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТЫ ИОНОСФЕРЫ)**



¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-55-02;
эл. почта: L_kog@list.ru

²ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»

Россия, 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23. Тел.: (831) 430-48-33

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, режим работы, землетрясения, поиск предвестников.

На основании подхода, предложенного в [1], проводится сравнение распределения значений статистических функционалов от критической частоты ионосферы для сейсмоопасного региона Камчатки и тектонически спокойного района юга Африки. Полученные данные позволяют выявить признаки приближающегося тектонического события высокой магнитуды в Камчатском регионе, что позволяет принять решение о сейсmobезопасном изменении режима работы гидротехнических сооружений.

Введение

В работе [1] авторами был предложен критерий выбора момента принятия решения о необходимости введения в действие совокупности возможных эксплуатационных и технических мероприятий, направленных на уменьшение массы воды, подпирающей гидротехнические сооружения (ГТС), в связи с большой вероятностью предстоящего в ближайшее время землетрясения высокой магнитуды. В качестве случайного процесса $x(t)$, по статистике измерений которого согласно предложенной в [1] методике далее проводятся расчеты, были приняты значения критической частоты ионосферы. Ее возмущения являются одним из наиболее известных предвестников тектонических событий [2–5]. В соответствии с принятой моделью вводится требование отсутствия крупных землетрясений в течение как минимум определенного периода по завершении измерительного цикла. С учетом большого диаметра зоны подготовки сильного тектонического события (порядка 200–500 км) существует значительная вероятность того, что измерения ионозонда отразят влияние процесса подготовки землетрясения, охватывающего в том числе и район ГТС. Кроме того, настоящая статья носит модельный характер, так как предлагаемый алгоритм может быть легко распространен и на регулярные измерения любых других физических полей, связанных с подготовкой сильного землетрясения и фиксируемых непосредственно вблизи ГТС, расположенных в других сейсмоопасных регионах.

1. Выбор параметров измерений

Для вычислений использовались данные измерений, проведенных на ионосферных станциях Петропавловск (Station code: PK553, Station name: PETROPAVLOVSK) в 1992–2004 гг. и Германус (HERMANUS, HE13N) в 2008–2013 гг. Станция PETROPAVLOVSK расположена на Камчатском полуострове около г. Петропавловска-Камчатского, в регионе, которому свойственна высокая сейсмическая активность. В то же время станция HERMANUS, находящаяся на атлантическом побережье ЮАР (–34.4 ю. ш. и 19.2 в. д.), была выбрана как источник данных по критической частоте ионосферы в тектонически спокойной области.

В обоих случаях район, где рассматривались происходившие тектонические явления, включал в себя круговую зону радиусом 1000 километров от указанных станций и обладал слабыми техногенными электромагнитными шумами. Сопоставление статистических свойств ансамблей значений СВ $L(\pi-\tau)$,

соответствующих двум этим областям на плоскости комплексной переменной, позволяет получить оценки для абсолютного и относительного числа ПС в Камчатском регионе.

Количество измеренных значений СВ x , отвечающих любому измерительному циклу, составляло 96 (с учетом сбоев при работе ионозонда это соответствовало интервалу времени, который мог превышать ровно 96 часов, то есть 4 суток; такое превышение составляло не более 12 часов.) Интервал дискретизации принят равным одному астрономическому часу. Глубина гипоцентров учитываемых тектонических событий составляла интервал 0–100 км. В случае станции PETROPAVLOVSK при проведении измерений вводилось условие, что по завершении измерительного цикла в течение не менее 192 часов в рассматриваемом регионе не должно происходить землетрясений с магнитудой $M \geq 5,5$. Для HERMANUS подобное условие излишне, ибо в соответствующем районе уже многие десятилетия почти нет сейсмической активности.

2. Результаты расчетов

В формуле (3) работы [1] число интервалов разбиения выбрано $N_0 = 120$. Эта величина получена из условия максимального отличия ансамбля графиков реальной части $L(p)$, построенных (для станции PETROPAVLOVSK) при указанном условии отсутствия землетрясения с магнитудой $M \geq 5,5$ в следующие 192 часа по завершении цикла измерений, от ансамбля кривых $Re(L(p))$, отвечающих обратному случаю.

На рис. 1 показана совокупность обозначенных крестами значений СВ $L(\pi - \tau)$ на плоскости комплексной переменной для станции PETROPAVLOVSK, а на рис. 2 – для HERMANUS (для удобства восприятия символы крестов выполнены разными цветами.) Здесь закрашенные верхний и нижний секторы образуют определенную ранее «запретную область» Ω , см. соотношение (12) из [1]. На рис. 1 и 2 для входящих в Ω значений $L(\pi - \tau)$ в частности выполняется условие $|L(\pi - \tau)| \geq 0,1$ (учтено, что величина 0,1 близка к среднему $\langle |L(\pi - \tau)| \rangle$).

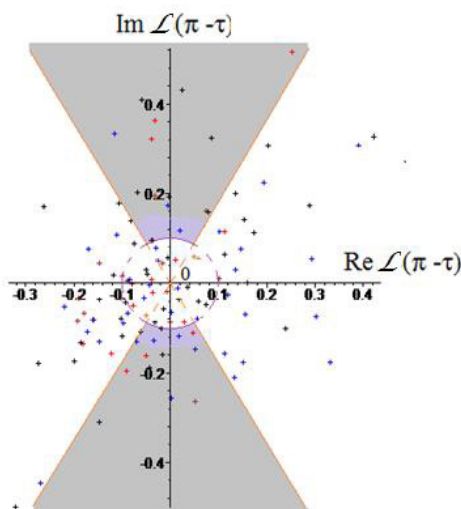


Рис. 1. Значения СВ $L(\pi - \tau)$ на плоскости комплексной переменной для станции PETROPAVLOVSK

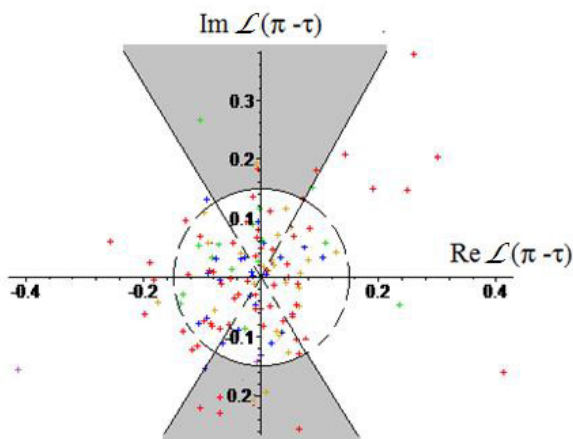


Рис. 2. Значения $CB L(\pi - \tau)$ на плоскости комплексной переменной для станции HERMANUS

Из рис. 1 следует, что в случае данных с Камчатской станции PETROPAVLOVSK вероятность попадания в «запретную область» Ω случайной величины $L(\pi - \tau)$ составляет $\approx 0,25$, тогда как согласно рис. 2 аналогичная вероятность для южноафриканской станции HERMANUS равна $\approx 0,16$. Разность указанных вероятностей составляет 0,09 что соизмеримо собственно с их величинами.

Следовательно, относительная частота попадания в Ω по результатам обработки данных со станции PETROPAVLOVSK оказывается значительно больше, чем для данных с HERMANUS, что подтверждает выводы предыдущего раздела настоящей статьи об увеличении вероятности попадания значений $L(\pi - \tau)$ в указанную область комплексной плоскости при наличии тектонической активности в соответствующем регионе. Точнее, более важным выводом является констатация самого факта, что в сейсмически опасном регионе тектоническая активность с высокой вероятностью влияет на распределение значений статистических функционалов на плоскости комплексной переменной.

Как следует из проведенных расчетов, для рассматриваемого района Дальнего Востока вероятность попадания значений $L(\pi - \tau)$ в область Ω можем полагать равной 25 %. Другими словами, это происходит на протяжении каждого четвертого цикла измерений указанной выше длительностью 4 (или иногда до 4,5) суток, то есть порядка 22–23 раза в год. Заметим, что в указанном Дальневосточном районе на протяжении календарного года в среднем происходит порядка 10–15 землетрясений магнитудой $M \geq 5,5$, если не учитывать повторные афтершоки, связанные с одним и тем же тектоническим событием и отстоящие по времени от него или друг от друга менее чем на 8 суток. Афтершоки представляют значительно меньшую опасность в плане внезапного тектонического удара, поскольку в период от момента первого из соответствующей серии землетрясений и до реализации последнего из афтершоков сейсмическая опасность является очевидной и достаточно легко регистрируемой существующими методиками, что позволяет реализовывать все возможные противосейсмические мероприятия при работе ГТС. Поэтому правомерно полагать, что в среднем на одно землетрясение приходится от полутора до двух попаданий значений $L(\pi - \tau)$ в область Ω .



С практической точки зрения наиболее существенным результатом является вывод о том, что в расчете на одно реально происходящее землетрясение, область подготовки которого теоретически может оказать влияние на состояние ионосферы в районе расположения ионозонда, имеет место попадание $L(\pi-\tau)$ в область Ω от полутора до двух раз. Это позволяет сформулировать алгоритм принятия решения о высокой вероятности сильного тектонического события в ближайшие несколько дней и о желательности реализации в это время противосейсмических мероприятий с целью снижения тектонического риска для ГТС.

3. Возможный алгоритм принятия решения о противосейсмическом изменении режима работы гидротехнических сооружений в сейсмоопасных регионах

Полученные выше результаты дают возможность сформулировать следующий алгоритм принятия решения об изменении режима работы ГТС в виде снижения уровня подпирающей воды с целью уменьшения присоединенной массы в период ожидаемого сильного землетрясения для минимизации сейсмологического риска:

Строится характеристическая функция $L(p)$ от регулярно, не менее нескольких десятков раз в сутки, измеряемой случайной величины, потенциально содержащей информацию о предвестниках землетрясения в соответствующем регионе.

Определяется среднее значение $\langle |L(\pi-\tau)| \rangle$ и задается определенная в [1], см. (12) область Ω плоскости комплексной переменной.

При последовательном попадании в период после очередного землетрясения с магнитудой не менее $M=5,5$ в эту область N значений $L(\pi-\tau)$ принимается решение о высокой вероятности землетрясения высокой магнитуды в ближайшее время, следствием чего становится рассмотрение вопроса о возможных мероприятиях по уменьшению риска сейсмического воздействия на гидротехническое сооружение.

Применительно к критической частоте ионосферы для рассмотренного дальневосточного региона радиусом 1000 километров с центром в точке расположения указанной выше ионосферной станции Петропавловск, с учетом проведенных выше в разделе 2 вычислений следует принять $N=2$. По достижении такого числа попаданий в область Ω вероятность сильного землетрясения в ближайшие дни становится соизмеримой с единицей. Для другого региона и (или) другой регулярно измеряемой физической величины, потенциально содержащей информацию о предвестниках землетрясения, значение N должно определяться самостоятельно по методике, аналогичной изложенной выше.

Выводы:

1. Эмпирически подтверждается предположение о различии статистики свойств аргумента значений характеристической функции, отвечающих измерениям критической частоты ионосферы в регионе с высокой сейсмической активностью (осуществляемым в течение спокойного отрезка времени, по истечении которого на протяжении не менее 8 суток также не наблюдалось крупных землетрясений) по сравнению с аналогичной по площади областью поверхности Земли в тектонически спокойной зоне.

2. Согласно проведенным в данной работе вычислениям, такое различие может быть интерпретировано как признак существования предтектонических состояний, сводящихся к проявлению начальных элементов процесса «финальной подготовки» сильного землетрясения в виде достаточно кратковременных и изолированных по времени импульсов сжатия земной коры в зоне подготовки предстоящего тектонического события. Укажем, что возникновение независимого с фоновым шумом процесса $x_2(t)$ и попадание значений случайной величины $L(\pi-\tau)$

в область Ω может быть связано и с другими сильными внешними воздействиями нетектонического характера либо просто со сбоями приемной аппаратуры. Однако, как следует из проведенных вычислений, статистика такого рода попаданий существенно меняется при прочих равных условиях, при переходе от сейсмически спокойного к тектонически активному региону.

3. Как следует из результатов численных расчетов, на каждое тектоническое событие диапазона $M \geq 5,5$ магнитуд в рассматриваемом дальневосточном регионе приходится в среднем от одного до двух попаданий значений характеристической функции (от близкого к π аргумента) в определенную выше «запретную область». (Есть основания полагать, что реальное число предтектонических состояний геофизической системы за период времени, в течение которого произошли указанных два попадания в область Ω , в рассматриваемом регионе существенно выше.)

4. Предложенный алгоритм принятия решения о реализации противосейсмических мероприятий на ГТС основан на полученной в данной статье оценке частоты попадания значения характеристической функции (от рассмотренного выше аргумента), отвечающей статистике измерений критической частоты ионосферы, в область, определяемую в [1] соотношением (12). При переходе к измерениям другой физической величины данная область комплексной плоскости остается той же самой. При этом число попаданий N в нее значения статистического функционала в период между двумя последовательными сильными землетрясениями, свидетельствующее о приближении следующего события высокой магнитуды, является своим для каждого измеряемого параметра.

5. Расчеты, проведенные в этой работе с использованием статистики критической частоты ионосферы, позволяют продемонстрировать эффективность предлагаемой методики. Вместе с тем для констатирования высокой вероятности сильного землетрясения, ожидаемого в ближайшее время, было бы предпочтительно также использовать статистику, основанную на вычислениях таких параметров, как выход радона, изменение наклонов земной поверхности, уровень глубинных акустических шумов и т. п., поскольку данные физические величины в силу самой своей природы позволяют значительно лучше, чем состояние ионосферы, локализовать координаты гипоцентра надвигающегося тектонического события и оценить его опасность именно для данного ГТС.

Подчеркнем, что полученные оценки и собственно гипотеза о существовании предтектонических состояний подлежат дальнейшей проверке, в том числе с использованием вычислений, подобных проведенным в настоящей работе, применительно к предвестникам различной физической природы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коган, Л. П. О возможных эксплуатационных мероприятиях по уменьшению сейсмических воздействий на гидротехнические сооружения / Л. П. Коган, В. Б. Штенберг, О. В. Подчицаева // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2018. – № 1. – С. 110–116.
2. Dobrovolsky I. P., Estimation of the size of earthquake preparation zone / I. P. Dobrovolsky, S. I. Zubkov, V. I. Myachkin // *PuRe and Applied Geophysics*. – 1979. – Vol. – 117. – P. 1025–1044.
3. Thermal, Atmospheric and ionospheric Anomalies Around the Time of the Colima M7.8 Earthquake of 21 January 2003 / S. A. Pulinet, D. Ouzounov, L. Cirao [et al.] // *Annales Geophysicae*. – 2006. – Vol. 24. – P. 835–849.



4. Единая концепция обнаружения признаков подготовки сильного землетрясения в комплексной системе Литосфера-Атмосфера-Ионосфера-Магнитосфера / С. А. Пулинец, Д. Узунов, А. В. Карелин [и др.] // Космонавтика и ракетостроение. – 2012. – № 3(68). – С. 135–146.

5. Коган, Л. П. Изменение статистических функционалов от критической частоты слоя F2 ионосферы перед сильными землетрясениями / Л. П. Коган // Геомагнетизм и аэронавигация. – 2015. – Т. 55, № 4. – С. 525–539.

KOGAN¹ Lev Petrovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of general physics and theoretical mechanics; SHTENBERG¹ Valeriya Borisovna, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of general physics and theoretical mechanics; PODCHISCHAEVA² Olga Vyacheslavovna, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of information technologies in the financial and credit sphere

**ABOUT THE DETERMINATION OF THE MOMENT TO START
IMPLEMENTING OPERATIONAL MEASURES TO REDUCE SEISMIC
EXPOSURE OF THE FORTHCOMING STRONG EARTHQUAKE ON
HYDROTECHNICAL STRUCTURES IN THE KAMCHATKA REGION
(BASED ON THE DATA OF MEASUREMENTS OF THE IONOSPHERE
CRITICAL FREQUENCY)**

¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., 603950, Nizhny Novgorod, Russia. Tel.: +7 (831) 430-55-02;
e-mail: L_kog@list.ru, k_ofm@nngasu.ru

²Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (National Research University)
23, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-55-02
Key words: hydraulic structures, operating mode, earthquakes, search for precursors.

Based on the approach proposed in [1], the article compares the distribution of the values of statistical functionals from the critical frequency of the ionosphere for the seismically-dangerous region of Kamchatka and the tectonically quiet region of South Africa. The obtained data permit identifying signs of the approaching tectonic event of high magnitude in the Kamchatka region, which makes it possible to make a decision on the seismic safety change in the operating mode of corresponding hydraulic structures.

REFERENCES

1. Kogan L. P., Shtenberg V. B., Podchischaeva O. V. O vozmozhnykh ekspluatatsionnykh meropriyatiyakh po umensheniyu vozdeystvii na gidrotekhnicheskie sooruzheniya [Possible operational activities for reducing seismic impacts on hydraulic structures]. Privolzhskiy nauchnyy zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2018. № 1. P. 110-116.

2. Dobrovolsky I. P., Zubkov S. I., Myachkin V. I. Estimation of the size of earthquake preparation zone. Pure and Applied Geophysics. 1979. Vol. 117. P. 1025–1044.

3. Pulinet S. A., Ouzounov D., Cirao1o L., et al. Thermal, atmospheric and ionospheric anomalies around the time of the Colima M7.8 earthquake of 21 January 2003. Annales Geophysicae. 2006. Vol. 24. P. 835–849.

4. Pulinet S. A., Ouzounov D., Karelin A.V., Boyarchuk K.A., Tertushnikov A.V., Yudin I. A. Edinaya kontseptsiya obnaruzheniya priznakov podgotovki silnogo zemletryaseniya



v kompleksnoy sisteme Litosphera-Atmosphera-Ionosphera-Magnitosphera [Unified concept of identifying signs of preparation of a strong earthquake in a complex system Litosphere-Atmosphere-Ionosphere-Magnitosphere]. Kosmonavtika i raketostroenie [Cosmonautics and Rocket Engineering]. 2012. № 3(68). P. 135–146.

5. Kogan L. P. Izmenenie statisticheskikh funktsionalov ot kriticheskoy chastoty sloya F2 ionosfery pered silnymi zemletryaseniymi [Change in statistical functionals of critical frequency of ionosphere prior to strong earthquakes]. Geomagnetizm i aeronomiya [Geomagnetism and Aeronomy]. 2015. Vol. 55. № 4. P. 525–539.

© Л. П. Коган, В. Б. Штенберг, О. В. Подчищасева, 2018

Получено: 10.04.2018 г.

УДК 551.435.162

С. В. СОБОЛЬ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой гидротехнических и транспортных сооружений; **Е. И. ЩЕЛАЧЕВ**, магистрант кафедры гидротехнических и транспортных сооружений

ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОВРАЖНО-БАЛОЧНОЙ СЕТИ НАГОРНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

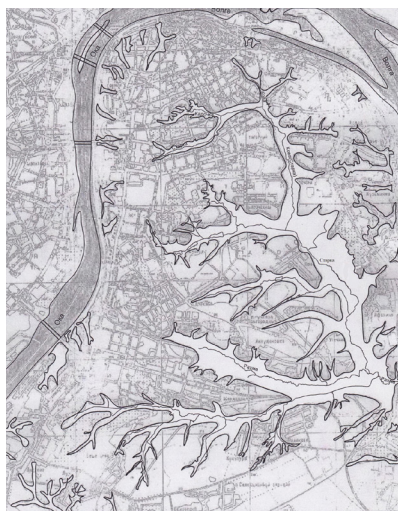
Тел.: (831) 430-42-89; эл. почта: gs@nngasu.ru

Ключевые слова: Нижний Новгород, овражно-балочная сеть, фрактальный анализ.

Показано, что в определенных условиях овражно-балочные сети можно считать фрактальными деревьями. Вычислена фрактальная размерность овражно-балочной сети нагорной части г. Нижнего Новгорода в составе исследований при градостроительном освоении территории.

Среди зарубежных публикаций по теме привлекает внимание работа о фрактальности эрозионной сети г. Рио-де-Жанейро в Бразилии [1]. В России публикации с анализом фрактальных структур эрозионно-расчлененного рельефа пока немногочисленны, если не сказать, единичны [2, 3], хотя, например, под городами на гористом правом берегу р. Волги именно такой рельеф.

Территория нагорной части г. Нижнего Новгорода, лежащая на правобережье при слиянии рек Волги и Оки (рисунок), изрезана оврагами и балками с постоянными и временными водотоками. Имена имеют живые малые реки: Рахма, Старка, Кова; многие овраги безымянны. Речная сеть является частью эрозионно-русловой (овражно-балочной) сети.



Карта-схема эрозионного расчленения территории нагорной части г. Нижнего Новгорода



В освоение территории нагорной части под городскую застройку вклиниваются элементы экологических изысканий водотоков [4], «оценка геологических рисков возникновения оползневых процессов» [5], районирование оврагов и балок «по степени продуваемости» [6], разработка «карты ценовой поверхности для оценки недвижимости» [7], актуальной в условиях рыночного общества. По опыту других городов [1, 3] определенный вклад в научный цикл должен внести результат фрактального анализа овражно-балочной сети.

Фундаментальные и естественно-научные основы фрактальной методологии заложены Б. Мандельбротом [8]. Он дал следующее определение: «фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому». То есть для фрактала центральным понятием является самоподобие (масштабная инвариантность). При этом природные фракталы отличаются неполнотой и неточностью повторения своей структуры при смене масштаба.

Эрозионно-руслые (овражно-балочные) сети фрактальны в рамках определения Б. Мандельброта, так как они самоподобны лишь в некотором смысле. Это самоподобие выражается в сохранении древовидного планового рисунка при масштабировании, хотя структура древовидности может быть разной при разной степени разрешения изображения. Главное условие фрактальности – не исчезающая сложность при увеличении масштаба – сохраняется для таких сетей вплоть до элементов длиной в несколько сантиметров (отдельных струек воды во время дождя). При дальнейшем увеличении масштаба сеть не усложняется и самоподобие пропадает [9]. Основной количественной характеристикой фрактального объекта является его фрактальная размерность D , которая чаще всего бывает дробной в отличие от топологической размерности d , которая всегда целочисленна. Для эрозионно-русловой сети $1 \leq D \leq 2$ [9, 10].

Применение фрактального анализа необходимо предполагает предварительное подтверждение самого факта фрактальности исследуемого объекта. Задолго до появления фрактальной парадигмы [8] Р. Хортоном было введено количественное описание упорядоченной сети водотоков [11]. Как оказалось, оно открывает возможность определения фрактальности сети [10].

По Р. Хортону представленные на топографическом плане водотоки, не имеющие притоков, определяются как водотоки первого порядка ($i = 1$). Когда два водотока первого порядка соединяются, они образуют водоток второго порядка ($i = 2$). Когда два водотока второго порядка соединяются, они образуют водоток третьего порядка ($i = 3$) и т. д. Кроме того, водотоки первого порядка ($i = 1$) могут вливаться в водотоки второго порядка ($i = 2$), третьего порядка ($i = 3$) и любые другие водотоки более высокого порядка. Аналогично водотоки второго порядка ($i = 2$) могут соединяться с водотоками третьего порядка ($i = 3$), четвертого порядка ($i = 4$) и т. д. Суммируя сформулированные правила можно констатировать, что, когда водоток порядка i_1 сольется с водотоком порядка i_2 , результирующий водоток будет иметь порядок

$$i = \max(i_1, i_2) + \delta(i_1, i_2), \quad (1)$$

где δ – символ Кронеккера. То есть порядок увеличивается только при слиянии двух равнозначных (одного порядка) водотоков. Таким образом, можно построить классификацию всей сети так, что главный водоток будет иметь наибольший порядок i_{\max} .

Р. Хортон определил бифуркационный коэффициент R_b и коэффициент упорядочения длин водотоков R_r как отношения:



$$R_b = \frac{N_i}{N_{i+1}}; R_r = \frac{r_{i+1}}{r_i}, \quad (2)$$

где N_i – число водотоков i -го порядка в сети; r_i – средняя длина водотока i -го порядка. Анализом реальных гидрологических данных было обнаружено приблизительное постоянство коэффициентов R_b и R_r и независимость их от порядка водотоков в любой сети. Эти эмпирические факты называют законами Хортон [10].

Используя итерационное определение фрактальной размерности

$$D = \frac{\ln(N_i/N_{i+1})}{\ln(r_{i+1}/r_i)} \quad (3)$$

и подставляя в него соотношения (2), получаем выражение для фрактальной размерности сети водотоков

$$D = \frac{\ln R_b}{\ln R_r}. \quad (4)$$

Другими словами, справедливость законов Хортон означает, что сеть водотоков является фрактальным деревом [10].

Наличие некоторой зависимости величины поверхностного стока от длины водотока может привести в задачу некий пространственный масштаб, который несовместим с самоподобием. Но этим обстоятельством допустимо пренебречь [12].

При исследовании овражно-балочной сети нагорной части г. Нижнего Новгорода мы абстрагировались от процесса ее развития и рассмотрели в современном установившемся состоянии, отраженном на карте-схеме (см. рисунок).

В сети всего учтено 172 постоянных и временных водотока фактической длиной от 35 м. Главный из них – р. Кова (Старка) длиной 7 340 м, порядка $i = 5$, левый приток р. Рахмы, впадающей за городской чертой в р. Волгу. Длина рек и оврагов измерялась по тальвегам на оцифрованной карте в системе автоматизированного проектирования AutoCAD с точностью до 1 м: при помощи команды «сплайн» на карте масштаба 1:40 000 был обведен контур овражно-балочной сети [6], полученный контур командой «масштаб» преобразован в масштаб 1:1000, командой «сплайн» проведены тальвеги, при помощи команды «list» получены длины. В таблице приведены данные о количестве водотоков разных порядков и об их длине. Коэффициенты R_b и R_r для водотоков смежных порядков имеют близкие значения, что указывает на справедливость законов Хортон (2) для данной сети.



**Параметры овражно-балочной сети нагорной части
г. Нижнего Новгорода**

Порядок оврага i	Количество оврагов N_i	Общая длина $\sum L_i$, м	Средняя длина r_i , м	Коэффициенты		Фрактальная размерность овражно- балочной сети D
				бифурка- ционный R_b	упоря- дочения длин оврагов R_r	
5	1	7 340	7 340	3,00	2,04	1,54
4	3	10 814	3 605			
3	10	17 134	1 713	3,33	2,10	1,62
2	36	26 657	740	3,60	2,31	1,53
1	122	45 334	372	3,39	1,99	1,77
вся сеть	172	106 279	618			1,62

Фрактальная размерность овражно-балочной сети нагорной части г. Нижнего Новгорода, определенная выражением (4), составила $D = 1,62$ (см. таблицу). Отклонения от среднего значения не превышают $\Delta D = 0,13$ (7,3 %) и для инженерной оценки не существенны.

В схожих с г. Нижний Новгород условиях рельефа правобережья р. Волги пребывает г. Саратов. Ученые Саратовского государственного университета [3] исследовали овражно-балочную сеть города в предположении, что она – обыкновенный плоский фрактал. При определении фрактальной размерности D использовали метод подсчета занятых ячеек [10], называемый также клеточным методом Е. Федера [12]. Для разных ландшафтных районов города получили значения D в диапазоне от 1,54 до 1,71. Если судить по фрактальным размерностям овражно-балочных сетей, города Саратов ($D = 1,54-1,71$) и Нижний Новгород ($D = 1,62$) – близнецы-братья. Однако сама по себе фрактальная размерность не дает исчерпывающего количественного представления о структуре самоподобного объекта: множества с одинаковой фрактальной размерностью могут иметь различную структуру, что и проявляется в различиях плановых конфигураций овражно-балочного рельефа.

При градостроительном освоении территорий следует иметь в виду, что природный рельеф представляет собой устойчивую систему, а его антропогенные изменения неизбежно отражаются на экологической безопасности проживания населения и состоянии инженерных сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lopes, C. O. Fractalidade da estrutura de drenagem do município do Rio de Janeiro / C. O. Lopes, G. A. Paula, A. C. Vieira // Revista Universidade Rural, Série Ciências Exatas da Terra, 2002. – Vol. 21. – № 2. – P. 23.
2. Пузаченко, Ю. Г. Приложение теории фракталов к изучению структуры ландшафта / Ю. Г. Пузаченко // Известия РАН. Серия географическая. – 1997. – № 2. – С. 24–40.
3. Иванов, А. В. Определение фрактальной размерности овражно-балочной сети города Саратова / А. В. Иванов, А. А. Короновский, И. М. Минюхин, И. А. Яшков // Известия вузов. Серия «Прикладная нелинейная динамика». – 2006. – Т. 14, № 2. – С. 24–40.
4. Гелашвили, Д. Б. Экология Нижнего Новгорода / Д. Б. Гелашвили, Е. В. Копосов, Л. А. Лаптев; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2008. – 530 с.



5. Горева, А. Э. Математико-картографические методы оценки геоэкологических рисков в градостроительстве / А. Э. Горева, Е. К. Никольский // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2017. – № 3. – С. 85–90.
6. Казнов, С. Д. Экологические аспекты освоения городских оврагов и балок / С. Д. Казнов, С. С. Казнов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 2. – С. 129–132.
7. Гаврилов, А. П. Методические подходы к формированию зон однородности и построению ценовых поверхностей в задаче массовой оценки недвижимости / А. П. Гаврилов // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2011. – № 3. – С. 184–189.
8. Mandelbrot, B. B. Fractals: form, chance and dimension/ B.B. Mandelbrot. – San-Francisco : Freeman, 1977. – 365 p.
9. Сидорчук, А. Ю. Фрактальная геометрия речных сетей / А. Ю. Сидорчук // Геоморфология. – 2014. – № 1. – С. 3–14.
10. Иудин, Д. И. Фракталы: от простого к сложному / Д. И. Иудин, Е. В. Копосов ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2012. – 182 с.
11. Horton, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology / R. E. Horton // Geol. Sos. Am. Bull. – 1945. – № 56. – P. 275–370.
12. Федер, Е. Фракталы : пер. с англ. / Е. Федер. – Москва : Мир, 1991. – 254 с.

SOBOL Stanislav Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of hydraulic and transport structures; SCHELACHEV Egor Igorevich, undergraduate student of the chair of hydraulic and transport structures

FRACTAL ANALYSIS OF A RAVINE NETWORK OF THE MOUNTAINOUS PART OF THE CITY OF NIZHNY NOVGOROD

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia.
Tel.: +7 (831) 430-42-89; e-mail: gs@nngasu.ru
Key words: Nizhny Novgorod, ravine network, fractal analysis.

The article shows that in certain conditions ravine networks can be considered fractal trees. A fractal dimension of the ravine network of the mountainous part of the city of Nizhny Novgorod is computed as part of the researches conducted for urban development of the territory.

REFERENCES

1. Lopes, C. O. Fractalidade da estrutura de drenagem do municipio do Rio de Janeiro. C. O. Lopes, G. A. Paula, A. C. Vieira. Revista Universidade Rusal, Serie Ciencias Exatas da Terra, 2002. Vol. 21. № 2. P. 23.
2. Puzachenko Yu. G. Prilozhenie teorii fraktalov k izucheniyu struktury landshafta [Application of fractal theory to the study of landscape structure]. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Ser. Geogr.], 1997. № 2. P. 24–40.
3. Ivanov, A. V., Koronovsky A. A., Minyukhin I. M., Yashkov I. A. Opredelenie fraktalnoy razmernosti ovrazhno-balochnoy seti goroda Saratova [Determination of the fractal dimension of the ravine network of the city of Saratov]. Izvestiya vuzov. Seriya Prikladnaya nelineynaya dinamika [Proceedings of Higher Educational Institutions: Applied Nonlinear Dynamics], 2006. Vol. 14. № 2. P. 24–40.
4. Gelashvili D. B., Kuposov E. V., Laptev L. A. Ekologiya Nizhnego Novgoroda [Ecology of Nizhny Novgorod]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2008. 530 p.



5. Goreva A. E., Nikolsky E. K. Matematiko-kartograficheskie metody otsenki geoeekologicheskikh riskov v gradostroitelstve [Mathematical-cartographic methods of assessing geoeological risks of urban development]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2017. № 3. P. 85–90.
6. Kaznov S. D., Kaznov S. S. Ekologicheskie aspekty osvoeniya gorodskikh ovragov i balok [Ecological aspects of development of urban ravines and gullies]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2016. № 2. P. 129–132.
7. Gavrilov A. P. Metodicheskie podkhody k formirovaniyu zon odnorodnosti i postroeniyu tsenovykh poverkhnostey v zadache massovoy otsenki nedvizhimosti [Methodical approaches to the formation of homogeneity areas and construction of price surfaces in the problem of mass valuation of real estate]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2011. № 3. P. 184–189.
8. Mandelbrot B. B. Fractals: form, chance and dimension. San-Francisco: Freeman, 1977. 365 p.
9. Sidorchuk A. Yu. Fraktalnaya geometriya rechnykh setey [Fractal geometry of river networks]. Geomorfologiya [Geomorphology], 2014. №.1. P. 3–14.
10. Iudin D. I., Kuposov E. V. Fraktaly: ot prostogo k slozhnomu [Fractals: from simple to complex]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2012. 182 p.
11. Horton R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol. Sos. Am. Bull., 1945. № 56. P. 275–370.
12. Feder E. Fraktaly [Fractals]. Per. s angl. Moscow. Mir, 1991. – 254 p.

© С. В. Соболев, Е. И. Щелачев, 2018

Получено: 10.04.2018 г.

УДК 699.87

В. Т. ЕРОФЕЕВ¹, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф., декан архитектурно-строительного факультета; **А. А. ЯМАШКИН¹**, д-р геогр. наук, проф., декан географического факультета; **В. Ф. СМЕРНОВ²**, д-р биол. наук, проф. кафедры биохимии и физиологии растений; **Д. А. СВЕТЛОВ³**, ген. директор, канд. техн. наук, доц.; **М. В. ВИЛЬДЯЕВА¹**, канд. мед. наук, зам. директора по науч. работе; **С. А. ЯМАШКИН¹**, канд. техн. наук, ст. преп. кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления

БИОДЕСТРУКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»

Россия, 430005, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68. Тел.: (927) 182-17-16; эл. почта: yamashkinsa@mail.ru

²ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»

Россия, 603950, г. Н. Новгород, пр. Гагарина, д. 23. Тел.: (831) 462-32-02

³ООО «Софт Протектор»

Россия, 195030, г. Санкт-Петербург, ул. Химиков, д. 28.

Ключевые слова: биодegradация, эколого-социально-производственные системы, жилищное строительство, биохимические процессы.



Рассматривается актуальная проблема процессов биодegradации в эколого-социально-техногенных системах жилой застройки. Детально изучено взаимодействие экологических, эколого-технологических и социальных подсистем в условиях биологического воздействия. Данные исследования показывают, что более 40 % общего количества биодеструктивных процессов обусловлены активностью бактерий и грибов, подчеркивается необходимость проведения мер по противодействию биоразрушению строительных материалов и конструкций.

Природно-техногенная среда в условиях индустриального и постиндустриального, а также возможного постэкономического развития приобрела и продолжает приобретать характеристики (признаки и свойства), оправдывающие именование ее средой риска [1, 2]. Анализ и оценка взаимосвязи экологических, социальных и техногенных систем в жилой застройке предусматривают определение их роли в формировании здоровой окружающей среды.

Природная система, состоящая из взаимообусловленных компонентов, принадлежащих литосфере, гидросфере, атмосфере и биосфере, функционирующая и развивающаяся во времени как единое целое, оказывает значительное и многоплановое влияние на инженерные сооружения. Деструкционные воздействия в значительной мере зависят от климата [3, 4]. Так, в физической (механической) деструкции строительных материалов главную роль играют колебания температуры, замерзание воды в трещинах, рост кристаллов и жизнедеятельность микроорганизмов. Более сложные химические деструктивные процессы не только разрушают, но и изменяют состав строительных материалов [5, 6]. Главными агентами выступают: вода; кислоты как минеральные, так и органические; щелочи; растворенные в воде соли и воздух. Основные процессы химического разрушения строительных материалов – гидролиз, растворение, катионный обмен, реакции окисления и восстановления (табл. 1).

Таблица 1

**Природные деструкционные процессы
в эколого-социально-техногенных системах жилой застройки**

Тип деструкционного процесса	Факторы развития	Физические, химические и биологические деструкционные процессы
Физическая деструкция	изменения температуры	эксфолиация – процесс разлистования строительных материалов
	процессы перекристаллизации	морозное дробление (геливация); солевое дробление – рост кристаллов соли из растворов; химическая перестройка кристаллов – гидратация, дегидратация, оксидация и т. д.
	разбухание	абсорбция воды строительными материалами, приводящая к изменению ее объема
Химическая деструкция	изменение строительных материалов	гидролиз, растворение, катионный обмен, реакции окисления и восстановления
Биологическая деструкция	жизнедеятельность растений и животных	механическое раздробление и биогеохимическое изменение



Особо следует выделить роль живых организмов, которые выполняют такие геохимические функции как:

- а) селективно поглощают из окружающей среды химические элементы и накапливает их внутри себя; эта функция становится весьма опасной в городской среде, где организмы могут аккумулировать вещества, вредные для людей (тяжелые металлы, радиоактивные вещества);
- б) осуществляют перенос химических элементов, увеличивая тем самым их подвижность;
- в) регулируют газовый состав атмосферы.

Кроме того, микроорганизмы влияют на реакции окисления и восстановления; разложение органических соединений в присутствии кислорода (реакция сопровождается образованием воды, углекислоты и азота); разложение органического вещества без доступа кислорода с образованием сероводорода, метана и водорода [7]. В оптимальной экосистеме совокупности всех ее подсистем присуща определенная гибкость (то есть способность принараиваться к происходящим изменениям).

Общие закономерности развития процессов деструкции подчинены законам широтной географической зональности (табл. 2).

Таблица 2

**Общие закономерности пространственной организации
физико-географических условий и деструкционных процессов**

Широтная геосистема	Темпера- тура самого теплого месяца, °С	Темпера- тура само- го холодно- го месяца, °С	Коли- чество осадков, мм	Кoeffи- циент стока, %; водный режим	Преобладающая деструкция
Арктическая пустыня	5	–14... +5	75–500	мерзлота	физическая
Тундра	5–13	–5... –35	200–750	75–90 мерзлота	физическая
Тайга	13–19	–10...–40	400–600	65	физическая, химическая, био- логическая
Смешанные и лиственные леса	16–21	–12...+5	500–1 500	30	физическая, химическая био- логическая
Лесостепь	18–25	–5...–20	400–1 000	17	физическая, хи- мическая
Степь	20–23	0...–20	140–550	8	физическая
Полупустыня	22–25	–16...–4	150–400	4	физическая
Пустыня уме- ренного пояса	22–32	0...– 15	75–250	эпизоди- ческий сток	физическая

На строительные конструкции, здания и сооружения, как правило, воздействует комплекс неблагоприятных факторов [8]. Сложность изучения этих процессов обусловлена тем, что механизмы химической, физической и биологической деструкции, во-первых, могут быть инициированы во всех средах (в воздушной, водной, почвенной, литологической); во-вторых, способны переходить из



одной среды в другую; в-третьих, могут проявляться как последовательно, так и одновременно в любых сочетаниях, обуславливая развитие коррозионных процессов. При этом коррозия одной категории, изменяя свойства и признаки материала, способствует развитию коррозии другой категории [9]. Предотвращение разрушения зданий, сооружений и инженерных сетей в результате коррозии – одно из важных требований, реализация которых необходима для достижения экологического комфорта [1, 9].

Разрушению строительных, отделочных и любых иных естественных и искусственно созданных материалов микро- и макроорганизмами (представителями различных систематических групп) могут быть подвержены здания, сооружения и инженерные сети различного предназначения. Микроорганизмы постоянно обитают в местах пребывания человека, используя органические и неорганические соединения, входящие в состав всего созданного им как питательный субстрат и среду обитания [8]. Многие микроорганизмы быстро размножаются в подходящих условиях и поэтому способны массово контаминировать живую или неживую среду. В первом случае это патогенные или условно-патогенные виды, во втором – сапротрофные виды, или сапробы. Химическая, физическая и биологическая коррозия и их сочетания – причина не только ухудшения состояния, разрушения зданий, сооружений и инженерных сетей, но и потенциальная причина заболеваемости и осложнения гереотрических проявлений у человека.

В зависимости от вариантов взаимодействия можно выделить несколько групп влияний сооружений на человека. Одна группа характеризуется сочетанием сырости с периодическим снижением температуры. При нахождении в таких неблагоприятных условиях у людей возможно развитие так называемых простудных заболеваний, в том числе острых тонзиллитов, пневмоний, вирусных инфекций, не исключены обострения туберкулеза, ревматизма, хронического бронхита, воспалительных заболеваний суставов, что особенно нежелательно для детей, людей преклонного возраста и лиц, страдающих хроническими заболеваниями, сопровождающимися снижением иммунитета [10]. Специальными исследованиями установлено, что в помещениях с признаками биоповреждений воздух загрязняется не только живыми клетками грибов, способными вызывать заболевания, но и токсинами, освобождающимися в результате их гибели.

Другая группа неблагоприятного влияния биоповреждений на людей заключается в свойствах самих микроорганизмов – не просто воздействовать на организм человека, а взаимодействовать с ним [11, 12]. В частности, некоторые виды грибов, развивающиеся в толще и на поверхности строительных материалов, не являясь по своей природе болезнетворными, могут в организме человека приобретать паразитарные свойства и вызывать инфекционные поражения – микозы, а у людей, подверженных аллергическим реакциям, – микогенные аллергии в виде аллергического насморка, астматического бронхита, бронхиальной астмы, крапивницы и других.

Согласно мировому опыту, до 60 % микробов-биодеструкторов потенциально опасны для человека [13]. Из них первое место принадлежит повсеместно распространенным микромицетам. Грибковые болезни внутренних органов еще мало изучены, вместе с тем именно они занимают все большее место в структуре заболеваемости людей, обусловленной влиянием биоповреждений зданий. От проникновения спор грибов в помещения не спасают ни вентиляция, ни кондиционирование воздуха. Более того, в вентиляционных системах и влагосборниках кондиционеров могут образовываться колонии плесневых грибов,



с поверхности которых воздух, содержащий их споры, попадает в места нахождения людей. Особенно это опасно для лечебных учреждений, так как здания больниц вследствие особенностей их конструкции и применяющихся при строительстве или ремонте материалов могут оказаться аккумуляторами биодеструкторов, прямо или косвенно влияющих на здоровье пациентов.

В отличие от патогенных микроорганизмов, непатогенные могут быть причиной развития заболевания у человека только в силу их существования, потому что возникшая патология может быть результатом не только инфекционного, но и токсического воздействия микробных метаболитов или сенсибилизации иммунной системы антигенными материалами грибов [14, 15]. Для этого им не нужно обладать патогенными свойствами, достаточно того, что они генетически чужеродны для организма человека. Такое представление расширяет ожидаемую вероятность усиления неблагоприятного влияния биодеструкторов на здоровье человека.

Плесневые грибы могут повреждать практически все ткани человека, но чаще всего поражаются легкие. В лечебных учреждениях России периодически регистрируются спорадические и массовые заболевания острым аспергиллезом легких. Смертность при этом заболевании в группах высокого риска достигает 80 % и более [16]. Как правило, прижизненно диагностируется пневмония. Окончательный диагноз – острый аспергиллез ставится посмертно. Обычно лишь после подобной трагедии осуществляется эпидемиологическое обследование условий содержания пациентов для выявления не только состояния воздуха в больничных помещениях, но и источника его загрязнения. Капитальный ремонт с устранением выявленного источника заражения помогает предотвратить грибковые осложнения у больных, для которых они являются смертельными [17, 18].

Развитию микогенной аллергии подвержены все больные в условиях высокой насыщенности воздуха помещений конидиями грибов [19]. Формированию тяжелых форм инвазивного грибкового поражения у перечисленных выше больных способствуют применение антибиотиков широкого спектра действия, полное парентеральное питание, использование постоянных интравенозных катетеров и искусственное подавление иммунитета глюкокортикостероидами и цитостатиками.

Выводы:

1. Биоразрушение зданий жилого и общественного назначения вызывает снижение уровня здоровья людей, происходит потеря их трудоспособности за счет ухудшения городской среды обитания. Микробы, содержащиеся в строительных конструкциях, в отделочных и защитных материалах, могут оседать на коже, попадать через легкие в кровь, а также с пищей в организм человека. Контаминация зданий микробами-биодеструкторами может быть изначально не допущена, а при возникновении устранена известными и сравнительно простыми приемами, входящими в категорию санитарно-гигиенических требований к содержанию помещений. Из этого положения вытекает вывод о том, что в совокупность требований к эксплуатации зданий должен быть включен мониторинг степени микробного загрязнения воздуха, поверхностей помещений и путей циркуляции воздуха, особенно систем вентиляции и кондиционирования.

2. Учитывая значительный ущерб, наносимый зданиям и сооружениям биологическими разрушениями, несущими угрозу здоровью и жизни людей, необходимо приступить к разработке программы противодействия



биоразрушению строительных материалов и конструкций, развернуть подготовку квалифицированных специалистов, способных отслеживать биохимические процессы в строительстве и обеспечивать должную защиту и безопасность зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние эксплуатационной среды на биостойкость строительных композитов / В. Т. Ерофеев, А. Д. Богатов, С. Н. Богатова [и др.] // Инженерно-строительный журнал. – 2012. – № 7 (33). – С. 23–31.
2. Железобетонные изделия и конструкции : науч.-техн. справочник / под. ред. Ю. В. Пухarenко, Ю. М. Баженова, В. Т. Ерофеева. – Санкт-Петербург : Проффессионал, 2013. – 1048 с.
3. Райс, Р. Х. Биологические эффекты токсических соединений : курс лекций / Р. Х. Райс, Л. Ф. Гуляева. – Новосибирск : Изд-во Новосиб. гос. ун-та, 2003. – 208 с.
4. Слепян, Э. И. Архитектура и строительство в начале XXI века – экологические требования и ограничения // Архитектура. Строительство. Экология : сб. ст. / под ред. Э. И. Слепьяна и В. Регена. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 7–120.
5. Биологическое сопротивление материалов / В. И. Соломатов, В. Т. Ерофеев, В. Ф. Смирнов [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2001. – 196 с.
6. Федотов, А. Е. Чистые помещения / А. Е. Федотов. – Москва : АСИНКОМ, 2004. – 576 с.
7. Экологические и микробиологические исследования биоповреждений гражданских объектов и памятников архитектуры / Б. Н. Огарков, Н. Е. Буковская, Г. Р. Огаркова, Л. В. Самусенко // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2010. – № 4. – С. 334–338.
8. Климко, Н. Н. Микозы: диагностика и лечение. Руководство для врачей / Н. Н. Климко. – Москва : Ви Джи Групп, 2007. – 336 с.
9. Bioresistant building composites on the basis of glass wastes / V. T. Erofeev, A. D. Bogatov, S. N. Bogatova [et al.] // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2015. – Vol. 12, № 1. – P. 661–669.
10. Бажанова, М. Е. Стойкость трубопроводных материалов в условиях воздействия почвенных микроорганизмов / М. Е. Бажанова, В. Т. Ерофеев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2012. – № 1. – С. 31–33.
11. Биоповреждения больничных зданий и их влияние на здоровье человека / под ред. А. П. Щербо и В. Б. Антонова. – Санкт-Петербург : МАПО, 2008. – 232 с.
12. Обрастание и биоповреждения. Экологические проблемы : сб. науч. тр. – Москва : Наука, 1992. – 252 с.
13. Гродзинский, Д. М. Надежность строительных систем / Д. М. Гродзинский. – Киев : Наук. думка, 1983. – 367 с.
14. Биостойкие строительные композиты на основе отходов стекла / В. Т. Ерофеев, А. Д. Богатов, В. Ф. Смирнов [и др.] // Сборник трудов Международной научно-технической конференции им. Леонардо да Винчи. – Берлин, 2013. – Т. 1. – С. 83–97.
15. Митрофанов, В. С. Плесени в доме : обзор / В. С. Митрофанов, Я. И. Козлова // Проблемы медицинской микологии. – 2004. – Т. 6, № 2. – С. 10–18.
16. Бобрышев, А. Н. Физика и синергетика дисперсно-неупорядоченных конденсированных композитных систем / А. Н. Бобрышев, В. Т. Ерофеев, В. Н. Козомазов. – Санкт-Петербург : Наука, 2012. – 476 с.
17. Лечение бронхолегочного аспергиллеза с аллергическими проявлениями / В. Б. Антонов, В. С. Митрофанов, А. В. Соболев, Н. Д. Яробкова // Терапевтический архив. – 1994. – Т. 66, № 3. – С. 61–63.
18. Микробиологическое разрушение материалов : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 270100 «Строительство» / В. Т. Ерофеев, В. Ф. Смирнов,



Е. А. Морозов [и др.] ; под общ. ред. В. Т. Ерофеева и В. Ф. Смирнова. – Москва : АСБ, 2008. – 128 с.

19. Dales, R. E. Testing the association between residential fungus and health using ergosterol measures and cough recordings / R. E. Dales, D. Miller, J. White // *Mycopathologia*. – 1999. – Vol. 147, № 1. – P. 21–27.

EROFEEV Vladimir Trofimovich¹, academician of doctor of technical sciences, professor, dean of the faculty of architecture and construction; YAMASHKIN Anatoliy Aleksandrovich¹, doctor of geographical sciences, professor, dean of the faculty of geography; SMIRNOV Vasilii Filippovich², doctor of biological sciences, professor of the chair of biochemistry and plants physiology; SVETLOV Dmitriy Anatolevich³, general director, candidate of technical sciences, associate professor; VILDYAEVA Marina Vladimirovna¹, candidate of medical sciences, deputy director for research; YAMASHKIN Stanislav Anatolevich¹, candidate of technical sciences, senior teacher of the chair of automated systems of information processing and control

BIODESTRUCTIVE PROCESSES IN ECOLOGICAL-SOCIAL AND PRODUCTION SYSTEMS OF HOUSING CONSTRUCTION

¹National Research Ogaryov Mordovian State University

68, Bolshevistskaya St., Saransk, 430005, Russia. Tel.: +7 (927) 182-17-16; e-mail: yamashkinsa@mail.ru

²National Research Lobachevsky Nizhny Novgorod State University

23, Gagarin Ave., Nizhny Novgorod, 603000, Russia. Tel.: +7 (831) 462-32-02

³JSC Soft Protektor

28, Khimikov St., Saint-Petersburg, 195030, Russia

Key words: biodegradation, ecological-socio-technogenic systems, residential development, biochemical processes.

The paper raises an actual problem of biodegradation processes in ecological-socio-technogenic systems of residential development. The interaction of ecological, ecological-technological and social subsystems under conditions of bioremediation was studied in detail. Research data indicate that more than 40% of the total amount of biodeterioration is due to the activity of bacteria and fungi. The article emphasizes that it is necessary to start developing a program to counteract the biodestruction of building materials and structures.

REFERENCES

1. Erofeev V. T., Bogatov A. D., Bogatova S. N., et al. Vliyanie ekspluatatsionnoy sredy na biostoykost stroitelnykh kompozitov [Influence of the operational environment on the biostability of building composites]. *Inzhenerno-stroitelny zhurnal* [Magazine of Civil Engineering]. 2012. № 7 (33). P. 23–31.

2. Zhelezobetonnye izdeliya i konstruksii [Reinforced concrete products and structures]: nauch.-tekhn. spravochnik pod. red. Yu. V. Pukharenko, Yu. M. Bazhenov, V. T. Erofeev. Saint-Petersburg. Professional, 2013. 1048 p.

3. Rays R. Kh., Gulyaeva L. F. Biologicheskie efekty toksicheskikh soedineniy: kurs lektsiy [Biological effects of toxic compounds: a course of lectures]. Novosibirsk : Izd-vo Novosib. gos. un-ta, 2003. 208 p.

4. Slepian E. I. Arkhitektura i stroitelstvo v nachale XXI veka – ekologicheskie trebovaniya i ogranicheniya [Architecture and construction at the beginning of the XXI century – environmental requirements and limitations]. *Arkhitektura. Stroitelstvo. Ekologiya* [Architecture. Building.



Ecology], sb. st. pod red. E. I. Slepyan i V. Regena. Saint-Petersburg, 2006. P. 7–120.

5. Solomatin V. I., Erofeev V. T., Smirnov V. F., et al. Biologicheskoe soprotivlenie materialov [Biological resistance of materials]. Saransk, Izd-vo Mordov. un-ta. 2001. 196 p.

6. Fedotov A. E. Chistye pomescheniya [Clean rooms]. Moscow, ASINKOM, 2004. 576 p.

7. Ogarkov B. N., Bukovskaya N. E., Ogarkova G. R., Samusenok L. V. Ekologicheskie i mikrobiologicheskie issledovaniya biopovrezhdeniy grazhdanskikh obektov i pamyatnikov arkhitektury [Ecological and microbiological studies of biodeterioration of civil objects and architectural monuments]. Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii [Izvestiya of Irkutsk State Economic Academy]. 2010. № 4. P. 334–338.

8. Klimko N. N. Mikozy: diagnostika i lechenie. [Mycoses: diagnosis and treatment]. Rukovodstvo dlya vrachev. Moscow, Vi Dzhi Grupp, 2007. 336 p.

9. Erofeev V. T., Bogatov A. D., Bogatova S. N., et al. Bioresistant building composites on the basis of glass wastes. Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12, № 1. P. 661–669.

10. Bazhanova M. E., Erofeev V. T. Stoykost truboprovodnykh materialov v usloviyakh vozdeystviya pochvennykh mikroorganizmov [Resistance of pipeline materials under conditions of soil microorganisms]. Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. Shukhova [Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov]. 2012. № 1. P. 31–33.

11. Biopovrezhdeniya bolnichnykh zdaniy i ikh vliyanie na zdorove cheloveka [Biological damage to hospital buildings and its impact on human health]. Pod red. A. P. Scherbo i V. B. Antonov. Saint-Petersburg. MAPO. 2008. 232 p.

12. Obrastanie i biopovrezhdeniya. Ekologicheskie problemy [Fouling and biodeterioration. Ecological problems] : sb. nauch. tr. Moscow, Nauka, 1992. 252 p.

13. Grodzinskiy D. M. Nadyozhnost stroitelnykh sistem [Reliability of building systems]. Kiev : Nauk.dumka, 1983. 367 p.

14. Erofeev V. T., Bogatov A. D., Smirnov V. F., et al. Biostoykie stroitelnye kompozity na osnove otkhodov stekla [Biostable building composites based on waste glass]. Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii im. Leonardo da Vinchi [Proceedings of the International Scientific and Technical Conference. Leonardo da Vinci]. Berlin, 2013. Vol. 1. P. 83–97.

15. Mitrofanov V. S., Kozlova Ya. I. Pleseni v dome [Molds in the house], (obzor). Problemy meditsinskoy mikologii [Problems of medical mycology]. 2004. Vol. 6, № 2. P. 10–18.

16. Bobryshev A. N., Erofeev V. T., Kozomazov V. N. Fizika i sinergetika dispersno-neuporyadochennykh kondensirovannykh kompozitnykh sistem [Physics and synergetics of dispersed disordered condensed composite systems]. Saint-Petersburg. Nauka, 2012. 476 p.

17. Antonov V. B., Mitrofanov V. S., Sobolev A. V., Yarobkova N. D. Lechenie bronkholyogochного aspergilleza s allergicheskimi proyavleniyami [Treatment of bronchopulmonary aspergillosis with allergic manifestations]. Terapevticheskiy Arkhiv [Therapeutic Archive]. 1994. Vol. 66, № 3. P. 61–63.

18. Erofeev V. T., Smirnov V. F., Morozov E. A., et al. Mikrobiologicheskoe razrushenie materialov [Microbiological destruction of materials]: ucheb. posobie dlya studentov, obuchayushchikhsya po napravleniyu 270100 “Stroitelstvo”, pod obsch. red. V. T. Erofeev i V. F. Smirnov. Moscow, ASV, 2008. 128 p.

19. Dales R. E., Miller D., White J. Testing the association between residential fungus and health using ergosterol measures and cough recordings. Mycopathologia. 1999. Vol. 147, № 1. P. 21–27.

© В. Т. Ерофеев, А. А. Ямашкин, В. Ф. Смирнов, Д. А. Светлов, М. В. Вильдяева, С. А. Ямашкин, 2018

Получено: 17.02.2018 г.

УДК 72

М. В. ДУЦЕВ, д-р арх., зав. кафедрой дизайна архитектурной среды, проф. кафедры архитектурного проектирования, ведущий научный сотрудник отдела проблем теории архитектуры НИИ теории и истории архитектуры и градостроительства

**АРХИТЕКТУРНАЯ ВСТРЕЧА В ИТАЛИИ:
ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ИСТОРИЧЕСКОЙ СРЕДЕ.
ПРЕПОДАВАТЕЛИ И СТУДЕНТЫ ННГАСУ
В МИЛАНСКОЙ ПОЛИТЕХНИКЕ**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83,
e-mail: nn2222@bk.ru

Ключевые слова: ННГАСУ, Миланская Политехника, Милан, Нижегородская Стрелка, выставка архитектурных проектов, конференция, реставрация, реконструкция.

Статья посвящена развитию двустороннего сотрудничества между ННГАСУ и Миланской Политехникой в области образовательной, научной и проектной деятельности. Рассказывается о поездке преподавателей, магистрантов и студентов направлений Архитектура и Дизайн архитектурной среды ННГАСУ в Милан. В ходе визита состоялось открытие совместной выставки архитектурных проектов, посвященных Нижегородской Стрелке и сохранению ценного исторического наследия (музей Триеннале), была проведена научно-практическая конференция по проблемам реставрации, реконструкции и энергосбережения, а также организована важная встреча с официальными представителями Политехники о путях дальнейшего взаимодействия наших вузов. Члены делегации получили возможность знакомства с проектными лабораториями и современными архитектурными объектами. Анализируются некоторые теоретические аспекты сосуществования новейшей архитектуры и исторической городской среды. Статья сопровождается авторскими фотографиями.

В конце марта – начале апреля 2018 г. (26.03 – 02.04.2018) состоялась рабочая поездка делегации из ННГАСУ в один из ведущих архитектурно-строительных вузов мира – Политехнику в Милане (Politecnico di Milano) [1], Италия (рис. 1 цв. вклейки). Политехника занимает 9-е место из 100 в мировом рейтинге профильных вузов и 5-е место в Европе. Основной целью визита стало открытие совместной выставки архитектурных проектов, посвященных вопросам реконструкции и реставрации ценного историко-архитектурного наследия, в частности реновации территории Нижегородской Стрелки, а также проведение научной конференции по данной проблематике. В выставке приняли участие около 10 проектов из Милана и 16 проектов из Нижнего Новгорода (реальные и курсовые), выполненные профессорами и студентами ННГАСУ. Одним из ключевых экспонатов стал конкурсный проект реконструкции территории Стрелки, разработанный международной командой из Политехники и ННГАСУ в рамках фестиваля Экоберег-2017. Выставка открылась в одном из значимых центров современного искусства Европы – в Музее Триеннале [2] (рис. 2 цв. вклейки). Итальянской стороной было предложено символическое название выставки «Стрелка» как образ профессиональной встречи и плодотворного сотрудничества



двух вузов (рис. 3 цв. вклейки).

Экспозиция ННГАСУ представила широкий спектр научно-практических разработок: обследование состояния металлических пакгаузов на Стрелке (рук. А. А. Лапшин); проекты реставрации Кремля, особняка Бурмистровой (Литературный музей им. М. Горького), особняка Каменской Архитектурной мастерской ННГАСУ; конкурсные проекты Стрелки АМ ННГАСУ (рис. 4 цв. вклейки) и профессоров кафедры архитектурного проектирования практикующих архитекторов Ю. Н. Карцева, В. М. Парфенова, А. Б. Дехтяра, С. В. Норенкова; конкурсный проект студентов ДАС «Живая Стрелка» (рис. 5 цв. вклейки), студенческие концепции и проектные предложения парка и музея науки и техники на Стрелке. В состав делегации вошли преподаватели кафедр Архитектурного проектирования и Дизайна архитектурной среды ННГАСУ: А. Л. Гельфонд, М. В. Дуцев, И. С. Сакович, А. В. Гребенников; магистранты: А. Аблесимов, К. Фильченков, А. Сидорова; студенты 5-го курса направления подготовки ДАС: А. Макалова, П. Вохлачев, а также выпускники вуза: М. Андреева и Н. Манукян, принимавшие участие в представленных проектах.

Презентация выставки состоялась 27 марта в конференц-зале музея Триеннале [3]. 28 марта в новом зале им. Клаудио де Альбертис (конгресс-центр местного профессионального сообщества) прошла научно-практическая конференция [4], ставшая площадкой для обмена опытом по разным аспектам проектирования в условиях ценной историко-культурной среды, энергосбережения и междисциплинарного взаимодействия. Кратко остановимся на тематике и содержании докладов.

А. Гельфонд посвятила выступление «Стрелка: Функциональный потенциал места» актуальной проблеме – путям организации общественного пространства на территории Стрелки на слиянии Волги и Оки в Нижнем Новгороде. Автор познакомил слушателей с непростой историей и этапами эволюции, раскрыв высокий функциональный потенциал этого знакового места [5]. М. Дуцев в сообщении «Нижний Новгород. Между образом и реальностью» продолжил разговор об идентичности родного города, его нерукотворном и созданном человеком наследии, в котором особое место занимает деревянная застройка, стремительно уходящая в прошлое. Показав удачные примеры реставрации, выполненные Архитектурной мастерской ННГАСУ и собственные художественные работы, докладчик задается вопросом: какой образ города должен транслироваться в будущее?

В докладе А. Гребенникова «Нижегородская школа архитектуры 1990-х» был кратко освещен феномен Нижегородской архитектурной школы в период ее становления, затронуты истоки ее возникновения, показаны знаковые для этого явления постройки. И. Сакович в выступлении «Потенциальные возможности применения возобновляемых источников энергии в Нижнем Новгороде» представил краткий обзор потенциальных возможностей использования различных источников возобновляемой энергии и примеров их практического применения в Нижегородской области, обозначены условия интенсивного развития технологий зеленой энергетики в регионе.

Студенты ДАС 1.13 А. Макалова, П. Вохлачев рассказали о своей концепции «Живая Стрелка», предполагающей насыщение жизнью ныне пустующей территории и ее превращение в общественно значимое городское пространство (рис. 5 цв. вклейки). В направлении комплексной средовой организации предлагаются культурные центры, рекреационные и выставочные зоны,

**К СТАТЬЕ М. В. ДУЦЕВА «АРХИТЕКТУРНАЯ ВСТРЕЧА В ИТАЛИИ:
ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ИСТОРИЧЕСКОЙ СРЕДЕ.
ПРЕПОДАВАТЕЛИ И СТУДЕНТЫ ННГАСУ
В МИЛАНСКОЙ ПОЛИТЕХНИКЕ»**



Рис. 1. У входа в архитектурный корпус Политехники в Милане



Рис. 2. Центр современного искусства Музей Триеннале в Милане



Рис. 3. На открытии выставки архитектурных проектов Миланской Политехники и ННГАСУ «Стрелка»



Рис. 4. Конкурсный проект реновации территории Стрелки АМ ННГАСУ.
Авторы: А. Гельфонд, М. Дуцев, Д. Иванов, А. Аблесимов, К. Фильченков



Рис. 5. Конкурсный проект ДАС «Живая Стрелка». Авторы: рук. М. Дуцев, студенты
А. Макалова, П. Вохлачев, Е. Кондратов



Рис. 6. Графическая реконструкция исторических зданий Нижнего Новгорода. Авторы:
А. Аблесимов, К. Фильченков



Рис. 7. Порта Нуова – Гарибальди. «Город моды» в Милане. С. Пелли



Рис. 8. Generali Tower в районе CityLife. З. Хадид. 2017 г.



Рис. 9. Район CityLife, А. Исодзаки, Д. Либескинд, З. Хадид, П. П. Маджора, К. Густафсон



Рис. 10. CityLife Libeskind Residences в Милане. Д. Либескинд. 2013 г.



Рис. 11. Оцифровка исторических архитектурных памятников в Политехнике. Пример – Миланский Дуомо



Рис. 12. Посещение лаборатории по экспериментальному моделированию и 3-D печати



Рис. 13. Встреча с официальными представителями Политехники по вопросам будущего сотрудничества. Докладывает проф. А. Л. Гельфонд

открытые смотровые площадки в разных уровнях, амфитеатр и плавучая сцена. Возвращаются портовые краны в качестве «экспонатов», фиксирующих память места. Магистранты А. Аблесимов, К. Фильченков представили авторский проект, демонстрирующий возможности графических компьютерных реконструкций утраченных исторических зданий на примере Нижнего Новгорода с воссозданием исконной атмосферы и колорита купеческого города (рис. 6).

Для преподавателей и студентов были организованы экскурсии по объектам современной архитектуры: в районы Порта Нуова и City Life (жилые комплексы З. Хадид и Д. Либескинда), в новые культурные центры «Ангар Бикока» и MUDEC (Д. Чипперфиилд), поездка в Верону с посещением музея Кассл Веккьо (реконструкция К. Скарпа).

Обратимся к краткому анализу новейших архитектурных интервенций в городскую среду Милана. Городские площади традиционно служат центром притяжения как энергийные пространства постоянных перемещений, потоков, встреч, обмена и торговли, развлечения... Сегодня эти исконные функции стали лейтмотивом архитектурно-дизайнерских решений новых эпицентров общественной жизни в жестко урбанизированной среде современных городов [6]. Примером такого урбанистического образования является новая городская площадь в районе Порта Нуова – Гарибальди в Милане (рис. 7 цв. вклейки), которая стала частью многоуровневого ансамбля «Города моды» (автор генплана С. Пелли, проект 2003–2005 гг., старт работ 2009 г.) Доступ осуществляется по лестницам и эскалаторам со стороны нескольких направлений, что превращает площадь в динамический оживленный перекресток. Эмоциональной доминантой (помимо действительно впечатляющей современной архитектуры вокруг) становятся «средовые» темы воды и искусственной подсветки. Архитектура мимикрирует под арт-объекты, как деревянная ладья Выставочного центра моды и дизайна (рис. 7 цв. вклейки).

Архитектурная среда активно взаимодействует с пользователями, предоставляя место для минутного отдыха посреди повседневной суеты. С площади есть возможность пройти в небольшой современный террасированный парк для более полноценной рекреации. Таким образом, формируется подобие масштабируемой системы общественных пространств коммуникации, где уровень масштаба скорее не количественный, а эмоционально-чувственный, зависящий от восприятия человеком в разных режимах и в разное время суток.

Вопросы современного развития города как места активностей вплотную стыкуются с проблемой глобального и идентичного, что целесообразно рассмотреть на примере района City Life (рис. 8, 9 цв. вклейки) на территории бывшей Миланской ярмарки (Fiera Milano), архитекторы А. Исодзакки, Д. Либескинд, З. Хадид, П. П. Маджора, К. Густафсон.

Итальянский подход к профессии, в том числе к профессиональному образованию, по понятным причинам в большой степени удерживает охранительные позиции. В институтах настоятельно прививается знание истории архитектуры, изучение морфологии города, принципов ее развития. На практике жестко регламентированы работы с ценным наследием. При этом архитектурная глобализация все равно распространяется на самые выгодные по экономическим причинам районы, размывая характер среды. К числу таких «иконических» вливаний можно отнести работы мировых звезд (рис. 8, 9 цв. вклейки), например, жилые комплексы по проектам З. Хадид и Д. Либескинда в Милане (CityLife Residences, 2013 г.), расположенные вокруг формируемого центра. Композиция нового района фиксируется высотными доминантами – башнями, отражающими,



как и жилые дома, стиль каждого архитектора (Generali Tower З. Хадид, Torre Libeskind Д. Либескинда, Allianz Tower А. Исодзаки, А. Маффеи, 2015 г.).

Архитектура впечатляет выдержанностью стиля, а каждый объект выглядит портретом архитектора. Узнаваемый технологизм и скупая геометрия башни А. Исодзаки, характерные динамичные кривые З. Хадид, мастерски интегрированные в типологию жилого дома, и беспокойные структуры Д. Либескинда (рис. 10 цв. вклейки), безусловно, рожают запоминающийся адресный образ. И все же сложно удержаться от вопроса: является ли форма актом самовыражения или же тиражирования признанного почерка мастера? Искусство и не искусство одновременно, произведение и продукт, торжество стиля и самоплагиат...

В ракурсе трансляции характера среды, духа города и его исторической идентичности приведенные примеры, конечно, весьма спорные. И все же они сообщают городу современный пульс, поддерживают статус европейского центра, в конце концов, задают актуальное измерение архитектурной среде на самом высоком уровне.

В период поездки преподаватели и студенты ННГАСУ получили возможность познакомиться с уникальной деятельностью проектной мастерской Политехники по точной оцифровке исторических архитектурных памятников (от отдельных объектов – Миланский Дуомо – до целых городов – Бергамо), производимой на основе 3-D сканирования с последующим построением модели и привязкой всех необходимых данных по технологии BIM (рис. 11 цв. вклейки). Интерес вызвало и посещение лаборатории 3-D печати, где были представлены экспериментальные разработки отдельных несущих конструкций и облицовочных панелей (для ЭКСПО, Дубай-2020), показанные в виде макетов (рис. 12 цв. вклейки).

В ходе миланской поездки состоялась встреча с официальными представителями Политехники по вопросам работы со странами Восточной Европы, на которой были намечены пути дальнейшего взаимодействия между нашими вузами в рамках договора о сотрудничестве (рис. 13 цв. вклейки). В обсуждении была выражена взаимная заинтересованность в развитии направлений по обмену студентами, программам получения двойного диплома, проведения конференций и подготовки статусных научных публикаций, защит PhD, а также в области проектной практики. Была достигнута устная договоренность о посещении Нижнего Новгорода профессорами и студентами Миланской Политехники для участия в «зимней школе» на базе кафедр Архитектурного проектирования и ДАС ННГАСУ, которую планируется провести в феврале будущего года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Politecnico di Milano [Электронный ресурс] : офиц. сайт. – Режим доступа : <https://www.polimi.it/en/>.
2. La Triennale di Milano [Электронный ресурс] : офиц. сайт. Центра соврем. искусства. – Режим доступа : <http://www.triennale.org/>.
3. The “Strelka” of Nizhny Novgorod [Электронный ресурс]. Совместная выставка двух вузов «Стрелка» в Музее Триеннале. – Режим доступа : <http://www.triennale.org/en/mostra/la-strelka-di-nizhny-novgorod/>. (Дата обращения: 09.04.2018).
4. The Strelka of Nizhny Novgorod: a comparison between the cultural positions of the Milan Polytechnic and that of Nizhny Novgorod on research topics, valorization and conservation – innovation – ed. 1 [Электронный ресурс] : науч.-практ. конф. – Режим доступа : <https://www.polimi.it/index.php?id=5783&L=1&L=1>. (Дата обращения: 09.04.2018).
5. Гельфонд, А. Л. Стрелка: функциональный потенциал места / А. Л. Гельфонд // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний



Новгород, 2017. – № 2. – С. 213–217.

6. Дуцев, М. В. Метаморфозы общественного пространства – между объектом и городом / М. В. Дуцев // Архитектура и строительство России. – 2016. – № 3. – С. 74–81.

DUTSEV Mikhail Viktorovich, doctor of architecture, holder of the chair of architectural environment design, professor of the chair of architectural design, leading researcher of the Department of problems of the theory of architecture, Institute of theory and history of architecture and urban development

ARCHITECTURAL MEETING IN ITALY: PROBLEMS OF DESIGNING IN THE HISTORICAL ENVIRONMENT. NNGASU PROFESSORS AND STUDENTS IN POLITECNICO DI MILANO

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83, e-mail: nn2222@bk.ru

Key words: NNGASU, Politecnico di Milano, Milan, Strelka of Nizhny Novgorod, exhibition of architectural projects, conference, restoration, reconstruction.

The article is devoted to the development of bilateral cooperation between NNGASU and Polytecnico di Milano in the field of educational, scientific and project activities describing the visit of teachers, undergraduates and students in architecture and in architectural environment design to the University of Milan. During the visit, a joint exhibition of architectural projects dedicated to the area of the confluence of the Volga and Oka rivers in Nizhny Novgorod and preservation of valuable historical heritage was opened in the Triennale Museum, a scientific and practical conference on the problems of restoration, reconstruction and energy saving was held, and an important meeting with official representatives of the Polytechnic University on ways to further cooperation between our universities was organized. Members of the delegation had an opportunity to get acquainted with design laboratories and contemporary architectural objects. Some theoretical aspects of coexistence of contemporary architecture and historical urban environment are analyzed. The article is accompanied by the author's photos.

REFERENCES

1. Politecnico di Milano. [Electronny resurs] : ofits. sayt. Rezhim dostupa : <https://www.polimi.it/en/>.
2. La Triennale di Milano. [Electronny resurs] : ofits. sayt. Tsentra sovrem. Iskusstva. Rezhim dostupa: <http://www.triennale.org/>.
3. The “Strelka” of Nizhny Novgorod. [Electronny resurs]. Sovmestnaya vystavka dvukh vuzov “Strelka” v Muzei Triennale. Rezhim dostupa: <http://www.triennale.org/en/mostra/la-strelka-di-nizhny-novgorod/> (Data obrascheniya: 09.04.2018).
4. The Strelka of Nihzny Novgorod: a comparison between the cultural positions of the Milan Polytechnic and that of Nizhny Novgorod on research topics, valorization and conservation – innovation – ed. 1. [Electronny resurs]: nauch.-prakt. konf. Rezhim dostupa: <https://www.polimi.it/index.php?id=5783&L=1&L=1> (Data obrascheniya: 09.04.2018).
5. Gelfond, A. L. Strelka: funktsionalny potentsial mesta [Strelka: the functional potential of the place]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitekt.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2017, № 2. P. 213–217.
6. Dutsev, M.V. Metamorfozy obshchestvennogo prostranstva – mezhdub obektom i gorodom [Metamorphosis of public space – between the object and the city]. Arkhitektura i stroitelstvo Rossii [Architecture and construction of Russia]. 2016, № 3. P. 74–81.

© М. В. Дуцев, 2018

Получено: 10.04.2018 г.



УДК 711-1

Д. В. КАРЕЛИН, канд. арх., зав. кафедрой градостроительства и городского хозяйства; **Н. В. БОРОВИКОВА**, аспирант кафедры архитектуры и городской среды

ВЛИЯНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ СРЕДНИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ СИБИРИ

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»

Россия, 630003, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, д. 113. Тел.: (383) 380-50-99;
эл. почта: borovikova21@mail.ru

Ключевые слова: архитектурно-планировочные особенности, архитектурная среда, формирование архитектурной среды, средние промышленные города Сибири.

Рассмотрено формирование архитектурной среды средних промышленных городов Сибири под влиянием их архитектурно-планировочной структуры, которая складывалась интенсивно в период одного столетия с 1900 по 1990 годы. Промышленная эстетика как результат последствий эпохи индустриализации сформировала как образ мышления «горожанина», так и саму стилистику городской среды, которая не соответствует современным требованиям и нуждается в коренных изменениях с целью поддержки существования среднего промышленного города.

Общая стратегия градостроительной политики и разработка положений по улучшению среды городских образований требуют досконального изучения существующей ситуации, которое возможно только при комплексной оценке текущего состояния с учетом понимания истории формирования городов и их особенностей. При этом разработка стратегии пространственного развития города должна учитывать его индивидуальные особенности: объемно-пространственные, функциональные, архитектурно-планировочные.

Планировочные особенности городских образований закладываются на стадии проектирования и документально отражаются в генеральном плане населенного пункта. В процессе реализации с учетом расчетных показателей и нормативных требований проекты планировки обретают «телесность» и определяют путь развития населенного пункта в последующие десятилетия. При этом в планировочной структуре отражаются наслоения исторических этапов организации поселения, а визуальный ряд города или его архитектурная среда складываются под влиянием требований социально-экономической формации и общей направленности архитектурной стилистики периода реализации. Взаимосвязь такой многокомпонентной структуры, учитывающей современное развитие всех ее составляющих и сохраняющей свой «характер», наиболее полно отражается в архитектурно-планировочных особенностях градостроительного образования.

Как единый комплекс город состоит из двух крупных подсистем (производственной и социальной), основной целью которых является уравновешенное и сбалансированное развитие. В условиях опережения или отставания одной из этих систем проявляются негативные условия, в первую очередь отражающиеся на архитектурной среде и ее компонентах: несоответствие



эстетических качеств зданий и сооружений, отсутствие благоустроенных общественных пространств, доминирующее положение производственных территорий в образе города (для городов промышленной специфики). При этом развитие города всегда происходит в условиях высокой динамики градостроительных процессов и экономической деятельности, что сопровождается изменением множества показателей.

Анализ зарубежного и отечественного опыта, современных тенденций реновации промышленных территорий и преобразования среды промышленных городов достаточно разнообразен. Большинство исследований указывают на целесообразность трансформации территорий промышленного назначения в территории административно-общественного, а в условиях соответствия экологическим стандартам – жилого назначения. Наиболее крупные проекты «вырабатывают» технологии и механизмы реновации (для крупных городов – частичного сохранения производственных функций) территорий (*Leith Docks Masterplan, Edinburgh Harbour Redevelopment by Kettle collective, UK* [1]; *Zorrozaurre Masterplan by Zaha Hadid Architects, Spain* [2]; проект развития промышленной зоны завода «ЗИЛ», Москва, РФ [3]; проект реконструкции территории завода «Красный треугольник», Санкт-Петербург, РФ [4]). Как правило, проекты преобразования городской среды инициированы властями города с привлечением ведущих специалистов в области градостроительства и архитектуры. При этом для малых и средних городов выработанные технологии преобразования городской среды не всегда могут быть адекватно применимы. Это связано со множеством факторов, но прежде всего, с необходимостью индивидуального подхода или понимания особенностей формирования и существования места. Так, в колледже архитектуры Техасского технологического университета проводилось исследование *“Post-industrial landscapes as urban intervention”* под руководством Джеффри Несбита (*Jeffrey S. Nesbit*). В исследовании рассматривались пути развития территорий таких городов как: Альбукерке, Плейнвью, Эль Пасо, Лаббок, Амарилло и др. В каждом случае группой исследователей вырабатывались пути развития территорий с учетом средового подхода (в контексте использования термина «индустриальный ландшафт» (*industrial landscape*)), специфики производства и соответствия современным требованиям состояния городской среды [5].

В России в условиях необходимости перехода к шестому технологическому укладу и политике реиндустриализации особое место занимает программа «Моногорода. Перегрузка», максимально актуализирующая вопрос дальнейшего существования городских образований, созданных в период плановой экономики и представляющих собой индустриальное наследие [6]. Крупные исследования среды моногородов и поиск путей решения проводит КБ «Стрелка» и школа «Марш». В процессе всех исследований и проектных разработок особое внимание уделяется изучению формирования территорий и пониманию идентичности (визуальная составляющая, направленная на повышение узнаваемости) места в контексте брендинга территории. Что характерно, большинство современных российских исследований базируются на технологии обследования городской среды, сформулированной В. Л. Глазычевым в своих исследованиях и использованных в разработках Института Территориального планирования. Основные положения этих разработок следовало бы представить цитатой: «Изменение, преобразование, становление и рост в целом поддаются выявлению на относительно коротком отрезке времени, измеряемом годами и десятилетиями. Значительно сложнее работа с понятиями более высоких классов: эволюция (цепь качественных изменений,



как правило, сопряженная с ростом «ставшего»), развитие (однонаправленная эволюция, регулируемая скачками качества) и, наконец, прогресс (вид эволюции, вид развития, для которых фиксируется восхождение от низших форм к высшим) устанавливаются ретроспективно, с определенного отстояния во времени, или проспективно (тоже с дистанции во времени, но в отнесении к будущему)» [7].

В средних промышленных городах Сибири (Киселевск, Междуреченск, Кемеровская область; Черногорск, республика Хакасия; Краснокаменск, Забайкальский край; Лесосибирск, Железногорск, Зеленогорск (Красноярский край); Усть-Илимск (Иркутская область) см. таблицу), сформированных в XX веке, основным драйвером развития становятся промышленные территории. В зависимости от их состояния, направленности деятельности, специфики технологического процесса и особенностей формирования промышленных комплексов определяется перспектива развития градостроительного образования. Средние промышленные города Сибири создавались согласно концепции политики индустриализации, были связаны с добывающим и обрабатывающим секторами промышленности, соответствовали технологическим особенностям производства, что отразилось и на планировочной структуре (линейная структура в зависимости от технологии лесоперерабатывающего производства; поселок-шахта для городов угольной промышленности; закрытое территориальное образование с компактной планировочной структурой для городов-спутников атомной энергетики).

**Средние промышленные города Сибири, образованные в период
с 1900 по 1990 гг.**

Город	Год образования		Численность			S города, км ²	Про-филь
	факт.	док.	min	max	2017		
1. Краснокаменск	1968	1969	13 830 1970 г.	70 000 1987	52 811	427,7	уран, уголь
2. Киселевск	1770	1936	44 000 1939 г.	142 000 1962 г.	90 980	160	уголь
3. Усть-Илимск	1630	1973	16 000 1970 г.	114 000 1992 г.	82 455	229	лес, энергия
4. Междуреченск	1948	1955	54 513 1959 г.	10 800 1992 г.	97 895	335,4	уголь
5. Зеленогорск	1920	1956	9 200 1959 г.	69 500 2001 г.	62 466	162	атом
6. Черногорск	1907	1936	1 000 1926 г.	80 000 1987 г.	74 698	99,07	уголь
7. Лесосибирск	1640	1975	69 900 1922 г.	56 400 1939 г.	59 844	277	лес
8. Железногорск	1949	1954	19 750 1992 г.	97 500 1992 г.	84 543	456,6	атом

Характерной чертой средних промышленных городов Сибири следует считать «фондовооруженность» (в контексте многокомпонентного показателя, складывающегося из: человеческого потенциала; производственных ресурсов и возможностей территории; резерва производственных мощностей; стабильного соотношения занятости и оплаты труда; перспективы создания параллельно с развитием производства рекреационных зон за счет использования существующих ландшафтов).



Рассматриваемые в статье города представляют два региона: Кемеровскую область (Междуреченск, угольная промышленность) и Красноярский край (Лесосибирск, лесоперерабатывающая промышленность; ЗАТО Железнодорожск, атомная энергетика). Каждый из рассматриваемых городов имеет свою историю, свои особенности и свои перспективы развития. При этом все 3 города были сформированы как городские образования и получили основной вектор развития в период с 1900 по 1990 гг., что определило характер застройки жилых, общественных и промышленных территорий.

Лесосибирск (численность населения – 59 844), образован в 1975 году, путем объединения рабочих поселков Маклаково и Новомаклаково, существовавших со второй половины XVII века. В начале XX века норвежский промышленник Йонас Лид основывает лесоперерабатывающий комбинат, создавший экономическую основу для будущего города. После Великой Отечественной войны в районе Маклаково построены крупные лесопильные заводы для переработки ангарской сосны: Новонисейский и Новомаклаковский лесопильно-деревообрабатывающие комбинаты, лесоперевалочная база и лесоперевалочный комбинат. В 1975 году на базе пристаней «Енисейск» и «Маклаково» создается Лесосибирский порт. Основной профиль промышленности – переработка древесины и лесохимия. Технологический процесс обработки древесины отразился на планировочной структуре – город имеет протяженность вдоль береговой линии Енисея порядка 30 км. Концепция постиндустриального общества требует создания и поддержания здоровой городской среды. В г. Лесосибирске, учитывая его возможности, перспективы развития, обозначенные программой социально-экономического развития, концепцию развития целесообразно увязывать с созданием лесопромышленного кластера. Помимо реконструкции и реставрации существующих территорий, такое решение поможет сохранить уменьшающуюся численность населения, сформировать новые объекты городской среды и оказать влияние на состояние архитектурной среды жилых и общественных территорий.

Междуреченск (численность населения – 98 734 чел.) получил статус города в 1955 г., когда началось строительство на современной территории. Территориальное развитие города началось с устья р. Ольжерас, где возник крупный поселок геологоразведочной партии, после того как в 1947 г. началось освоение Томусинского месторождения с мощными залежами коксующихся углей. Являясь административным центром, г. Междуреченск имеет тесные связи с окружающими город территориями и населенными пунктами, связанными с разработкой Томусинского, Ольжерасского и Распадского угольных месторождений. Связь района с городом расширяется за счет освоения месторождений марганца, талька, железа, мрамора. Планировочная структура города формировалась в значительной степени под воздействием природных условий территории, на которой он расположен – это долины рек Томи, Усы, Ольжераса, Назаса, Майзаса. Застройка города, состоящая из селитебных и промышленных зон, делится реками и железной дорогой на несколько частей. Перспективное развитие получает использование ресурсов Томусинского природно-рекреационного района, расположенного в восточной части территории городского округа, – юго-западная часть хребта Кузнецкого Алатау. Район перспективен для развития таких видов туризма как горно-пешеходный, лыжный, водный, конный, спелеотуризм, альпинизм, скалолазание, а также спортивной охоты и рыболовства. Возможно создание нескольких горнолыжных комплексов, что и определяет перспективы развития города, помимо угольной промышленности. Своеобразие Междуреченска



заключается и в его архитектурной среде (город, сформированный в 50-е годы XX века, сохранил элементы благоприятной архитектурной среды: наличие пешеходной улицы как общественного пространства; средняя этажность жилого фонда с периметральным типом застройки жилых районов; ориентированность малоэтажной застройки на взаимодействие с природными ландшафтами; возможность создания центра горнолыжного туризма в черте города в силу особенностей расположения угольных выработок; возможность использования природных ландшафтов (рек и гор) для создания озелененных пространств и индивидуальных парковых зон.

Железногорск (численность населения – 84 543 чел.) – центр закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) основан в 1954 г. Город расположен на правом берегу реки Енисей в предгорьях Атамановского хребта – отрога Саянских гор в 64 км севернее Красноярска. Свой особый статус Железногорск получил благодаря градообразующим предприятиям, в Железногорске развиваются ядерные технологии (здесь выпускаются 70 % российских спутников гражданского назначения, создана мощная производственная база для промышленного и гражданского строительства). В силу особенностей и специфики ЗАТО Железногорск основная документация градостроительного характера является закрытой, за исключением некоторых проектов планировки. Тем не менее город входит в основные государственные программы развития городской среды и в программу развития образований корпорации «РосАтом», к 2021 году предполагается реализация проекта кластерного образования. Эти показатели говорят о грамотно выстроенной политике управления и руководства городом. Архитектурная среда города, в свою очередь, поддерживается сохранением исторического ядра, выдержанного в стилистике времени постройки – 50-е годы XX века (периметральный тип жилой застройки; расположение в черте города водоема, необходимого для производственных целей и использование его как рекреационной зоны; развитая система облагораживания территорий малыми архитектурными формами, выдерживающими идеологию «мирного атома»).

Графоаналитический анализ промышленных территорий средних промышленных городов Сибири показывает, что коренных изменений требуют практически все компоненты (селитебные, промышленные, общественные) городской многокомпонентной структуры, но целесообразным представляется формирование вектора развития, в первую очередь, промышленных территорий за счет создания кластерных образований, размещения высокотехнологичных производств и организации обновленной административно-общественной базы. Сохранение исторических фрагментов городской среды требует особого отношения: зачастую архитектурная среда средних промышленных городов Сибири – это визуализация технологической цепочки производства. Промышленные территории тесно переплетаются с жилыми и общественными территориями, образуя в местах пересечения, явно выраженные «точки входа» промышленных территорий, которые, в свою очередь, характеризуются легко читаемой стилистикой индустриального пейзажа (ландшафта). Статистический анализ в параллели с графоаналитическим подтверждает гипотезу о значительной степени влияния архитектурно-планировочных особенностей на формирование архитектурной среды средних промышленных городов Сибири, где каждая составляющая города отражает его индустриальный характер.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Western Harbour Leith, Edinburgh Docks: Forth Ports [Elektronische ressource]. – Режим доступа : <http://www.edinburgharchitecture.co.uk/leith-westernharbour>.
2. ZORROZAURRE [Elektronische ressource]. – Режим доступа : <https://www.dezeen.com/2007/10/16/zorrozaurre-masterplan-for-bilbao-by-zaha-hadid-architects/>.
3. Лутц, В. Наш проект ориентирован на сохранение основ генплана 1936 года [Электронный ресурс] / В. Лутц. – Режим доступа : <https://archi.ru/russia/51248/zil-proekt-niiri>.
4. Проект ревитализации территории завода «Красный треугольник» в Санкт-Петербурге [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.behance.net/gallery/44075009/PROJECT-ON-CONVERSION-OF-RED-TRIANGLE-FACTORY>.
5. Jeffrey, S. Nesbit «Post industrial landscapes as urban interventions» [Электронный ресурс] / S. Jeffrey. – Режим доступа : http://issuu-download.tiny-tools.com/pages.php?doc_id=121203224657-f45928309443495c8cc1862ea8a8eabb.
6. Моногорода. Перегрузка. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ladoga-park.ru/content/2014/04/140426152728/140426152728140426152938.pdf>.
7. Глазычев, В. Л. Городская среда. Технология развития: настольная книга. [Электронный ресурс] / В. Л. Глазычев. – Режим доступа : http://www.glazychyev.ru/books/gorodskaya_sreda/gorodskaya_sreda.htm.
8. Генеральный план г. Лесосибирска. Т. I. Пояснительная записка. г. Красноярск, 2008 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://lesosibirsk.krskstate.ru/page5341/page5342>.
9. Генеральный план г. Междуреченска. Т. I. Пояснительная записка. г. Новосибирск, 2007 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.mrech.ru/infrastructure/architecture/gen-plan>.
10. Генеральный план ЗАТО Железнодорожск на период по 2020 год. г. Красноярск, 2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://old.admk26.ru/prochee/upravlenie_gradostroitelstva.

KARELIN Dmitriy Viktorovich, candidate of architecture, holder of the chair of urban development and services; BOROVIKOVA Nataliya Vyacheslavovna, postgraduate student of the chair of architecture and urban environment

INFLUENCE OF ARCHITECTURAL-PLANNING FEATURES ON THE FORMATION OF THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF THE MEDIUM-SIZE INDUSTRIAL CITIES OF SIBERIA

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering

113, Leningradskaya St., Novosibirsk, 630003, Russia. Tel.: +7 (383) 380-50-99; e-mail: borovikova21@mail.ru

Key words: architectural and planning features, architectural environment, formation of the architectural environment, medium-size industrial cities of Siberia.

This article considers formation of the architectural environment of medium-size industrial cities of Siberia under the influence of their architectural and planning structure, which was developing intensively during the period of one century from 1900 to 1990. Industrial aesthetics, as a result of the consequences of the era of industrialization, has shaped both the way of thinking of the "townspeople" and the very style of the urban environment, which does not meet modern requirements and needs fundamental changes to support the existence of an average industrial city.



REFERENCES

1. Western Harbour Leith, Edinburgh Docks: Forth Ports [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <http://www.edinburgharchitecture.co.uk/leith-westernharbour>.
2. ZORROZAURRE [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <https://www.dezeen.com/2007/10/16/zorrozaurre-masterplan-for-bilbao-by-zaha-hadid-architects/>
3. Lutz V. Nash proekt orientirovan na sokhranenie osnov genplana 1936 goda [Our project is focused on preservation of bases of the general plan of 1936]. [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <https://archi.ru/russia/51248/zil-proekt-niipi>.
4. Proekt revitalizatsii territorii zavoda "Krasny treugolnik" v Sankt-Peterburge [The project of revitalization of the territory of the plant "Krasny Treugolnik " in St. Petersburg] [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <https://www.behance.net/gallery/44075009/PROJECT-ON-CONVERSION-OF-RED-TRIANGLE-FACTORY>.
5. Jeffrey S. Nesbit «Post industrial landscapes as urban interventions» [Electronic resource]. Rezhim dostupa: http://issuu-download.tiny-tools.com/pages.php?doc_id=121203224657-f45928309443495c8cc1862ea8a8eabb.
6. Monogoroda. Perezagruzka [Monotowns. Reset]. [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <http://www.ladoga-park.ru/content/2014/04/140426152728/140426152728140426152938.pdf>.
7. Glazychyev V.L. Gorodskaya sreda. Tekhnologiya razvitiya: nastolnaya kniga [Urban environment. Technology of development: reference book]. [Electronic resource]. Rezhim dostupa: http://www.glazychyev.ru/books/gorodskaya_sreda/gorodskaya_sreda.htm.
8. Generalny plan g. Lesosibirsk. T. 1. Poyasnitelnaya zapiska. G. Krasnoyarsk, 2008 g. [Master plan of Lesosibirsk. Volume I. Explanatory note. Krasnoyarsk, 2008]. [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <http://lesosibirsk.krskstate.ru/page5341/page5342>.
9. Generalny plan g. Mezhdurechensk. T. 1. Poyasnitelnaya zapiska. G. Novosibirsk, 2007 g. [Master plan of Mezhdurechensk. Volume I. Explanatory note. G. Novosibirsk, 2007]. [Electronic resource]. Rezhim dostupa: <http://www.mrech.ru/infrastructure/architecture/gen-plan>
10. Generalny plan ZATO Zheleznogorsk na period po 2020 god. G. Krasnoyarsk, 2011 g. [The master plan of ZATO Zheleznogorsk for the period to 2020. G. Krasnoyarsk, 2011]. [Electronic resource]. Rezhim dostupa: http://old.admk26.ru/prochee/upravlenie_gradostroitelstva.

© Д. В. Карелин, Н. В. Боровикова, 2018

Получено: 17.02.2018 г.

УДК 72.025.4 (470.341-25)

С. М. ШУМИЛКИН, д-р арх., проф., зав. кафедрой истории архитектуры и основ архитектурного проектирования; М. С. ШУМИЛКИН, канд. арх., доц. кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования

ВЛАДИМИРСКАЯ ЦЕРКОВЬ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ – ПАМЯТНИК АРХИТЕКТУРЫ НАЧАЛА XX в.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-37;
эл. почта: ist_arh@nnngasu.ru

Ключевые слова: церковь, эклектика, реставрация, Нижний Новгород.

Рассматривается история строительства Владимирской церкви, выявлены ее характерные черты для архитектуры начала XX в. и отмечены основные реставрационные работы.

Церковь Владимирской иконы Божией Матери входит в число объектов культурного наследия регионального значения Нижнего Новгорода. Церковь располагается в середине Гордеевской ул. (бывшей Гордеевской слободы). Село Гордеевка располагалось вдоль западной границы Нижегородской ярмарки и стояло на важной трассе, соединявшей Н. Новгород с городами Верхнего Поволжья. Владимирская церковь входит в число ведущих архитектурных сооружений района Стрелки и самого города, а именно: Спасский староярмарочный собор (1822), Александро-Невский собор (1883), Спасо-Преображенский собор в Сормове (1903), а также церкви начала XX в.: Спасская, Успенская старообрядческая, Успенская кладбищенская. Храм также выполнял важную градостроительную функцию по организации огромного пространства ярмарки и окружавших ее территорий. Храм был поставлен на одну планировочную линию с Александро-Невским и Спасским соборами и при первоначально низкой застройке участвовал в формировании панорам этой территории как с Волги, так и с Оки [1].

Первоначально (до 1929 г.) Владимирская церковь относилась к округу Балахнинского уезда Нижегородской епархии. Рядом с ней стоит церковь Смоленской Божией Матери, построенной в 1698 г. и ранее входившей в состав загородной усадьбы купца Г. Д. Строганова. Это одна из немногих церквей знаменитого строгановского «барокко».

Владимирская церковь была построена на месте старой каменной одноименной церкви, возведенной в 1850 г. Эта церковь имела простой призматический объем и была завершена одной широкой главой, поставленной на низкий световой барабан. Архитектура храма несла черты позднего классицизма. В декор храма были включены также элементы древнерусской архитектуры, заимствованные из образцовых проектов архитектора К. А. Тона. Облик этого храма запечатлен на фотографии М. П. Дмитриева конца XIX в. [2].

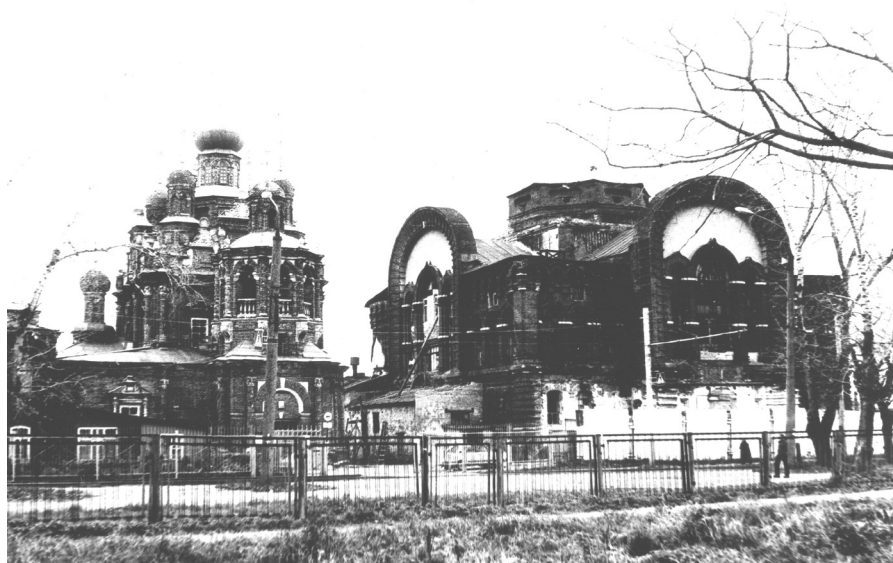


Рис. 1. Вид Владимирской церкви до реставрации. Фото 1999 г. Слева от храма – Смоленская церковь XVII в.



Проект нового храма был выполнен молодым петербургским архитектором, выпускником Академии художеств – Д. П. Федоровым, находившимся с 1900 г. в Н. Новгороде в качестве помощника производителя работ академика архитектуры В. П. Цейдлера, по постройке Спасской церкви на Острожной ул. (ныне ул. Горького). Проект храма был разработан по заказу Нижегородской Духовной консистории, одобрен и в мае 1902 г. направлен для утверждения в Строительное отделение губернского правления. В июне 1902 г. проект утвердили с единственным замечанием – увеличить удаленность храма от улицы и поставить на одну линию с объемом Смоленской церкви. 14 мая 1902 г. Д. Федоров дал подписку о надзоре за сломкой старого храма и постройкой нового. В записке священника с. Гордеевки Н. Львова от 30 августа говорится о начале работ по постройке нового храма [3].

О закладке храма была опубликована заметка в журнале «Зодчий». В ней дается критическая оценка проекту и о необходимости организации конкурса для возведения столь больших построек, т. к. своими габаритами (высота до креста около 50 м) эта сельская церковь, находившаяся на границе с Нижним Новгородом и нижегородской ярмаркой, уступала только Александро-Невскому собору – главному храму Нижегородской ярмарки (высота до креста около 70 м). В записке говорится, что «храм проектирован в стиле тоновских церквей с русскими деталями, причем внешний вид его, судя по проекту, представляется нам мало обработанным – при очень крупных размерах и членениях верхних частей, нижние массы очень велики. Средний барабан чересчур массивен» [4]. В заметке журнала от 1904 г. говорится, что старая живописная, изящная строгановская церковь «будет совершенно задавлена своим соседом» [5].



Рис. 2. Вид церкви в застройке села. Фото М. П. Дмитриева

Проект храма не обнаружен и строительство велось не под контролем автора проекта, т. к. Федоров по окончании возведения Спасской церкви в Н. Новгороде в 1903 г. уехал в Петербург. Храм был трехпрестольный и освящался три раза по мере устройства иконостасов: в феврале и мае 1908 г. и в сентябре 1909 г. [6]. Обнаруженные в Государственном архиве Нижегородской области (ЦАНО) фотографии, выполненные М. П. Дмитриевым, и обмеры 1926 г. дают достаточно материалов об облике этого храма [7]. Однако первоначальный оригинальный проект храма не обнаружен и, несмотря на освящение приделов, архитектурный замысел архитектора не совсем ясен. По всей видимости на храме не были окончательного



завершены отделочные декоративные работы как на фасадах, так и в интерьерах, где в частности при расчистке стен не были обнаружены следы росписей. Декоративная отделка стен храма по фотографиям начала XX в. отличается определенной сухостью и незавершенностью.

Основной объем храма представлял собой традиционную четырехстолпную крестовокупольную систему. Храм пятиглавый, трехпрестольный. Несмотря на крупные размеры и огромный объем внутреннего пространства, храм теплый: в подвале (под центральной апсидой и под западным входом) размещались два паровых котла. Стилистическая характеристика храма определяется эклектической направленностью. В ней присутствуют как элементы древнерусской архитектуры, так барокко и модерна.

Центральное пространство храма завершалось световым восьмериком и полусферическим сводом. Восьмерик служил основанием высокого шатра. Четыре малых главы – декоративные, имеют сложные барочные криволинейные очертания и поставлены по углам основного объема храма. В силуэте храма значительную роль также играют крупные подковообразные закомары, придающие храму необычный облик. Закомары, выполненные как трехцентровые арки, фиксировали центральные части всех фасадов здания и усилены широким поясом, объединившим их с основным объемом. Такой прием характерный для архитектуры модерна не встречается больше в нижегородском культовом зодчестве. Центричная композиция храма, усиленная высокими подковообразными закомарами, сделала храм господствующим объемом всей застройки села, протянувшегося вдоль одной улицы более чем на три километра.

Архитектурная пластика фасадов построена на сочетании крупных окон-витражей с поверхностями, сильно расчлененными разнообразными нишами и рустом. Основным материалом в отделке фасадов выступает открытый кирпич, в кладку также включены небольшие вставки из белого камня – известняка. Усилению крупного масштаба здания придают большие оштукатуренные поверхности, размещенные в полях закомар и над окнами в апсидах и во втором ярусе. Западный, южный и северный фасады имеют четкое трехчастное деление по горизонтали: цокольная часть отделена сильно выступающим карнизом, первый ярус выделен арочными окнами с рустованными наличниками, третий ярус, соответствующий ярусу хор, акцентирован высокими окнами-витражами. Из них центральную часть образуют три широкие вертикальные полосы витражей, боковые части – окна декорированные в верхней части двумя арками с висячими гирьками.

Художественный эффект вызывает четкий рисунок открытой фигурной кирпичной кладки с включением белокаменных элементов. Особенно это видно в обрамлении огромных подковообразных арках. Наиболее красив восточный фасад, верхняя часть которого, покрытая ковром небольших ниш, сочетается с оштукатуренной фигурной по рисунку гладкой поверхностью. Целостность фасадам придает широкий карнизный пояс, образованный рядом выступающих арочек-машикулей с килевидными завершениями. Западный фасад акцентирован объемом сильно выступающего крыльца, завершенного небольшим куполом и пятью главками. Центральная глава, поднимающаяся почти до основного карниза здания, эффектно просматривается на фоне центрального витража. К открытой площадке крыльца вели три широкие лестницы. Два боковых входа (южный и северный) акцентировались широкими полуциркульными арками и открытыми площадками с лестницами.



Храм был построен с использованием современных для того времени технических средств. Это отразилось в применении большого по площади оконного остекления, в частности центральное окно по оси фасадов имеет ширину 3 м и высоту более 7,5 м. Несмотря на огромные размеры, храм был теплым и имел калориферное отопление: обогревался за счет теплого воздуха, поступавшего из размещенных в цокольном этаже печей подобно Спасской церкви в нагорной части. Таким образом, Владимирская церковь являлась интересным и своеобразным примером архитектуры начала XX в.

Служба в храме проводилась до 1929 г. В 1930-х гг. в храме предпринимались попытки размещения школы и клуба. В конце 1940-х гг. храм был приспособлен под пекарню, которая находилась в нем до 1998 г. В связи с новым назначением в церкви были проведены ремонтные работы, значительно изменившие внешний вид: уничтожено западное крыльцо, разрушены малые главы, шатер и часть восьмерика центральной главы. Со всех сторон храм окружали производственные пристройки. Внутри храма были уничтожены иконостасы и настенные росписи, устроены железобетонные междуэтажные перекрытия и перегородки. В 1998 г. храм был передан в ведение Нижегородской епархии. С 2001 г. церковь является действующим храмом.

Проектом реставрации, разработанным в 1999 г. авторским коллективом Шумилкин С. М., Котов В. Н., Кагоров В. М., Каравашкин В. А. на основании натурных обследований и архитектурных обмеров, было предусмотрено восстановление первоначального облика храма. Основываясь на архивных материалах (фотографии первоначального храма) и натурных обмерах, авторами было предложено воссоздание утраченных главных внешних частей храма. В первую очередь это относилось к восстановлению пятиглавия, которое выражалось в устройстве восьмигранного светового барабана и шатра, имевшего декоративное металлическое покрытие и завершавшегося тонкой шейкой с луковичной главой. Оконные арочные проемы барабана были выполнены как большие витражи с металлическими переплетами. Четыре малых главы (идентичные по размеру) представляли собой большие криволинейного очертания граненые объемы, имевшие, как центральная глава, чешуйчатое декоративное покрытие и завершения со сложными профилями барабанов и главок.

Проектом было предусмотрено восстановление крупного объема западного крыльца с пятью небольшими главами. Три арки крыльца включали в свое поле три декоративные арочки с висячими гирьками. С трех сторон на площадку крыльца вели открытые лестницы. На северном и южном фасадах также предусмотрено устройство открытых лестниц.

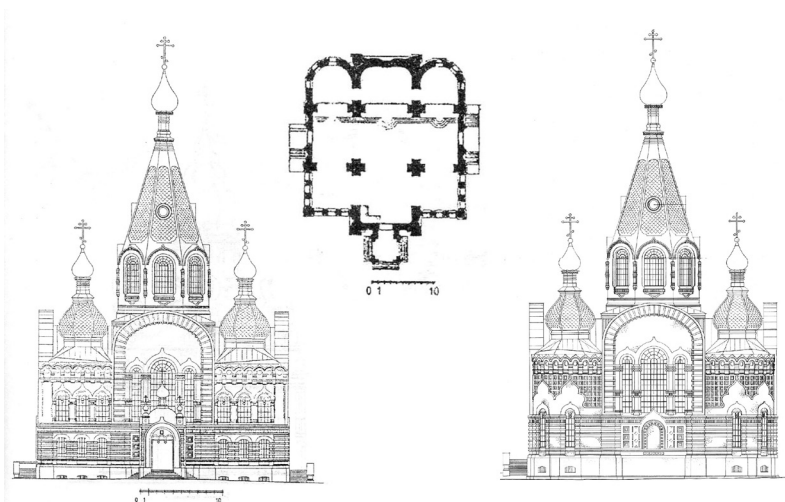


Рис. 3. Западный и восточный фасады, план церкви. Проект реставрации

Для восстановления первоначального облика фасадам храма были выполнены сложные работы по реставрации сохранившихся частей здания, в том числе вычинка кирпичной кладки стен, включавшая закладку прорубленных разнообразных отверстий и проемов, восстановление стесанных тяг, карнизов и профилей наличников, а также первоначальных оконных и дверных проемов. Проведено восстановление венчающего карниза по всему периметру основного объема здания в виде ряда килевидных арок. Важная часть работы состояла в укреплении кладки в местах отслоения внешнего слоя на цилиндрических поверхностях апсид.

Составной частью проекта выступало придание первоначального облика внутреннему пространству храма. Для этого была необходима разборка междуэтажных перекрытий и перегородок, возникших в связи с приспособлением храма под хлебозавод и демонтаж оставшегося производственного оборудования. Важным элементом интерьера являлось выполнение в центральном световом барабане полусферического свода. Проект предусматривал также восстановление хор, ранее занимавших все пространство западного поперечного нефа. Отметка хор зафиксирована сохранившимися фрагментами их в угловых юго-западной и северо-западной частях храма.

В 2000–2010 гг. были закончены строительные работы по освобождению церкви от наружных пристроек и внутренних поздних межъярусных перекрытий и разнообразных конструкций. К наиболее значимым реставрационным работам следует отнести восстановление разрушенной верхней восьмериковой части центральной главы и завершения ее высоким металлическим шатром. Работы по возведению и подъему шатра проводились в 2005–2006 гг. ООО ННПЦ «Практика» под руководством С. К. Забелина. Вторым этапом работ был связан с установкой четырех малых глав, имевших сложные металлические криволинейные завершения. Одновременно проводилась вычинка наружной кладки стены с учетом восстановления сложных профилей по типу «ширинок» на восточном фасаде.

С 2012 г. ведутся значительные ремонтно-реставрационные работы внутри храма. Первоначально были установлены новые оконные рамы в основном объеме



и в центральном барабане, устроено новое напольное покрытие из гранитных плит, восстановлен ярус хор в западной части храма, а также оштукатурены все поверхности стен и сводов с учетом восстановления утраченных исторических профильных тяг. В последние годы начались работы по росписи стен и сводов. Роспись выполняется под руководством Н. Е. Юшкова коллективом художников в составе: М. А. Курицын-Маяков, И. В. Хорьков, Х. Н. Хорькова, А. В. Кузин, А. Н. Кургузов. К настоящему времени огромные по площади живописные работы закончены в боковых нефях и алтарной части, началась роспись центрального подкупольного пространства. Живопись выполнена в традициях русской православной церкви, живописный ковер полностью покрывает стены и своды. Росписи включают многочисленные жанровые многофигурные библейские сцены, отдельные фигуры святых, в частности Святого князя Александра Невского, а также разнообразные орнаментальные композиции. Работы выполнены на высоком профессиональном уровне.



Рис. 4. Вид церкви с южной стороны. Фото 2013 г.



Полностью завершены работы по установке боковых белораморных иконостасов в Покровском и Николаевском приделах, а также облицовка соеи зеленым гранитом. Ныне ведутся работы по установке центрального иконостаса. Проекты иконостасов были выполнены в архитектурной мастерской под руководством В. И. Суслина, архитектор А. О. Самойлов. Но работы на храме полностью еще не закончены, в частности продолжается реставрация наружных поверхностей стен на северном и западном фасадах, которая усложнена сильными повреждениями и многочисленными по профилю уступами, и арочными нишами.

После проведенных реставрационных работ крупные членения фасадов, целостность объема, выразительный и сложный силуэт всего здания позволили Владимирскому храму выполнять прежде утраченную градостроительную роль на значительной территории района. В связи с формированием новой застройки ул. Гордеевской и ул. Генерала Зими́на роль Владимирской церкви как важной градостроительной вертикали сильно возрастает. При высоте окружающей застройки около 20 м, церковь с шатровым завершением достигавшем 50-метровой высоты станет единственной вертикальной доминантой всего этого района. Кроме того, этот объем активно просматривается и с нагорной части Н. Новгорода. Таким образом, после многолетней реставрации архитектурный облик города ныне дополнен новым выразительным акцентом в системе доминант, а также важным элементом в силуэте речной панорамы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шумилкин, С. М. Архитектурно-пространственное формирование Нижнего Новгорода XIII – начала XX в. : учеб. пособие / С. М. Шумилкин, А. С. Шумилкин ; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2010. – 213 с.
2. Снежницкий, А. Адрес-календарь Нижегородской епархии / А. Снежницкий. – Нижний Новгород : Тип. губерн. правления. – 1888. – 610 с.
3. ЦАНО (Центр. архив Нижегород. обл.). Ф. 5. Оп. 50. Д. 15687. Л. 1, 4–6.
4. Хроника // Зодчий. – Санкт-Петербург, 1902. – С. 440.
5. Хроника // Зодчий. – Санкт-Петербург, 1904. – С. 174.
6. Миловская, С. М. Из старины ко дню сегодняшнему / С. М. Миловская. – 2. изд., доп. – Нижний Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского, 2002. – 157 с.
7. ЦАНО (Центр. архив Нижегород. обл.). Ф. 1679. Оп. 2. Д. 429. Обмерные чертежи 1926 г.

SHUMILKIN Sergey Mikhaylovich, doctor of architecture, professor, holder of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design; SHUMILKIN Mikhail Sergeevich, candidate of architecture, associate professor of the chair of history of architecture and fundamentals of architectural design

VLADIMIR'S CHURCH IN NIZHNY NOVGOROD – AN ARCHITECTURAL MONUMENT OF THE BEGINNING OF THE XX CENTURY

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-37;
e-mail: ist_arh@nngasu.ru

Key words: church, eclectism, restoration, Nizhny Novgorod.



The paper deals with the history of construction of the Vladimir's church. Its characteristic features of architecture of the beginning of the XX century are revealed. The main restoration works are described.

REFERENCES

1. Shumilkin S. M., Shumilkin A. S. Arkhitekturno-prostranstvennoe formirovanie Nizhnego Novgoroda XIII – nachala XX vekov [Architectural and spatial formation of Nizhny Novgorod of the XIII - early XX centuries]: ucheb. posobie. Nizhegor. gos. arkhит.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2010. 213 p.
2. Snezhnitsky A. Adres-kalendar Nizhegorodskoy eparkhii [Address-calendar of the Nizhny Novgorod eparchy]. Nizhny Novgorod. Tip. gubern. Pravleniya. 1888. 610 p.
3. TsANO (Tsentr. arkhiv Nizhegor. obl.) [Central archives of the Nizhny Novgorod region]. F. 5. Op. 50. D. 15687. L. 1, 4–6.
4. Khronika [Chronicle]. Zodchiy. Saint-Petersburg, 1902. P. 440.
5. Khronika [Chronicle]. Zodchiy. Saint-Petersburg, 1904. P. 174.
6. Milovskaya, S. M. Iz stariny ko dnyu segodnyashnemu [From old times to nowadays]. 2 izd., dop. Nizhny Novgorod. Izd-vo Nizhegor. gos. un-ta im. N.I. Lobachevskogo, 2002. 157 p.
7. TsANO (Tsentr. arkhiv Nizhegor. obl.) [Central archives of the Nizhny Novgorod region]. F. 1679. Op. 2. D. 429. Obmernye chertezhy 1926 g.

© С. М. Шумилкин, М. С. Шумилкин 2018

Получено: 31.03.2018 г.

УДК 719:72.03 (470.341)

Е. М. ВОЛКОВА, канд. арх., доц. кафедры стандартизации и инженерной графики

АРХИТЕКТУРНЫЙ ОБЛИК ЦЕРКВИ РОЖДЕСТВА БОГОРОДИЦЫ (1824 Г.) В ПОСЕЛКЕ КАТУНКИ ЧКАЛОВСКОГО РАЙОНА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-95;
эл. почта: skynp@mail.ru

Ключевые слова: памятники архитектуры, объекты культурного наследия, архитектурный облик, церковь Рождества Богородицы (1824 г.), поселок Катунки, Чкаловский район, Нижегородская область, река Волга.

Выполнен анализ особенностей архитектурного облика церкви Рождества Богородицы (1824 г.), определено ее место в облике поволжского поселка Катунки Чкаловского района Нижегородской области.

Название поселка Катунки, расположенного на холмистом правом берегу Волги в Чкаловском районе Нижегородской области, возникло, вероятно, из-за рельефа местности: «катунки» – горы или салазки для катания, «катуны» – жилища в горах. Село впервые упомянуто в Писцовой книге Белгородья 1621–1624 годов как торгово-промышленное, до XVIII века им владели цари, затем помещики:

усадьба Турчаниновых с парком сегодня является достопримечательностью наряду со зданием больницы – бывшей усадьбы из приданого Н. Гончаровой, жены А. С. Пушкина. В конце XVIII – начале XIX веков Катунки с населением около двух тысяч человек было центром кожевенного, клеевого, строчевышивального производства на торговом Волжском пути.

В 1781 году после пожаров основу планировки села составили улицы, идущие вдоль Волги, соединенные проулками, мостами через овраги. В «Экономических примечаниях» Балахнинского уезда Нижегородской губернии 1798 года сказано, что в Катунках по обе стороны двух безымянных оврагов есть четыре церкви: деревянная Рождества Богородицы; каменная великомученицы Варвары; деревянная Казанской Божьей матери; каменная Иоанна Предтечи [1]. В XIX – начале XX века пространственно-видовой каркас Катунки сформирован типологически однородной усадебной дисперсной малоэтажной фоновой застройкой сельского типа [2] и системой доминант – ансамблем разновременных культовых зданий, действовавших до 1917 года: Смоленской (1784 г.), Предтеченской (1790 г.), Крестовоздвиженской (1807 г.) церквей, зимним и летним храмами Рождества Богородицы (1824 г.). Анализ топографической съемки генерала Менде 1860-х годов [3], плана 1899 года территории села [4] (рис. 1), архивных фотографий храмов, сделанных с разных видовых точек (рис. 2, 3, 4), подтвердил визуальную взаимосвязь культовых зданий, создававших панораму Катунки с Волги; доминирующую архитектурно-градостроительную роль летнего храма Рождества Богородицы, выявленную через его главенствующее положение в верхнем ярусе метроритмической композиции села, вертикально развитый силуэт с пятикупольным завершением, крупные размеры по сравнению с другими зданиями ансамбля. Площадь вокруг храма исторически играла роль административного центра поселения, его ядра, вокруг которого располагалась сельская застройка линейного типа.



Рис. 1. Слева: село Катунки и его окрестности. Съемка генерала Менде. 1860-е гг. [3]; справа: «План села Катунки... Катунской волости Балахнинского уезда». Фрагмент 1899 г. [4]



Рис. 2. Слева: село Катунки. Панорама с юга, с колокольни церкви Иоанна Предтечи; справа: собор Рождества Богородицы, Крестовоздвиженская и Смоленская церкви, часовня. Фото 1905 г. Фонды Катунской библиотеки

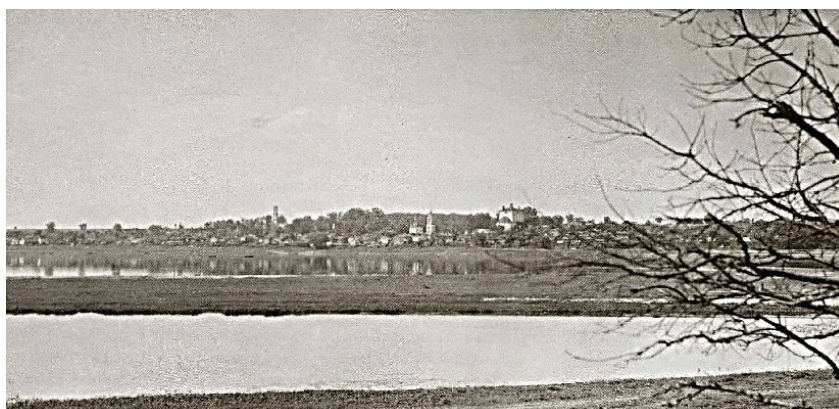


Рис. 3. Село Катунки. Панорама с северо-востока. Фото 1947 г. (ГНИМА)



Рис. 4. Село Катунки. Церковь Рождества Богородицы (1824 г.). Вид с северо-запада. На заднем плане – Крестовоздвиженская (1807) и Смоленская (1784) церкви. Фото 1905 г. Фонды Катунской библиотеки

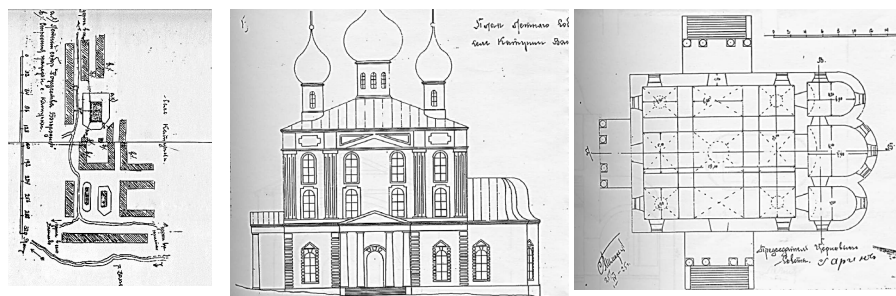


Рис. 5. Село Катунки. План местности, южный фасад, план летней церкви Рождества



Рис. 6. Слева: село Катунки. Церковь Рождества Богородицы (1824 г.). Вид с юго-востока; справа: интерьер. Фото 1947 г. (ГНИМА)

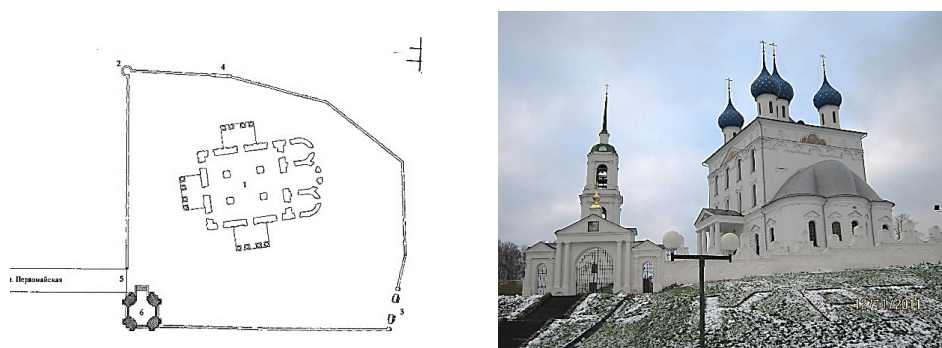


Рис. 7. Катунки. Церковь Рождества Богородицы (1824 г.): слева: план территории с колокольней, 2007 г., выполнил В. В. Коваль; справа: фото церкви Е. М. Волковой, 2011 г.

На средства жителей Катунки в 1824 году из красного большемерного кирпича была построена трехпрестольная церковь Рождества Богородицы, о чем упоминается в адрес-календаре Нижегородской епархии 1888 года [5], в 1904 году [6] уточняется, что там есть главный престол Рождества Богородицы; правый придел – Петропавловский, левый – Никольский. В архитектуре



церкви [7] переплетаются барочные и классические формы с древнерусскими приемами, такими как пятиглавие (рис. 5). Объемно-ландшафтная структура объекта относится к соборному типу, ее основа – кубовидный, трехсветный, четырехстолпный четверик, перекрытый системой парусных сводов с распалубками и световым пятиглавием, где крупные луковичные главы покрыты «в чешую». Над четырехскатной кровлей храма возвышаются цилиндрические световые барабаны, прорезанные арочными окнами с замковыми камнями и пилястрами. Входы в храм украшают портики тосканского ордера, во всю ширину восточного фасада идет трехапсидный алтарь с высокой конховой крышей. Первый ярус решен в строгих формах с повторяющимися элементами: крупным рустом, трехчастным делением массивными пилястрами, обрамлением лучковых окон треугольными сандриками, фигурными наличниками и подоконными фартуками. Верхняя часть четверика отличается от нижней тонкостью проработки капителей, волют, гирлянд. Фасады венчаются антаблементом с многопрофильным карнизом, лепными розетками и живописными композициями на широком фризе. Согласно барочной традиции, над каждой пилястрой антаблемент раскрепован, скульптурные фигуры наличников арочных окон второго и третьего ярусов света по вертикали тесно контактируют друг с другом. По высоте фасады разделены антаблементом, для того чтобы при восприятии храма с удаленных точек, как правило, скрытый от глаз нижний ярус играл роль подиума для верхних частей, объединенных общим композиционным решением, открытых для обзора. Ландшафтно-визуальный анализ территории выявил гармоничную панораму Катунок со стороны Волги, демонстрирующую органичную взаимосвязь элементов природного и антропогенного ландшафта, организованную ансамблем культовых зданий с доминантой – церковью Рождества Богородицы.

Облику храма отвечает внутреннее убранство с полами из чугунных плит, с монументальной живописью высокого уровня, выполненной в академической манере предположительно художниками школы А. Ступина, опиравшимися на традиции итальянских мастеров [8].

В советское время церкви Катунок были закрыты, разграблены, как и памятник регионального значения – летний храм Рождества Богородицы (рис. 6). Предтеченская церковь (1790 г.), потеряв завершения, искажившие ее облик, еще в 1938 году была переоборудована под клуб имени В. П. Чкалова, на открытие которого приезжал сам легендарный летчик [9], сегодня она является выявленным объектом культурного наследия, с потенциальной возможностью реконструкции. Серьезное нарушение целостности восприятия историко-градостроительной среды Катунок произошло в середине XX века в связи с утратой Крестовоздвиженской (1807 г.), Смоленской (1784 г.) церквей, теплого храма Рождества Богородицы, часовен из-за затопления территорий села водами Горьковского водохранилища. В 1991 году уцелевший храм Рождества Богородицы был возвращен епархии, в 2000–2007 годах реконструирован, 15 ноября 2007 года был освящен, в 2009 году там появился приставной престол Петра и Февронии Муромских, с помощью пандусов организована доступная среда для маломобильных групп населения. В 2010 году по проекту Титова Э. Г., Ковалев В. В. была воссоздана на новом месте рядом с храмом Рождества Богородицы затопленная в 1956 году колокольня Крестовоздвиженской церкви (1807 г.) (рис. 7), восполнившая один из утраченных акцентов архитектурного облика Катунок.

Основным бассейном видимости объектов отреставрированного ансамбля



церкви Рождества Богородицы (1824 г.), органично включенного в облик поволжского села, является река Волга, береговая линия которой – композиционная ось поселения, сформировалась в середине XX века в связи с организацией Горьковского водохранилища. Она определила линейную планировочную структуру села, остальные улицы идут параллельно ей, соединяясь переулками, мостиками через овраги. Целостность архитектурного облика территории, прилегающей к ансамблю церкви, сохраняется за счет ценной историко-архитектурной среды – двухэтажных домов с нежилыми помещениями в первом этаже, типичных одноэтажных домов в три окна, выходящих на красные линии улиц, перекрытых двускатной кровлей с планировкой, характерной для северных районов Нижегородской области [10]. Невысокие темпы экономического развития поселения на протяжении XIX–XX веков, реконструкция храма начала XXI века позволили сохранить целостную историко-архитектурную среду Катунок, чья метроритмическая композиция облика – пример морфотипической сохранности фрагментов архитектурной среды [11] российского села начала XX – середины XX века, доминантами которой являются культовые здания. После реконструкции архитектурного облика Предтеченской церкви, бассейн видимости ансамбля культовых зданий Катунок существенно расширится, панорамный силуэт застройки села станет еще красивее. Границы объекта культурного наследия хорошо читаются в современной планировочной структуре Катунок, подтверждая возможность его дальнейшей реконструкции. Система визуальных связей церкви Рождества Богородицы обширна, благодаря высокой ярусной колокольне объект служит опознаваемым ориентиром открытых пространств сельской местности и территорий с Волги.

Основные выводы:

1. Степень сохранности уцелевшей после затопления в середине XX века историко-градостроительной среды поселка Катунки высока, его пространственно-видовой каркас сегодня сформирован системой доминант, состоящей из объекта культурного наследия региона церкви Рождества Богородицы (1824 г.) и воссозданной на новом месте в 2010 году колокольни, затопленной в 1956 году Крестовоздвиженской церкви, а также потерявшей завершения, требующей серьезной реконструкции Предтеченской церкви (1790 г.) и типологически однородной усадебной дисперсной малоэтажной фоновой застройки сельского типа.

2. Выявлена органичная взаимосвязь элементов природного и антропогенного ландшафта, гармоничная панорама Катунок с реки Волги, организованная силуэтом храма Рождества Богородицы и его колокольни – визуальных ориентиров для пространств вокруг села. Склоны высоких берегов Волги – важные элементы природной среды, влияющие на восприятие архитектурного облика ансамбля.

3. Сегодня территория церкви Рождества Богородицы, обнесенная оградой – это сохранившееся историческое ядро Катунок, вокруг которого расположилась сельская усадебная застройка линейного типа, однородная по морфологии архитектурной формы, с чертами типологического единства одноэтажных домов в три окна, перекрытых двускатной кровлей без акцентных завершений, с планировкой, характерной для северных районов Нижегородской области, с малым количеством объектов ценной историко-архитектурной среды, практически без утрат и нового строительства.

4. Архитектурный облик Катунок – пример морфотипической сохранности фрагментов среды российского села начала XX – середины XX века,



сформированный метроритмической композицией малоэтажной застройки дисперсного типа, представляющей контрастный фон для показа ритмических особенностей облика церкви Рождества Богородицы, находящейся в высокой степени сохранности, с акцентной доминантой – воссозданной колокольней. Целостность восприятия исторической среды нарушена из-за отсутствия завершений Предтеченской церкви, требующей серьезной реконструкции.

5. Объемно-планировочная структура церкви Рождества Богородицы (1824 г.) относится к соборному типу, ее основа – кубовидный, трехсветный, четырехстолпный четверик, перекрытый парусными сводами, с пятиглавым завершением, в ее облике переплетаются барочные и классические формы с древнерусскими приемами, что отражает традиции русской архитектуры времени постройки здания.

6. Градостроительная деятельность на территории Катунков должна регламентироваться с позиций охраны и возрождения памятников, с учетом масштабных, стилистических, композиционных и других характеристик исторической застройки, преемственности традиций облика поволжского села. Повышение туристической привлекательности Катунков, Чкаловского района Нижегородского региона возможно, если обратить внимание на его культурное наследие, требующее комплексной реконструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Филатов, Н. Ф. Катунки на Волге / Н. Ф. Филатов, Н. Ф. Поляков, М. М. Комарова. – Нижний Новгород : Деком, 2003. – 172 с. : ил.
2. Батюта, Е. М. Особенности формирования архитектурного облика исторических улиц Нижнего Новгорода : монография / Е. М. Батюта ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2010. – 232 с.
3. РГАДА. Съемка генерала Менде, 1860-е гг. – Рос. гос. архив древних актов.
4. ЦАНО (Центр. архив Нижегород. обл.). Ф. 3026. Оп. 1. Д. 115. Л. 1-9.
5. Снежницкий, А. Адрес-календарь Нижегородской епархии на 1888 год / А. Снежницкий. – Нижний Новгород : Тип. губерн. правления, 1888. – 1031 с.
6. Драницын, Н. И. Адрес-календарь Нижегородской епархии на 1904 год / Н. И. Драницын. – Нижний Новгород, 1904. – XVI, 308 с.
7. ЦАНО (Центр. архив Нижегород. обл.). Ф. 1679. Оп. 2. Д. 299.
8. Коваль, В. В. Храмы села Катунки / В. В. Коваль. – Нижний Новгород : Деком, 2006. – 96 с. : ил.
9. Волкова, Е. М. Архитектурный облик Предтеченской церкви в п. Катунки Чкаловского района Нижегородской области / Е. М. Волкова // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2016. – № 3 (39). – С. 85–93.
10. Волкова, Е. М. Архитектурный облик дома Мерзлякова (1860 г.) деревни Мякотино Чкаловского района Нижегородской области / Е. М. Волкова // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2017. – № 1 (41). – С. 89–95.
11. Батюта, Е. М. Особенности формирования архитектурного облика исторических улиц Нижнего Новгорода : дис. ... канд. архитектуры. В 2 т. Т. 2 / Е. М. Батюта / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2004.

VOLKOVA Elena Mikhaylovna, candidate of architecture, associate professor of the chair of standardization and engineering graphic



THE ARCHITECTURAL APPEARANCE OF THE CHURCH OF THE NATIVITY IN MARY (1824) OF KATUNKI VILLAGE OF THE CHKALOVSK DISTRICT OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-95; e-mail: skynn@mail.ru

Key words: architecture monuments, cultural heritage, architectural appearance, church of the Nativity of Mary (1824), Katunki village, Chkalovsk district, Nizhny Novgorod region, the Volga river.

The article analyzes peculiarities of the architectural appearance of the church of the Nativity of Mary (1824); its place in the pattern of the Volga village of Katunki of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region is identified.

REFERENCES

1. Filatov N. F., Polyakov N. F. Komarova M. M. Katunki na Volge [Katunki on the Volga]. Nizhny Novgorod. Dekom, 2003. 172 p.: il.
2. Batyuta E. M. Osobennosti formirovaniya arkhitekturnogo oblika istoricheskikh ulits Nizhnego Novgoroda [Features of formation of the architectural appearance of the historic streets of Nizhny Novgorod]: Monografiya. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. NNGASU, 2010. 232 p.
3. RGADA. Syomka generala Mende, 1860-e gg. [Survey by general Mende, the 1860s]. Ros. gos. arkhiv drevnikh aktov.
4. TsANO (Tsentr. arkhiv Nizhegor. obl.) [Central archives of the Nizhny Novgorod region]. F.3026, op.1, d.115, l.1-9.
5. Snezhnitsky, A. Adres-kalendar Nizhegorodskoy eparkhii na 1888 god [The address-calendar of the Nizhny Novgorod diocese for 1888]. Nizhny Novgorod. Tip. gubern. pravleniya, 1888. 1031 p.
6. Dranitsyn, N. I. Adres-kalendar Nizhegorodskoy eparkhii na 1904 god [The address-calendar of the Nizhny Novgorod diocese for 1904]. Nizhny Novgorod, 1904. XVI, 308 p.
7. TsANO (Tsentr. arkhiv Nizhegor. obl.) [Central archives of the Nizhny Novgorod region]. F.1679, op. 2, d. 299.
8. Koval, V. V. Khramy sela Katunki [Temples of the village of Katunki]. Nizhny Novgorod, Dekom, 2006. 96 p: il.
9. Volkova E. M. Arkhitekturny oblik Predtechenskoy tserkvi v p. Katunki Chkalovskogo rayona Nizhegorodskoy oblasti [The architectural image of the Precursor Church in the Katunki settlement of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2016. № 3 (39). P. 85–93.
10. Volkova E. M. Arkhitekturny oblik doma Merzlyakova (1860 g.) derevni Myakotino Chkalovskogo rayona Nizhegorodskoy oblasti [The architectural image of the Merzlyakov house (1860) in Myakotino village of the Chkalovsk district of the Nizhny Novgorod region]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2017. № 1 (41). P. 89–95.
11. Batyuta E. M. Osobennosti formirovaniya arkhitekturnogo oblika istoricheskikh ulits Nizhnego Novgoroda [Features of formation of the architectural appearance of the historic streets of Nizhny Novgorod]: dis. ...kand. arkhitektury. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2004.

© Е. М. Волкова, 2018

Получено: 19.12.2017 г.



УДК 725.4 (470.314)

Н. В. ГАРНОВА, аспирант кафедры истории архитектуры и основ архитектурного проектирования

ПРОМЫШЛЕННАЯ УСАДЬБА Д. Г. БУРЫЛИНА В Г. ИВАНОВО-ВОЗНЕСЕНСКЕ В КОНЦЕ XIX В.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-37;
эл. почта: ist_arh@nngasu.ru

Ключевые слова: промышленная усадьба, план, производство, корпус.

Рассматриваются этапы развития промышленной усадьбы Д. Г. Бурылина в г. Иваново-Вознесенске последней четверти XIX – начала XX вв. на территории бывшего села Иваново. Указаны особенности, формирующие архитектурный облик большинства промышленных усадеб данного периода времени.

На примере развития промышленной усадьбы купца Дмитрия Геннадьевича Бурылина можно проследить характер архитектурно-пространственных изменений, происходивших во многих промышленных усадьбах, расположенных на территории бывшего села Иваново г. Иваново-Вознесенска конца XIX в.

Усадьба Бурылина находилась в центре бывшего села Иваново, выходила на Георгиевскую площадь – главную торговую площадь, образованную на пересечении старинных торгово-почтовых трактов, позднее ставших улицами Мельничной, Кокуй и Литейной. На плане села 1774 года эти улицы и примыкающие к ним кварталы были местом сосредоточения главных торгово-производственных усадеб села [1].

Несмотря на то, что имеющиеся у нас данные о развитии усадьбы начинались с 1870 [2], ее расположение в застройке села и архитектурно-планировочное решение указывали на то, что она появилась на данном участке значительно раньше. Действительно, на плане села Иванова 1774 г. территория данной усадьбы являлась частью обширного владения крестьянина Гусева. Было отмечено, что в месте расположения усадьбы находилось каменное производственное строение. Согласно плану села 1832 г. [3] усадьба была собственностью крестьянина Г. П. Миронова, а на месте производственного строения разместилась ситцепечатная фабрика. На плане села с обозначением фабрик и заводов г. Иваново-Вознесенска от 1890 г. [4] отсутствовало указание на размещение производства на данной территории. Однако, согласно архивным данным, производство в усадьбе продолжало развиваться до начала XX века, т. е. более 150 лет. Планы села 1774 г. и 1832 г. также подтверждали, что большинству крупных промышленных усадеб села была свойственна историческая градостроительная преемственность. На протяжении XIX в. они продолжали развиваться на месте существовавших ранее усадебных предприятий. Отсутствие отметок о действующих производственных предприятиях в усадьбах бывшего села на плане 1890 г. свидетельствовало не об окончании производственной деятельности в усадьбах, а о снижении производственной значимости этих владений в конце XIX века из-за образования крупных фабрик в слободах бывшего Вознесенского Посада.

Согласно архивным документам, в 1870 г. данная усадьба принадлежала купцу

2-й гильдии Шавину и занимала прямоугольный участок 28 метров по фронту и 38 метров в глубину на склоне оврага на берегу ручья Кокуй (рис. 1).

Отсутствие фронтальной уличной застройки усадьбы, расположение производственных строений в глубине участка и по периметру задней части владения свидетельствуют, что изначально усадьба состояла из двух функционально-планировочных зон – жилой и производственной, однако, со временем, как и во многих других промышленных усадьбах села, жилая функция была утрачена.

Фабричные строения были плотно прижаты друг к другу, формируя замкнутый производственный двор. Производство размещалось в двухэтажном деревянном строении, состоящем из 3 производственных блоков. В первом блоке размером 14×12 метров располагались контора, красильня, галандра и колотильная машина; во втором – паровая машина; в третьем – сушилка. Над 1-м и 2-м блоком размещались вешала. Слева к зданию через брандмауэр примыкало единственное каменное строение фабрики – помещение парового котла со стальной дымовой трубой на каменном фундаменте, соединенное подземным дымовым каналом с помещением паровой машины главного производственного строения. Слева от котельной размещалась деревянная изба для рабочих.

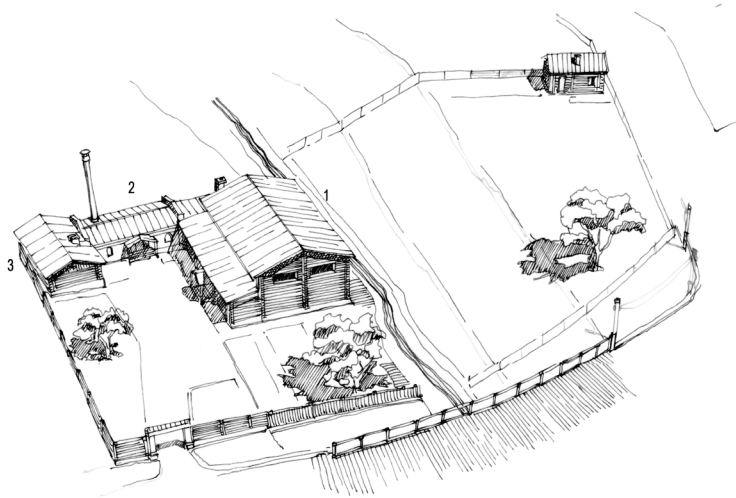


Рис. 1. Усадьба И. И. Шавина на пл. Георгиевской в г. Иваново-Вознесенске, 1870 г.:

1 – существующий двухэтажный фабричный деревянный корпус (1-й этаж – контора, галандра, красильня, колотильная, паровая машина, сушилка; 2-й этаж – вешала); 2 – каменное здание парового котла; 3 – людская изба с чуланом. Авторская реконструкция

Через некоторое время И. И. Шавин приобрел участок земли у наследников Грачева на противоположном берегу ручья Кокуй. В 1876 г. ивановским архитектором П. Троицким был разработан проект «кухни, столовой и спального отделения для фабричных рабочих» фабрики. На участке появились трехэтажное каменное здание с двухэтажной пристройкой на склоне оврага и деревянный одноэтажный флигель с деревянным сараем, выставленный по красной линии улицы Покровской (рис. 2).

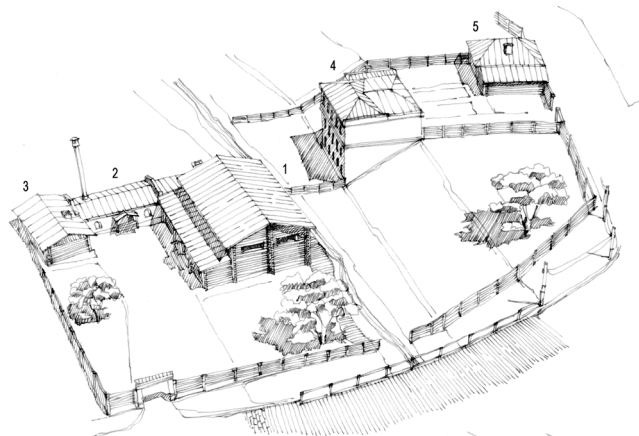


Рис. 2. Усадьба И. И. Шавина на пл. Георгиевской в г. Иваново-Вознесенске, 1876 г.:

1 – Существующий двухэтажный фабричный деревянный корпус (1-й этаж: контора, галандра, красильня, колотильная, паровая машина, сушилка; 2-й этаж: вешала); 2 – каменное здание парового котла; 3 – людская изба с чуланом; 4 – кухня, столовая и спальня рабочих; 5 – деревянный флигель-караулка с сараем. Авторская реконструкция

Новый трехэтажный кирпичный корпус имел 5 оконных осей, междуэтажный карниз между вторым и третьем этажами и венчающий карниз. Использование карнизов визуально уменьшило высоту третьего этажа, напоминая облик ивановских набойных корпусов, верхний этаж которых использовался для вешал и был ниже по высоте, чем остальные. Со стороны соседнего участка корпус имел глухую стену с аттиком. У левой боковой границы участка по улице Покровской была выстроена деревянная изба-караулка с сараем [5].

В 90-х годах XIX века усадьба была приобретена известным ивановским фабрикантом купцом Д. Г. Бурылиным. По его прошению к Городской Управе от 1886 года на месте деревянного производственного корпуса красильно-аппретурной фабрики было выстроено каменное трехэтажное с подвалом здание ткацкой фабрики шириной 15 метров и длиной 21 метр, 4 оси окон на главном фасаде и 7 осей окон на продольных фасадах. Парадный вход с крыльцом был расположен со стороны Георгиевской площади. Окна второго и первого этажей имели арочное завершение, окна третьего этажа были прямоугольные. В отделке здания использовались междуэтажные пояски-карнизы, развитый венчающий карниз и плоские широкие пилястры по углам [6]. Как и в трехэтажном корпусе для рабочих, третий этаж фабрики визуально выглядел ниже, чем 1-й и 2-й. По левой боковой границе участка вдоль красной линии была построена деревянная караулка. О предшествующих производственных строениях усадьбы И. И. Шавина напоминала лишь стальная дымовая труба бывшей котельной, расположенная недалеко от ткацкой фабрики.

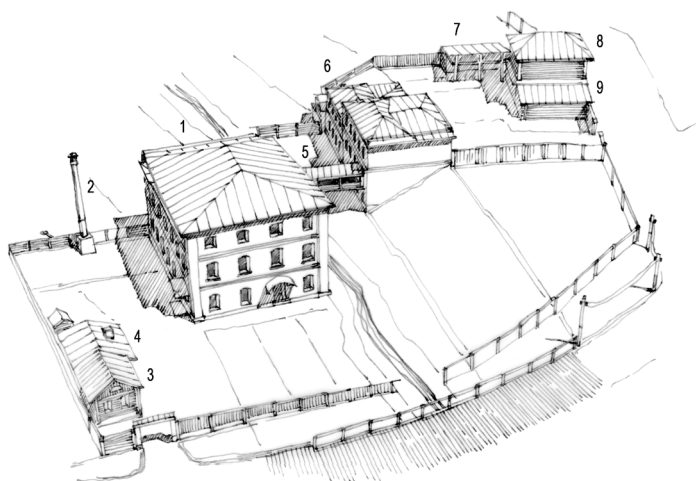


Рис. 3. Усадьба Д. Г. Бурлылина на пл. Георгиевской в г. Иваново-Вознесенске, 1886 г.:
1 – 2-3-4-этажная ткацкая фабрика; 2 – дымовая труба; 3 – деревянная караулка; 4 – деревянный сарай; 5 – деревянный надземный переход; 6 – 2-3-этажные каменно-деревянные производственные корпуса; 7 – деревянный навес; 8 – двухэтажный каменно-деревянный дом; 9 – деревянный сарай (позднее каменная лавка). Авторская реконструкция

В 1890 году у правой боковой границы участка вдоль красной линии улицы Покровской вместо деревянного флигеля-караулки был выстроен двухэтажный каменно-деревянный жилой дом. Дом имел трехосевое решение главного фасада. В 1-м этаже по центральной оси располагался арочный парадный вход, по сторонам от него – арочные окна с плоскими наличниками-ушами, по углам здания были выполнены плоские лопатки. За исключением боковой правой стены, выступающей в роли брандмауэра, 2-й этаж был деревянным, зашитым доской, окна – прямоугольной формы. Выпуски бревен зашивались плоскими лопатками [7]. Несмотря на использование классических ордерных элементов, отделка фабрики и дома носила эклектичный характер.

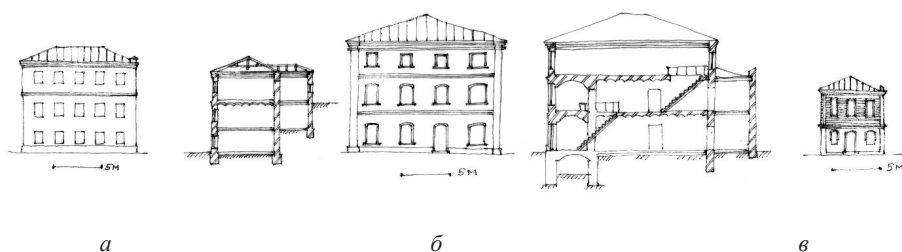


Рис. 4. Строения усадьбы Д. Г. Бурлылина на пл. Георгиевской в г. Иваново-Вознесенске в начале XX в.: а – фасад и разрез каменного корпуса для рабочих; б – фасад и разрез каменной ткацкой фабрики; в – фасад каменно-деревянного дома по улице Покровской. Авторский чертеж



В начале XX в. к участку была присоединена часть соседнего владения, на которой разместили деревянный сарай и одноэтажный деревянный жилой флигель около каменного жилого корпуса для рабочих. В 1905 г. был выполнен проект надземного деревянного перехода, соединяющего ткацкую фабрику и корпус для рабочих, ставший к этому времени также производственным [8]. Таким образом, был сформирован единый фабричный блок, а усадьба приобрела пространственно-развитый облик.

Несмотря на то, что постройки обеих частей усадеб возводились в разное время, они имели общие стилистические черты, что может указывать на то, что к концу XIX века в крупных промышленных усадьбах бывшего села Иваново, складывавшихся длительный период времени, возникла тенденция к созданию стилистически единого архитектурного комплекса, характерного усадебным и фабричным ансамблям Вознесенского Посада.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Село Иваново в 1774 г. План /Иванов. ист.-краевед. музей имени Д. Г. Бурлыгина, – Иваново, 1774 г.
2. ГАИО (Гос. архив Иванов. обл.). Ф. 55. Оп. 1. Д. 20. Л. 17.
3. План г. Иваново-Вознесенска с обозначением фабрик 1832 г. / Иванов. ист.-краевед. музей имени Д. Г. Бурлыгина, – Иваново.
4. План г. Иваново-Вознесенска с обозначением фабрик 1890 г. / Иванов. ист.-краевед. музей имени Д. Г. Бурлыгина. – Иваново.
5. ГАИО (Гос. архив Иванов. обл.). Ф. 55. Оп. 1. Д. 17. Л. 8.
6. План бывшей красильно-аппретурной фабрики, предполагаемый занять ткацкими станками. Владение Ив.-Возн. купца Д. Г. Бурлыгина у Приказного моста в городе Иваново-Вознесенске Владимирской губернии / Иванов. ист.-краевед. музей имени Д. Г. Бурлыгина, – Иваново, 1886 г.
7. ГАИО (Гос. архив Иванов. обл.). Ф. 55. Оп. 1. Д. 20. Л. 15.
8. ГАИО (Гос. архив Иванов. обл.). Ф. 2. Оп. 1. Д. 20. Л. 16.

GARNOVA Natalya Vladimirovna, postgraduate student of the chair of the history of architecture and architectural design fundamentals

INDUSTRIAL ESTATE OF D.G. BURLIN IN IVANOVVO-VOZNESENSK IN THE LATE XIX CENTURY

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-37;
e-mail: ist_arh@nngasu.ru
Key words: industrial estate, plan, production, building.

The article considers stages of the D. G. Burlin's industrial estate development in Ivanovo-Voznesensk in the last quarter of XIX – the beginning of XX century on the territory of former Ivanovo village. Peculiarities that form the architectural appearance of most industrial estates at that period are specified.

REFERENCES

1. Selo Ivanovo v 1774 g. Plan [Ivanovo village in 1774. Layout]. Ivanov. ist.-kraeved. muzey imeni D. G. Burylina, Ivanovo, 1774.



2. GAIO (Gos. arkhiv. Ivanov. obl.) [State Archive of Ivanovo region]. F. 55. Op. 1. D. 20. L. 17.
3. Plan g. Ivanovo-Voznesenska s oboznacheniem fabric 1832 g. [Layout of the city of Ivanovo-Voznesensk with factories' location of 1832]. Ivanov. ist.-kraeved. muzey imeni D. G. Burylina, Ivanovo.
4. Plan g. Ivanovo-Voznesenska s oboznacheniem fabric 1890 g. [Layout of the city of Ivanovo-Voznesensk with factories' location of 1890]. Ivanov. ist.-kraeved. muzey imeni D. G. Burylina, Ivanovo.
5. GAIO (Gos. arkhiv. Ivanov. obl.) [State Archive of Ivanovo region]. F. 55. Op. 1. D. 17. L. 8.
6. Plan byvshey krasilno-appretturnoy fabрики, predpolagaemy zanyat tkatskimi stankami. Vladenie Iv.-Vozn. kuptsa D. G. Burylina u Prikaznogo mosta v gorode Ivanovo-Voznesenske Vladimirskoy gubernii [Layout of the former dyeing-finish works with prospective locations of looms. Property of Iv.-Vozn. merchant D. G. Burylin at the Prikaznoy bridge in the city of Ivanovo-Voznesensk of Vladimir region]. Ivanov. ist.-kraeved. muzey imeni D. G. Burylina, Ivanovo, 1886.
7. GAIO (Gos. arkhiv. Ivanov. obl.) [State Archive of Ivanovo region]. F. 55. Op. 1. D. 20. L. 15.
8. GAIO (Gos. arkhiv. Ivanov. obl.) [State Archive of Ivanovo region]. F. 2. Op. 1. D. 20. L. 16.

© Н. В. Гарнова, 2018

Получено: 10.04.2018 г.

УДК 711(470.54-25)

Е. А. МАРКОВА, аспирант кафедры теории архитектуры и профессиональных коммуникаций

КОММУНИКАЦИИ СФЕР АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЦЕССА: СОУЧАСТИЕ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет»
Россия, 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 23. Тел.: (343) 371-33-69,
эл. почта: pinakla@mail.ru

Ключевые слова: коммуникации, архитектурный процесс, градостроительная документация.

Рассмотрены коммуникации между общественной, регулирующей и практической сферами архитектурного процесса при создании градостроительной документации. Практический мировой опыт их взаимодействия сравнивается с теоретической схемой организации работ над градостроительной документацией, составленной в соответствии с ГрК РФ, и ее практической реализацией в крупном городе (на примере г. Екатеринбург).

В современных публикациях все чаще озвучивается необходимость диалога между общественной и практической сферами современного архитектурного процесса вне зависимости от масштаба проектируемого объекта и количества вовлеченных участников. При этом активные горожане готовы вступать в разговор и вкладывать свои ресурсы в создание окружающей городской среды, профессиональное сообщество пропагандирует идеи соучастия и необходимость обратной связи от реальных потребителей, а регулирующие архитектурную деятельность организации создают юридические возможности для построения диалога и, как следствие, более мирной жизни на подведомственной территории. Эффективные коммуникации однозначно оказали бы положительное влияние



на эти три сферы. Однако на данный момент нет работающих механизмов коммуникации заинтересованных участников архитектурного процесса, возможно потому, что их становление только началось. В связи с этим возникает потребность в разносторонних исследованиях современных коммуникаций: задач участников архитектурного процесса, вариаций организации коммуникаций, их результатов и т.д.

Архитектурная деятельность включает в себя большой спектр объектов: от создания арт-объекта и благоустройства придомовой лужайки до проектирования городских кварталов, мировых центров и крупных городов. На уровне создания градостроительной документации, затрагивающим интересы значительного количества людей и являющимся, по сути, директивным по отношению к другим уровням архитектурных объектов, сфокусирована эта статья.

Основным вопросом проведенного исследования было понимание схем взаимодействия участников архитектурного процесса при создании градостроительной документации. В частности, по каждому изученному проекту было выявлено: кто организует работы, из каких источников финансируется деятельность, что ложится в основу генерального плана поселения, где и в какой форме население участвует в этой работе, из чего состоит градостроительная документация и на какой период она рассчитывается.

В ходе исследования были изучены материалы, описывающие практические примеры градостроительной деятельности в мировом опыте. Основанием работы стали труды А. В. Бунина и Т. Ф. Саваретской [1], В. Л. Глазычева [2], дополненные публикациями о конкретных проектах. Так были изучены проекты, созданные в XX в. в странах Европы, Америки, Азии (не менее трех на регион): Англии (Большой Лондон), Испании (Бильбао), Нидерландов (Альмире), Франции (Лорьен), Швеции (Стокгольм), Италии (Рим), Германии (Берлин), США (Атланта, Сигл, Денвер), Канада (Ванкувер), Бразилия (Бразилиа), КНР (Шанхай), Япония (Токио), Индия (Новый Дели). О значительной градостроительной деятельности в Австралии и Африке пока можно говорить в их колониальный период, поэтому именно они были изучены для Африки (Лагос, Лусака) и Австралии (Канберра). На основании изученного материала были выделены три основных варианта взаимодействия практической, общественной и регулирующей сфер архитектурного процесса при создании градостроительной документации.

1. Отсутствующая коммуникация участников. Первая схема характеризует ситуацию в странах с авторитарной системой. Муниципалитет зачастую в виде прямого указания правителя формулирует концептуальные установки и задание на проектирование генерального плана. Проектирование поручается либо напрямую архитектору, либо через конкурс. Как правило все этапы работы жестко подконтрольны заказчику (правителю). Горожане к обсуждению не привлекаются. В этой схеме главенство над практической сферой принадлежит регулирующей сфере архитектурного процесса. Общественная сфера вообще не участвует в создании градостроительной документации (рис. 1). Это наиболее часто встречающаяся схема среди изученных примеров. К ней относятся: Нидерланды, Италия, Германия, Бразилия, КНР, Япония, Новый Дели, колониальная Африка, колониальная Австралия, СССР.

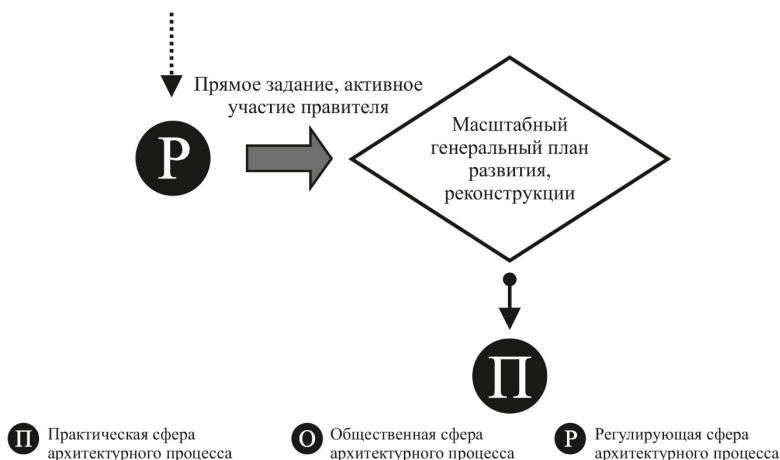


Рис. 1. Отсутствующая коммуникация участников

2. Ограниченная коммуникация участников. В этой схеме основная инициатива по созданию генерального плана и сопутствующих этому мероприятий принадлежит муниципалитету. Именно местная администрация инициирует работы, организует исследования и социологические опросы горожан, формулирует задачи и соотносит их с планами развития региона, организует проектирование, изредка выносит готовый результат на публичное обсуждение. Генеральный план становится регулирующим документом для архитекторов и инвесторов, которых также нанимает муниципалитет. В рамках этой схемы регулирующая сфера берет на себя руководство (на основании законов, постановлений, исследований и других документов), решает, когда и в каком объеме привлекать общественную сферу, а также следит за исполнением принятых установок практической сферой впоследствии (рис. 2). Из изученных примеров к этой схеме можно отнести градостроительную деятельность в Англии, Испании, Швеции, Канаде.

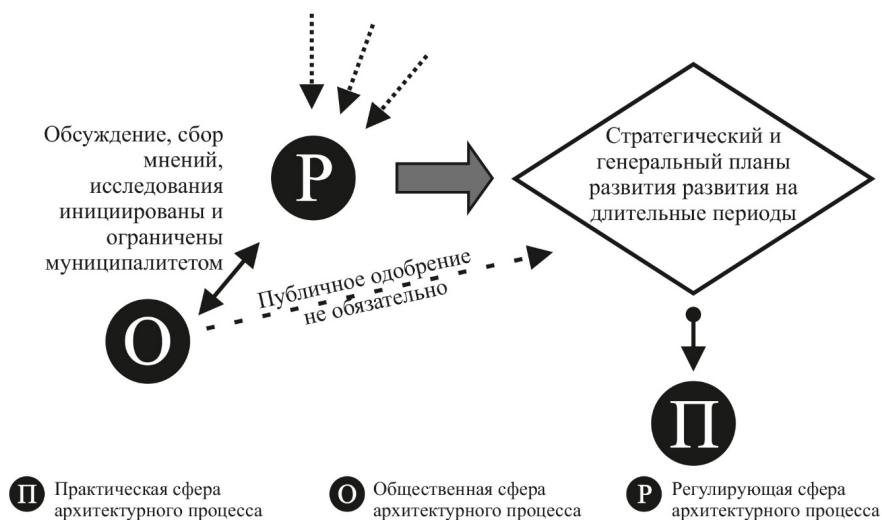


Рис. 2. Ограниченная коммуникация участников

3. Активная коммуникация участников. Для этой схемы характерно постоянное включение горожан, организаций и сообществ в архитектурно-градостроительную деятельность при посредничестве муниципалитетов. Предложения формулируются и приносятся в муниципалитет самостоятельно различными организациями, при этом, как правило, эта работа происходит постоянно с небольшим периодом. Муниципалитет же собирает пожелания, программы развития региона, стратегию развития территории, организует работы по созданию генерального плана и последующего его обсуждения (в том числе и публичного) и исправления замечаний. На основании этого генплана привлекаются инвесторы и делаются заказы архитекторам. В этой схеме общественная, регулирующая и практическая сферы взаимодействуют на равных: первая вносит предложения и обозначает принципиальные моменты, третья проектирует в согласии со всеми высказанными требованиями и пожеланиями, а вторая координирует эти процессы и работы (рис. 3). Из изученных примеров к третьей схеме относятся проекты Франции и США.

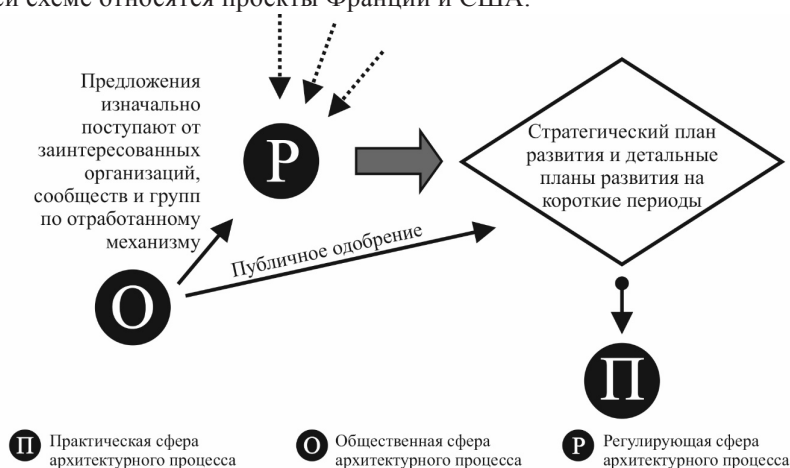


Рис. 3. Активная коммуникация участников

Для выявления современной ситуации взаимодействий между практической, регулирующей и общественной сферами архитектурного процесса в градостроительной деятельности России были изучены Градостроительный Кодекс РФ и общедоступная документация крупного развивающегося города (Екатеринбурга). Если Кодекс дает теоретическое представление о том, как должна осуществляться градостроительная деятельность в России, то документация Екатеринбурга – о практическом воплощении этих установок.

Градостроительный Кодекс РФ содержит информацию о пути создания генерального плана поселения, включающего стратегический план развития конкретной территории и федеральные, региональные программы развития как основу с учетом мнений заинтересованных организаций и лиц, в том числе обязательно публичное обсуждение проектов (рис. 4). По рисунку видно, что в теории градостроительная деятельность в нашей стране находится между схемами 2 и 3, поскольку контролирующее влияние муниципалитета велико, но есть несколько закрепленных и даже обязательных возможностей высказываний и оценки со стороны общественности. Однако ученые, занимающиеся анализом ГрК РФ, среди других поводов для критики часто обозначают, что в нем нет

механизмов учета общественных интересов и участия граждан при планировании, закреплённой цели создания качественной среды жизнедеятельности (особенно на уровне генеральных планов городов), комплексного подхода к созданию градостроительной документации поселения [3–5].

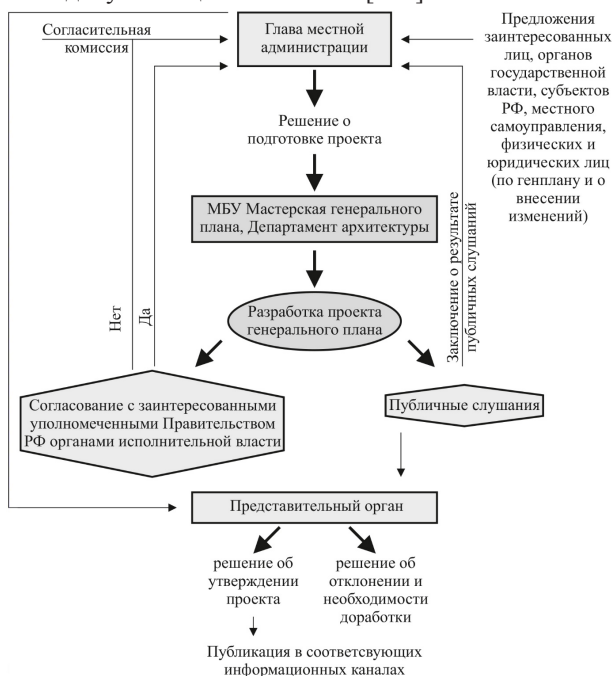


Рис. 4. Схема создания градостроительной документации по ГрК РФ

Схема взаимодействия практической, регулирующей и общественной сфер архитектурного процесса при создании градостроительной документации в современном Екатеринбурге (рис. 5) сравнивалась и с обобщающими схемами мирового опыта взаимодействия этих сфер, и с теоретической схемой, составленной на основании изучения ГрК РФ.



Рис. 5. Схема взаимодействия практической, регулирующей и общественной сфер архитектурного процесса при создании градостроительной документации в современном Екатеринбурге



На сегодняшний день в Екатеринбурге существуют: Стратегия развития (2003–2020), созданный на ее основании Генеральный план (2004–2025), Правила землепользования и застройки (2007, последняя актуализация 2015) с более детальной проработкой участков города.

В реальности крупного города, такого как Екатеринбург, видно, что Стратегический и Генеральный планы, Правила землепользования и застройки требуют постоянной актуализации, поскольку эти документы рассчитываются на длительный период. В их разработке могут принимать участие представители общественности, но ежегодной работы по конкретной архитектурно-градостроительной деятельности с привлечением местных жителей не ведется.

Публичное обсуждение Генерального плана инициируется Муниципалитетом. Оно строго ограничено: существует возможность внести предложения в начале работ по созданию или актуализации генплана, но через главу администрации и в течение одного месяца после начала работ можно внести предложения и замечания по готовому проекту через публичные слушания (опять же в нужной форме и в определенное время). Публичные слушания сегодня являются формальным мероприятием с рекомендательными полномочиями. Возможности для высказывания своего мнения общественной сферой есть, но о них необходимо знать и успеть все правильно сделать за небольшой отрезок времени.

На официальных сайтах районных Администраций нет подробных планов (поскольку каждый район – это часть Екатеринбурга, то для него не нужны отдельные правовые акты), схем развития или планируемых в ближайшее время мероприятий на подведомственных территориях, то есть нет информации о том, как будет идти развитие отдельных участков города в ближайшее время, какие программы будут на них реализовываться в следующем году. Обычный житель квартала не может узнать о своем архитектурном будущем, повлиять на запланированные мероприятия или внести предложения. Единственное, что житель может сделать, это совместно с соседями благоустроить придомовую территорию.

В статье были выявлены три варианта коммуникаций участников общественной, регулирующей и практической сфер архитектурного процесса при создании градостроительной документации в мировом опыте: Отсутствующая, Ограниченная и Активная.

Предписания Градостроительного Кодекса РФ предполагают выстраивание коммуникаций, схему которых можно расположить между Ограниченной и Активной. Организация градостроительной деятельности Екатеринбурга формально соответствует ГрК РФ, но регламенты мероприятий сильно ограничивают возможность возникновения диалога между участниками архитектурного процесса.

Ситуация в г. Екатеринбурге ближе всего ко второй обобщающей схеме «Ограниченная коммуникация», поскольку многое определяет Муниципалитет, а свободных инициатив от горожан слишком мало. На сегодняшний день в городе нет эффективных механизмов взаимодействия участников практической, общественной и регулирующей сфер архитектурного процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бунин, А. В. Градостроительство XX века в странах капиталистического мира : в 2 т. / А. В. Бунин, Т. Ф. Саваретская. – 2-е изд. – Москва : Стройиздат, 1979. – 412 с.



2. Глазычев, В. Л. Урбанистика / В. Л. Глазычев. – Москва : Европа, 2008. – 782 с.
3. Воронков, В. В. Современное законодательство России о градостроительстве и градостроительная практика: эпизоды деформации процесса / В. В. Воронков, Н. П. Петров // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. – 2014. – № 1. – С. 295–297.
4. Герцберг, Л. Я. Настоящее и будущее Градостроительного кодекса РФ / Л. Я. Герцберг // Academia. Архитектура и строительство. – 2015. – № 2. – С. 97–101.
5. Любовный, В. Я. Регулирование градостроительства в изменяющихся условиях развития России / В. Я. Любовный // Academia. Архитектура и строительство. – 2016. – № 1. – С. 57–63.

MARKOVA Ekaterina Andreevna, postgraduate student of the chair of theory of architecture and professional communications

COMMUNICATIONS OF ARCHITECTURAL PROCESS SPHERES: PARTICIPATION IN TOWN-PLANNING ACTIVITIES

Ural State University of Architecture and Arts

23, K. Liebknecht St., Ekaterinburg, 620075, Russia. Tel.: +7 (343) 371-33-69;
fax: +7 (343) 371-57-32; e-mail: pinakla@mail.ru

Key words: communication, architectural process, town planning documentation.

The article considers communication between the public, regulatory and practical spheres of an architectural process in creation of town planning documentation. Practical world experience of their interaction is compared with the theoretical scheme of organization of works on town-planning documentation, compiled according to the Urban Planning Code of the Russian Federation, and its practical implementation in a large city (by the example of Ekaterinburg).

REFERENCES

1. Bunin A. V., Savaretskaya T. F. Gradostroitelstvo XX veka v stranakh kapitalisticheskogo mira [Town planning of the XX century in the countries of the capitalist world]: 2-e isd. Moscow, Stroyizdat, 1979, 412 p.
2. Glazychev V. L. Urbanistika [Urbanistics]. Moscow, Evropa, 2008. 782 p.
3. Voronkov V. V., Petrov N. P. Sovremennoe zakonodatelstvo Rossii o gradostroitelstve i gradostroitel'naya praktika: epizody deformatsii protsesssa [Modern Russian legislation on urban development and town-planning practice: episodes of process deformation]. Yuridicheskaya nauka i praktika: Vestnik Nizhegorodskoy akademii MVD Rossii [Legal science and practice: Bulletin of the Nizhny Novgorod Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia], 2014, № 1. P. 295–297.
4. Gertsberg, L. Ya. Nastoyaschee i budushee Gradostroitel'nogo kodeksa RF [The present and future of the Town Planning Code of the Russian Federation]. Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Academia. Architecture and construction], 2015, № 2. P. 97–101.
5. Lyubovny, V. Ya. Regulirovanie gradostroitelstva v izmenyayushikhsya usloviyakh razvitiya Rossii [Regulation of urban development in the changing conditions of development of Russia]. Academia. Arkhitektura i stroitelstvo [Academia. Architecture and construction], 2016, № 1. P. 57–63.

© **Е. А. Маркова, 2018**

Получено: 19.12.2017 г.



УДК 725(470.44)

А. С. А. АМЕР, аспирант кафедры архитектурного проектирования;
С. В. НОРЕНКОВ, д-р филос. наук, проф. кафедры архитектурного проектирования

ТРАДИЦИОННАЯ И СОВРЕМЕННАЯ СЕЛЬСКАЯ АРХИТЕКТУРА ЕГИПТА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83; эл. почта: Ahmed.amer@sh-eng.menofia.edu.eg

Ключевые слова: традиционная архитектура, современная архитектура, «зеленая» архитектура, сельское строительство.

Исследуются принципы традиционной и современной архитектуры, которые позитивно влияют на процесс проектирования и сельского строительства. Важность этого исследования заключается в том, чтобы подчеркнуть значимость зеленой архитектуры.

Архитектурное проектирование зданий обычно традиционно определяется необходимостью соответствовать набору оптимальных и минимальных критериев эффективности, включая бюджетные и временные ограничения, а также функциональность по потребности в энергосбережении [1]. Эти факторы обычно задают условия при проектировании здания, которые соответствуют данным минимизированным критериям для массового потребления. Следует стремиться к достижению более эффективных, конструктивно устойчивых зданий. Далее основное внимание будет уделено архитектурной ситуации и изменениям, происходящим в египетских деревнях, и их влиянию на качество жизни в них, где также подчеркивается важность поиска новых подходов к работе с жилыми зданиями сельских поселений.

1. Деревня эгипция – самая древняя форма человеческого поселения в истории Египта. Это основная единица, которая придерживается социально- коллективной системы, имеет свои обычаи, традиции и социальные институты, унаследованные с древних времен. В отличие от застройки в городской среде, где на заводе требуется большая площадь для размещения рабочих, сельскохозяйственные угодья требуют гораздо меньшую площадь для размещения крестьян и их семей. Форма традиционной египетской деревни была тесно связана с окружающими экономическими и политическими обстоятельствами. В течение тысяч лет египтянину было отказано в праве собственности на его сельскохозяйственные угодья. Земельная собственность принадлежала губернаторам во времена Фараонов, Птолемеев, а также во времена правления Рима [2].

В начале девятнадцатого века большая часть населения Египта жила в сельской местности, а менее 10 % населения проживало в городских районах. Число деревень достигло 2 325 еще до планов развития Мухаммеда Али и его преемников девятнадцатого века. Строительство асфальтовых дорог оказало большое влияние на развитие египетских деревень; это вызвало создание новых деревень и рост старых (Muselhi, 1990). Новые ирригационные проекты защищали деревни от ежегодных наводнений и позволяли фермерам покидать свои дома на

склоне и строить новые дома на равнинных территориях, благоприятных для сельского хозяйства (рис. 1–2). Следует заметить, что деревни, которые находились на пути железных дорог, росли быстрее, чем те, что были удалены от них, хотя были более поздними [3].

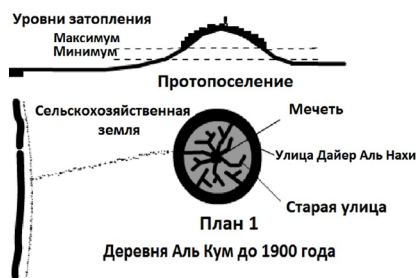


Рис. 1. Традиционная египетская деревня до 1900 г. как протопоселение [4]

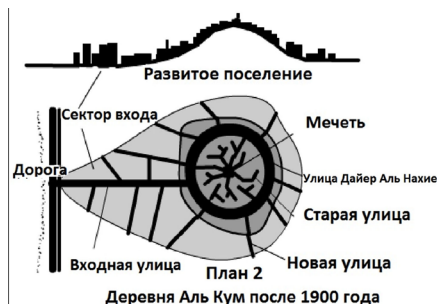


Рис. 2. Развитие деревни Аль-Кум в XX в. как развитое поселение [4]

В течение двадцатого века села начали расширяться на смежных сельскохозяйственных угодьях, в результате чего было построено еще много домов для быстро растущего населения. Жители села имитировали методы планирования и строительства, обнаруженные в зданиях с неофициальным расширением жилой площади вокруг столицы Каира и других крупных городов. Кроме того, политическая трансформация в середине века привела к социальным, экономическим и культурным изменениям, которые влияли на распределение сельскохозяйственных земель. Антиколониальная революция 1952 года распределяла сельскохозяйственные земли среди крестьян, позволяя им впервые владеть землей в истории Египта. Крупные сельскохозяйственные земли, принадлежащие богатым людям, были распределены среди бедных крестьян, выделяющих 5 федданов (1 феддан равен 4 200 м²) на одного крестьянина (рис. 3). Также в течение двадцатого века начались колоссальные преобразования, которые оказали резкое влияние на качество жизни и окружающую среду в этих хрупких традиционных поселениях: демографический взрыв, политические, экономические и социальные изменения, а также миграции населения из-за войн и культурные изменения [4], которые угрожают деревне как народной архитектуре с ее свойствами.



Рис. 3. Существующая ситуация в зданиях сельских мест (Автор: Амер А. С. А.)

2. Традиционные сельские жилые здания. Традиционная архитектура в настоящее время представляет ценность для устойчивого и энергоэффективного здания, так как является результатом совокупных усилий по поддержанию жизни в связи с локальными ограничениями и доступными ресурсами. Поэтому традиционная архитектура – это система, которую следует изучать с точки зрения устойчивости развития (рис. 4, 5, 6), поскольку стратегии, которые в настоящее время являются основой стабильного строительства, основаны на аспектах и характеристиках этого типа архитектуры [5].



Рис. 4. Традиционный жилой сельский дом [6]



Рис. 5. Добавляется сидячее место «Мандара»



Рис. 6. Коммуникации с деревянной лестницей

Исследования подчеркивают, что традиционная архитектура признана как практичный, эффективный, климатически и экологически устойчивый пример для тиражирования. В прошлом, когда энергия была труднодоступна, а активных систем не было, строителям приходилось экспериментировать и разрабатывать гениальные пассивные системы, обеспечивающие комфорт в помещении и отвечающие конкретным потребностям человека и климатическим условиям с помощью имеющихся материалов и технологий [7].



Рис. 7. Египетский традиционная сельская территория [8]



Рис. 8. Египетская производственная компания, пример традиционных сельских территорий [8]

3. Существующие жилые здания. Значительная потеря архитектурных ценностей повлекла за собой снос и реконструкцию многих домов, образующих дворовые территории. Развернулось строительство бетонных конструкций с несовместимыми архитектурными и декоративными элементами (рис. 11). Прежде всего, новые конструкции повторяют обычные модели новых периферийных расширений, а также влияют на сильную архитектурную идентичность деревни, что ясно демонстрирует новая архитектура Гурна 1946–1952 годов (рис. 10),

спроектированная известным египетским архитектором Фатхи (1900–1989) [9]. Это пример того, как местная архитектура, соответствующая контексту места, заменяется чужеродными зданиями, не вписывающимися в окружающую территорию [10], где деревня потеряла свою идентичность. С такой же проблемой сталкивается более чем 5 000 деревень в Египте.



Рис. 9. Деревня Гурна, арх. Фатхи [10]



Рис. 10. Деревенская архитектура, 1946–1952 гг. [10]



Рис. 11. Сельское хозяйство
(Автор: Амер А. С. А.)



Рис. 12. Новая архитектура [11]

Существующая ситуация связана с новыми тенденциями в отношении сельских поселений и учитывает новые видения, «Зеленая архитектура» является одним из таких подходов к устойчивому развитию в нашем сельском развитии, основанному на принципе народности архитектуры (рис. 14). Термины «устойчивый» и «зеленый» обычно используются чрезмерно для описания экологически чувствительной архитектуры, но на более глубоком уровне каждый термин также связан с социальными и политическими последствиями [6].

4. «Зеленые методы и подходы». Характеризуется как «радикализированный вариант экологической чувствительности, сохранения окружающей среды и принятия цикличности материи вместо потребления материи», движение «Зеленые» начало появляться в середине 1980-х годов. В Соединенном Королевстве Партия Зеленых описывается как самая сильная организованная волна колебаний перед социализмом. В 1990 году комиссия европейского сообщества выпустила «Зеленую бумагу по городской среде», которая обозначает важную связь между экологическими и зелеными направлениями в архитектуре (рис. 13). Более ранние определения теперь превратились во всеобъемлющий термин, который



называется «Экологическая архитектура». Он объединяет интересы взаимосвязей устойчивости, экологического сознания, «зеленых методов», естественных и органических подходов в попытке разработать решения, основанные на требованиях и характеристиках ситуации, ее окрестностей, местном микроклимате и топологии. Данное понятие содержит и вопросы, ответы на которые ищут во всем мире.

Наиболее важными являются рекомендации со встречи на высшем уровне в Рио-де-Жанейро 1992 года, под названием «Использование местных материалов». Важны стимулы, способствующие продолжению традиционных методов с региональными ресурсами и стратегиями самопомощи (выбор материала для внешнего контура здания с высокой теплоемкостью и низким коэффициентом теплопередачи) [12]. Обращается внимание на рассмотрение таких важных аспектов, как: регулирование энергоэффективных принципов проектирования, использование трудоемких, а не энергоемких методов строительства, реструктуризация кредитных организаций с целью позволить бедноте покупать строительные материалы и услуги, распространение микрокредитов. Происходит также важное изучение методов поощрения и облегчения рециркуляции и повторного использования строительных материалов, особенно тех, которые требуют интенсивного потребления энергии при их изготовлении, использование «чистых технологий» [4].

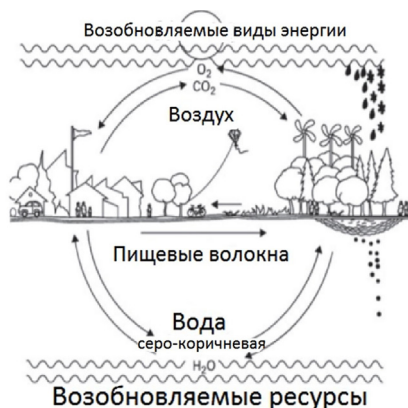


Рис. 13. Диаграмма экологических систем Пульмана [13]

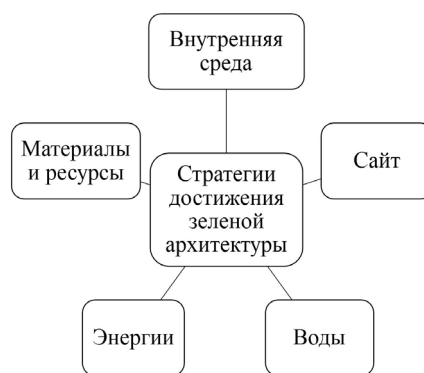


Рис. 14. Основные проблемы зеленой архитектуры [14]

5. Первая «солнечная» деревня Египта поднялась из пустыни. Расположенный в «Bahariya Oasis» и оснащенный встроенными солнечными панелями «Karm Build Tayebat Workers Village» в настоящее время обеспечивает убежище на 350 человек. Специалисты «Karm Build- Карамбилд» говорят (рис. 13, 16), что это «единственная компания в Египте, которая интегрирует солнечные технологии в проектирование здания», а использование местных натуральных материалов обеспечивает благоприятное воздействие на естественную среду.



Рис. 15. Использование натуральных материалов



Рис. 16. Старые формы в новых проектах

Интеграционные проекты позволяют регионам извлекать пользу из солнечного света, притом дополняя архитектуру зданий современным, элегантным дизайном. Фотогальванические солнечные панели украшают крыши деревни рабочих Тэйебат. Эти панели органично сливаются с каменными стенами домов деревни. Данные разработки выступают в качестве «тепловой защиты крыши» [15].



Рис. 17. Первая солнечная деревня Египта поднимается из пустыни в оазисе Бахария [15]

В Карамбилд применялись устойчивые технологии строительства, такие как использование методов снижения энергопотребления, также само строительство производилось на 90 % из местных наземных материалов. В регионе, где расположена деревня рабочих Тэйебат, песчаный камень часто удаляют, чтобы построить здания. Спецы Карамбилда поняли, что песчаник можно использовать в зданиях, а не убирать. Они считают, что этот «богатый природный ресурс» на самом деле «структурно жизнеспособен», согласно Кафрави. Использование природного, местного песчаника позволяет зданиям прекрасно сочетаться с окружающей пустыней.

Выводы:

1. Народный язык архитектуры – это не только учебный пример в области климатического строительства, но и база знаний традиционных строительных технологий. Экономически эффективные здания – серьезный метод в борьбе с доступностью материалов и уважением местных культурных традиций. Процессы совершенствования удаются в топ мере, поскольку народная архитектура может способствовать сокращению потребления энергии и количества отходов за счет использования пассивного солнечного дизайна и местных материалов в процессе непрерывного развития, в котором строительные технологии адаптированы для



конкретных случаев в соответствии с территорией и климатом.

2. Изучая прошлое, уже в настоящем можно использовать потенциал существующих технологий и улучшить его, чтобы изменить существующую энергетическую парадигму. Внутреннее жилище может не соответствовать во многом нынешним стандартам комфорта, однако может дать некоторые подсказки о стратегиях уменьшения использования невозобновляемой энергии. Благодаря оптимизации этих стратегий можно будет удовлетворить желаемые стандарты комфорта при одновременном снижении потребления энергии ограниченных полезных ископаемых.

3. Можно сделать вывод о том, что для развития сельских зданий требуется тщательный и подробный анализ во время проектирования, в котором активно учитываются экологические аспекты, природоподобные технологии. Устойчивые стратегии профессионального проектирования уменьшат долгосрочные издержки и приведут мировое сообщество к экологически ответственному развитию. Обычные деревни могут быть экологически безопасными, чистыми, не оставляющими нежелательный отпечаток на существующей природной среде. Также выясняется, что местное сообщество приносит пользу, когда деревни используют своих работников и применяют местные материалы для преодоления местной безработицы.

4. Наконец, необходимо разработать новые модели жилья, чтобы лучше понимать предпочтения и пространственные потребности жителей, увереннее размышлять о существующих структурных проблемах, методах реабилитации и новых вариантах строительства, а также реализации экспериментальных проектов, направленных на интеграцию жилья, общественных зданий, открытое пространство, инфраструктуру, социально-экономические и ответственные туристические мероприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

1. Steel, James. Ecological Architecture : a Critical History / James Steel. – London : Thames and Hudson, 2005. – 272 p.
2. Abo, Alaa. Traditional residential rural house / Alaa Abo. – Cairo : Egyptian rural house : Book press, 1990. – 400 p.
3. Muselhi, Fathy M. Between the Problems of Comprehensive Development and Village Planning: Urban Egypt at the beginning of the 21 Century / Fathy M. Muselhi. – Egypt : Dar El Maarif Al Gamia, 1990. – 214 p.
4. Mahgoub, Yasser. The transformation of traditional rural settlements in Egypt / Yasser Mahgoub // Culture and Space in the Built Environment Network / IAPS-CSBE Network Amasya. – Turkey, 2000, June. – P. 7.
5. Steel, James. Architecture Today / James Steel. – London : Phaidon press limited, 2001. – 512 p.
6. Abo, Alaa, Traditional residential rural house / Alaa Abo // Egyptian rural house, Book press. – Cairo, 1990. – 400 p.
7. Marino, Margarita. A New Vision of the Rural World's Role in a Globalized Environment / Margarita Marino. – Berlin : Springer Berlin Heidelberg, 2001. – 30 p.
8. Egypt – Rural settlement [Electronic source]. – Rezhim dostupa : <http://www.delcampe.net/>. (accessed: 15.01.18).
9. Fathy Hassan, Gourni : A Tale of Two Villages. – Egypt : Ministry of Culture, 1969. – 295 p.
10. Safeguarding project of Hassan Fathy's New Gourni Village [Electronic source]. – Rezhim dostupa : <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001925/192524e.pdf>. (accessed: 15.01.18).



11. Abd al-Hamid, Yara. Analytical study of the Egyptian rural characteristic at the last decades : master thesis / Yara Abd al-Hamid ; Menofia university. – Egypt, 2006. – 114 p.
12. Ying, Wanga. Study on the Green Design Strategies of «Neo-Vernacular Architecture» : 4-th International conference on Countermeasures to Urban Heat Island / Wanga Ying, Lia Xiaofeng, Gana Yuelang // Procedia Engineering. – 2016. – № 169. – P. 367–374.
13. Steel, James, Ecological Architecture: a Critical History / James Steel. – London : Thames and Hudson, 2005. – 272 p.
14. Oliver, P. Encyclopedia of vernacular architecture of the world / P. Oliver // Cultures and habitats / Cambridge University Press. – Cambridge, 1998. – Vol. 2. – P. 23.
15. Cooke, L. Egypt's first solar-powered village rises from the desert in Bahariya Oasis [Electronic source] / L. Cooke. – 2016. – Rezhim dostupa: <http://inhabitat.com/egypts-first-solar-powered-village-rises-from-the-desert-in-bahariya-oasis>. (accessed: 15.01.18).

AMER Ahmed Said AbdAlla, postgraduate student of the chair of architectural design; NORENKOV Sergey Vladimirovich, doctor of philosophical sciences, professor of the chair of architectural design

VERNACULAR AND CONTEMPORARY RURAL ARCHITECTURE OF EGYPT

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: Ahmed.amer@sh-eng.menofia.edu.eg

Key words: traditional architecture, modern architecture, green architecture, rural development.

The article demonstrates traditional and contemporary architecture principals that have positive influence on the process of designing and rural development. The importance of this research is to highlight the significance of green architecture.

© А. С. А. Амер, С. В. Норенков, 2018

Получено: 31.03.2018 г.

УДК 72.03(64)

О. НАССИФ, аспирант кафедры архитектурного проектирования

ОСОБЕННОСТИ ТРАДИЦИОННЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ В МАРОККО

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-17-83;
эл. почта: nassif.otmane@gmail.com

Ключевые слова: Марокканская архитектура, архитектурные формы, особенности риад, узоры, орнаменты.

Исследуются традиционные архитектурные формы Марокко. Особое внимание уделено изучению особенностей риад как одной из самых ярких архитектурных форм марокканской архитектуры.



Архитектурное наследие Марокко – самое богатое среди стран Магриба. Причиной такого архитектурного разнообразия является влияние множества стран, которое испытало на себе Марокко за время всего исторического периода развития. Таким образом, каждый регион Марокко имеет свои характерные особенности в архитектуре, отличающиеся собственным подчерком. Различные художественные формы арабо-мусульманского искусства находят свое полное развитие в традиционной марокканской архитектуре. Кроме того, огромное влияние на марокканскую архитектуру оказал мавританский стиль.

Марокканская архитектура – это архитектурное разнообразие, уходящее своими корнями в испано-мавританское искусство. Многоликость охватывает формы исламского искусства на Пиренейском полуострове, отнесенные ко времени правления халифов Омейядов в Сирии, а затем под властью династий Альморавидов и Альмохадов в период с VIII по XIV век. Марокко является перекрестком арабского Востока и Западного Средиземноморья, в основном Андалусии. Городской стиль оказал влияние на деревенскую архитектуру, в итоге архитектура сельской местности приобрела самобытность.

Пожалуй, самое сильное влияние на марокканскую архитектуру как древности, так и современности оказали исламские элементы. Каллиграфия, цитирующая коранические стихи, чрезвычайно подробные орнаменты из цветов и геометрических узоров являются уникальными особенностями не только мечети, но также и многих других типов зданий. Даже в мечетях, где преобладают исламские влияния, традиционные марокканские плитки со своим собственным дизайном и цветовой эстетикой включены в фонтаны, используемые для очищения тела и молитвы. Мавританская архитектура также имеет глубокие корни в марокканской архитектуре. Элементное многообразие деталей было завезено в Марокко во время династии Алморавид через пролив Гибралтар. Отличительной особенностью мавританского стиля являются высокие белые стены, зеленые лепные крыши между арками и куполами, элементы которого встречаются и в других типичных формах архитектурных произведений [1].

Одной из ярких архитектурных форм арабо-андалузской архитектуры является риада. Традиционный марокканский дом (риада) является одной из форм традиционной народной архитектуры Марокко. Риада обычно располагается в мекках или исторических центрах Марокко. Большое количество риад расположено в Марракеше. Основные особенности риады являются общими для нескольких городов в арабо-мусульманском мире. Структура почти одинакова. Риады расположены вокруг центрального внутреннего дворика прямоугольной или квадратной формы с садом. Вокруг этого пространства шарнирно расположены различные комплексы.

Отдельные детали также имеют свои особенности. Даже окна выходят во двор, не оставляя никакого контакта с внешним миром, и это по нескольким причинам. Главными являются: безопасность, конфиденциальность, спокойствие, а также защита от пыли и грязи извне. Именно в этом и состоит прелесть риады, очень хорошо скрывающей частную жизнь владельца, никто не может иметь представление о том, что на самом деле скрыто внутри. Число частей также варьируется в зависимости от площади дома [2].

Основные особенности риады: Мукарнас – Зелиж (*Zelliges*), Бежмат (*bejmat*) – Таделакт – машарабия [3]:

1. Мукарнас предстают элементами архитектуры со времен средневековья как мукарны или сталактиты от греческого слова «stalactos», что является одним

из наиболее характерных оснований формирования архитектурных методов исламского и арабского искусства.

Мукарнас – очень сложное трехмерное применение геометрических принципов, и его состав основан на арифметической прогрессии, воспроизведенные сотовые элементы накладываются по определенным правилам друг на друга (рис. 1).

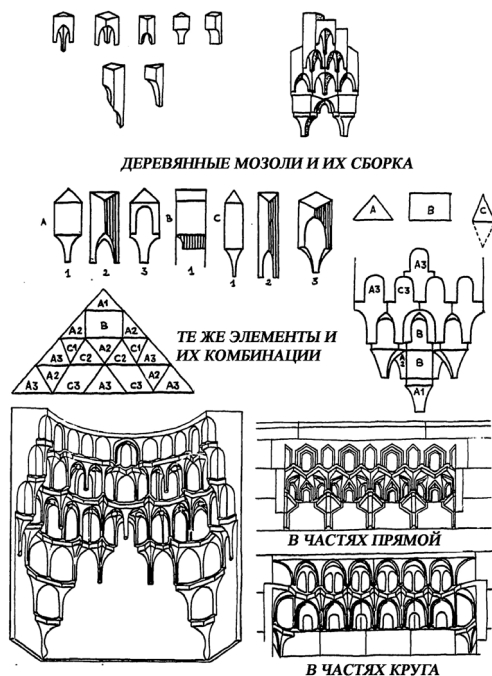


Рис. 1. Шешиат (схема), мукарнас (сталактит)

2. Зелиж (Zelliges) – глазурованная плитка, составляющая мозаику с геометрическими мотивами и арабесками, которые украшают традиционные дома и ряды. Используя ноу-хау, глину замачивают в воде на целый день, замешивают, очищают и затем разливают в формы из дерева или железа. Плитки сушат на солнце и помещают в кирпичной печи. Затем их раскрашивают и отправляют второй раз в печь. После приготовления плитку охлаждают в комнате, и ремесленник рисует фигуры, которые он хочет получить, а затем с помощью специального молотка, очень острого, формирует плитки нужного размера. В конце творческого процесса элементы мозаики соединяют клеем (рис. 2).

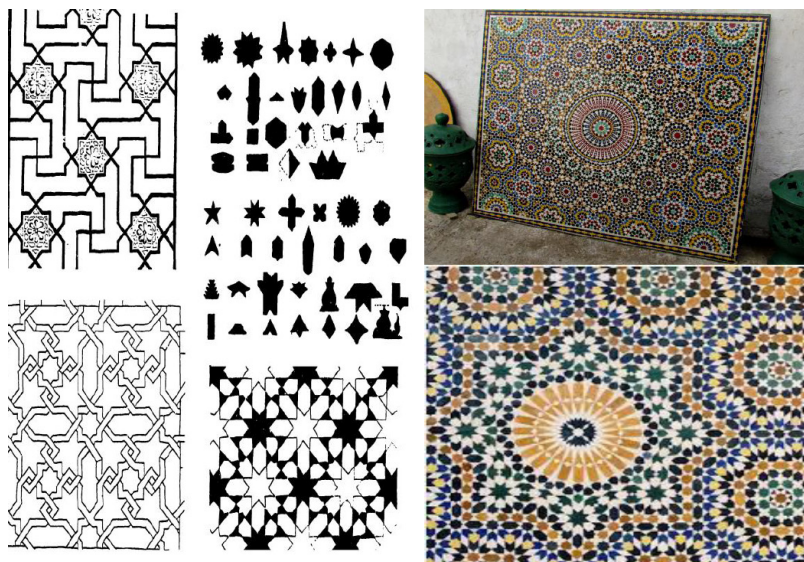


Рис. 2. Зелиж «мазика» (примеры на различных фигурах)

3. Бежмат (*bejmat*) является напольным покрытием, состоящим из прямоугольных керамических плиток, собранных в геометрической прогрессии.

4. Таделакт (*tadelakt*) представляет собой метод покрытия стен, который традиционно используется в бане. Натуральная известь, отполированная мастером, защищает стены от влажности (идеально подходит для ванных комнат) и дает яркость вашему дому. После нанесения извести мастер полирует колесом, которое придает ему гладкую и яркую внешность. Полученное покрытие совершенно гладкое и водонепроницаемое.

5. Машрабия – элемент арабской архитектуры, решетки которой представляют собой деревянные узорные поверхности, используемые как декоративные элементы на голой стене или перегородках внутри здания (рис. 3).

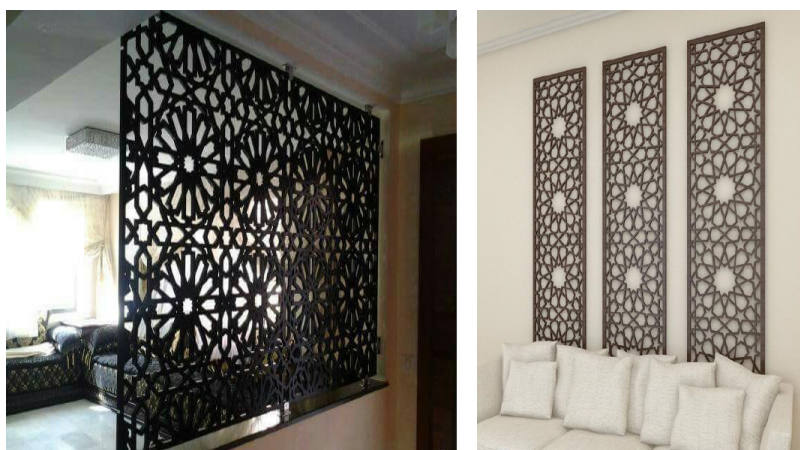


Рис. 3. Машрабия



Высота риады обычно составляет четыре этажа. Риады полностью закрыты снаружи высокими глухими стенами без декора с минимальным отверстием для защиты от жары и шума улицы

Патио (внутренний двор), представляющий оазис (исламский, персидский сад), как правило, усажен деревьями, травой, оборудован фонтанами и освежающим бассейном.

Спальни традиционно располагаются со второго этажа и выше. Как правило, на территории риады имеется колодец, прикрытый брезентом или выдвижным навесом в зависимости от погодных условий. Крыша оборудована ландшафтной террасой с хаммамом, солярием и панорамным видом.

Риады могут быть оформлены в традиционном стиле, украшаться элементами древней исламской архитектуры. Они также по-разному отражают особенности мавританского, марокканского прикладного искусства, искусства ислама, арабесок, каллиграфии, растительного орнамента и керамической плитки «Зеллиж». С помощью резной штукатурки «Таделакт» мастера создают настоящие архитектурные произведения искусства.

В начале VIII века мавры захватили Испанию и научили европейцев по-новому обрабатывать керамику: покрывать белой матовой глазурью и разноцветной глазурью с перламутровым отблеском.

В заключение следует подчеркнуть, что архитектурное наследие Марокко как самое богатое среди стран Магриба обусловлено особенностями истории страны и архитектуры [4]. Причиной такого архитектурного разнообразия является влияние множества стран, которое испытало на себе Марокко за время всего исторического периода. Таким образом, каждый регион Марокко имеет свои характерные особенности в архитектуре, характеризуется своей собственной стилистикой формообразования. Различные художественные формы арабо-мусульманского искусства находят свое полное развитие в традиционной марокканской архитектуре. Кроме того, огромное влияние на марокканскую архитектуру оказал мавританский стиль. На примере риады проведен анализ особенностей традиционных архитектурных форм марокканской архитектуры с учетом влияния большого числа стран, в том числе Андалусии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Salima, Naji. Art et architectures berbères du Maroc: atlas et vallées présahariennes / Naji Salima. – Eddif : Edisud Aix-en-Provence, 2009. – 203 p. [французский].
2. Verner, Corince. The villas and riads of Morocco / Corince Verner. – New York : Harry N. Abrams, Inc., Publishers maghreb, 2004. – 224 p.
3. Всеобщая история искусств. В 6 т. Т. 2, кн. 2. Искусство Средних веков / под ред. Б. В. Веймарн, Ю. Д. Колпинский [и др.]. – Москва : Искусство, 1961.
4. Аль-Абади, Ахмед Мухтар. История Андалусии и Марокко. – Бейрут : Араб. Возрождение, 2000. – 368 с. [Арабский].

NASSIF Otmane, postgraduate student of the chair of architectural design

FEATURES OF TRADITIONAL ARCHITECTURAL FORMS IN MOROCCO

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-17-83;
e-mail: nassif.otmane@gmail.ru

Key words: Moroccan architecture, architectural forms of the riads, patterns, ornaments.



The article is devoted to the study of traditional architectural forms of Morocco. Particular attention is paid to studying specific features of riads as one of the most striking architectural forms of Moroccan architecture.

REFERENCES

1. Salima Naji. Art et architectures berbères du Maroc: atlas et vallées présahariennes, Eddif, 2009, 203 p. [French].
2. Verner Corince. The villas and riads of Morocco. New York: Harry N. Abrams, Inc., Publishers Maghreb, 2004. 224 p.
3. Weymarn B. V. Vseobshchaya istoriya iskusstv [Universal Art History]. T. 2 (6), book 2. Iskusstvo Srednikh vekov [Art of the Middle Ages]. Pod red. B. V. Weymarn, Yu. D. Kolpinsky, et al. Moscow, Iskusstvo, 1961.
4. Ahmed Mukhtar al-Abadi. Istoriya Andalusii i Marokko [History of Andalusia and Morocco], Beirut, Arab. Vozrozhdenie, 2000, 368 p. [Arabic].

© **О. Нассиф, 2018**

Получено: 31.03.2018 г.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 727.7

А. И. ХОМЯКОВ, канд. арх., проф. кафедры архитектуры общественных зданий, докторант филиала ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» НИИТАГ

МЕМОРИАЛЬНО-МУЗЕЙНЫЕ КОМПЛЕКСЫ: В ПАРАДИГМЕ ТЕАТРА

ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт (государственная академия)»
Россия, 107031, г. Москва, ул. Рождественка, д. 11/4, корпус 1, стр. 4. Тел.: +7 (903) 596-28-12;
эл. почта: a.khomyakov@mail.ru office@markhi.ru

Ключевые слова: архитектура, театр, мемориал, музей, сходства и особенности.

Анализируются и сопоставляются пространственные и смысловые аспекты мемориально-музейного комплекса и театра, выявляется их сходство в истории возникновения, эволюции, целевых установках, архитектуре и направлениях развития. Автором особо выделяется тенденция к их взаимной интеграции в интересах продуктивного функционирования и общего развития культуры.

У театра и мемориально-музейного комплекса (ММК) общие истоки. Театр и мемориал неотделимо связаны с развитием общества и состояния культуры в целом. Оба этих явления вышли из древних культовых практик, церемоний и языческих религиозных ритуалов. Показательно, что они составляли две части единого ритуального процесса, который можно кратко обозначить как «празднество вокруг места поклонения идолу». Идолы, тотемы, священные рощи и источники являлись прообразами мемориалов, празднества – предтечами театра. В этом процессе неразрывно присутствовали два главных компонента: праздник и предмет поклонения, связанный с культом предков, формирующим отношение и к природному окружению, и к внутреннему миру человека.

Праздник всегда характерен определенной направленностью, посвящен урожаю, охотничьим трофеям, победе над конкурентом и т. д. В празднике участвует все сообщество без исключения. По мере развития общественных отношений внутри сообщества стали выделяться участники и лидеры, зрители и актеры, т. е. группы, лежащие в основе театрального действия. В дальнейшем зрительский контингент делился и организовывался по «интересам и предпочтениям». Праздники и культовые торжества обрели каждый свою зрительскую аудиторию и свою локализацию во времени и пространстве. Праздники, зарождавшиеся на площади, превращались в народные торжества, в мистерии. Мистерии, превратившиеся в комедии и трагедии античного мира, площадные действия европейского средневековья были просты по содержанию, насыщены эмоциями, украшены декорациями и масками и пользовались огромной популярностью у всех сословий (рис. 1 цв. вклейки).

Храмы, монументальные культовые сооружения, постепенно сформировали противоположную форму бытия, свое пространство, со своими жрецами, зрителями и своими сакральными технологиями. Оба эти «начала» («низкое» и «высокое»), по сути, сформировали то сложное явление, которое стало современным театром и в дальнейшем – мемориальным комплексом.



Тематическое родство театра и ММК обуславливает базисное для обоих феноменов понятие «зрелище». Толковый словарь Ушакова объясняет этот термин двумя утверждениями. Во-первых, зрелище – это то, что предстоит, открывается взору, т. е. явление, происшествие, пейзаж. Во-вторых, – «инсценировка, представление, рассчитанное на многочисленных зрителей» [1].

В. Даль в «Толковом словаре живого великорусского языка» также определяет «зрелище» как «случай, событие, происшествие, видимое глазами, все то, что рассматриваем, на что глядим внимательно». Лишь второе значение этого термина в его трактовке – «театральное представление, театр» [2]. Если театр относится к зрелищному искусству, то согласно тем же классификациям, скульптура, живопись, монументальное и пространственные искусства являются изобразительными.

Восприятие и действенное участие коллективного зрителя уравнивает в статусе зрелища театр и ММК. Зритель и зрительское восприятие в театре и ММК рожают живую ответную реакцию, «отклик» на увиденное. Тем самым проявляется полноправное соучастие зрителя как в процессе театрального представления, так и в процессе осмотра ММК и психологического погружения в мемориальную тематику. В обоих случаях происходит зрительское осмысление мира, предъявляемого разными средствами. Посещение театра и ММК относится к публичной и личной форме культурного досуга. Театр и мемориал стоят в одном ряду в экскурсионной программе любого города.

«Архитектура – застывшая музыка» – так немецкий классик связал, казалось бы, несовместимые области творчества: материального, пространственного и временного, эфемерного. Сходным образом, можно ли определить мемориальную архитектуру как застывшую драму? Театр – это действие, сопровождаемое словом. Мемориал – это пространство, организуемое твердыми телами или формами.

Театр – вид искусства, осваивающего мир через действие, осуществляемое актерами на глазах у зрителей. Через актера реализуется в театре театральное произведение.

ММК пространственно используют язык архитектуры пространства и изобразительных искусств. В сценическом искусстве сложились два направления: «смешанное искусство» (Р. Вагнер) и «отрешенный театр», построенный на условностях, знаках, символах (Г. Шпет). В практике создания ММК также сложились два главных направления: повествовательное (нарративное) и символическое. Повествовательное направление по характеру изложения темы напоминает «смешанное искусство», символическое – «отрешенный театр». В реальности оба этих направления тесно переплетены.

Театр – это сообщение, разворачивающееся в пространстве сцены и протекающее во времени.

Передаваемое ММК сообщение также разворачивается в пространстве и во времени. Это сообщение, как и в театре, представляет комбинацию смыслов и их носителей. Но в отличие от театрального, мемориальное послание передают статичные архитектурные и художественные компоненты, рассчитанные на вечное действие. Здесь нет динамики действия, но есть динамика зрителя. Так же, как театральное представление, пространственное сообщение в ММК полифонично, т. е. подразумевает одновременное и равновеликое действие сразу нескольких участвующих компонентов: ряда отдельных тематических пространств, ряда скульптурных или символических композиций, музеев, памятников и т. д.

Театр воздействует на зрителя двумя путями: через эффект коллективного присутствия и эйфорию в кульминационные моменты сценического действия. В

**К СТАТЬЕ А. И. ХОМЯКОВА
«МЕМОРИАЛЬНО-МУЗЕЙНЫЕ КОМПЛЕКСЫ:
В ПАРАДИГМЕ ТЕАТРА»**



Рис. 1. Торжественная католическая служба в Вестминстерском аббатстве. Пафос религиозных церемоний: театральность и культ



Рис. 2. Комплекс-мемориал 35 береговой батареи в Севастополе (арх. А. Хомяков, 2012 г.). Праздничное торжественное мероприятие на мемориальном комплексе



Рис. 3. Мемориал Негев в Беэр-Шева, Израиль (арх. Д. Кэрован, 1968 г.). Сценография памятного пространства



Рис. 4. Мемориальный военный некрополь в Мытищах, МО (Моспроект-4, 2005 г.). Архитектура военного мемориала – чередование пространственных сцен



Рис. 5. Большой театр оперы и балета в Минске (арх. И. Г. Лангабард, 1938).
Театр оперы и балета как монументальный ансамбль



Рис. 6. Мемориал Бисмарку в Бингене, Германия (арх. М. в. д. Роз, 1910 г.).



отличие от театра, где спектакль обязательно воспринимается коллективно, в ММК зритель воспринимает информацию как коллективно (в режиме экскурсии), так и лично (обособленно). Это расширяет круг моделей поведения и форм восприятия: от массовых экскурсий и праздничных манифестаций до созерцательного уединения и медитативного погружения в историю.

Показательно, что архитектурно-планировочное, пространственное и художественное построение (проектирование) любого общественного сооружения или комплекса сходно с работой режиссера. В трудах отечественного родоначальника массовых зрелищ и представлений И. Г. Шароева встречается прямое сопоставление режиссера с архитектором, инженером. Оно неслучайно: архитектор, инженер и режиссер, по сути, являются строителями. Первые два – создатели материального «проекта» скульптуры, дома, чертежа и т. д., а режиссер – строитель сценического действия. Процесс такого «строительства» Шароев определяет следующим образом: «Инженер рисует ... чертеж, план будущего здания, по которому он и будет работать, чтобы его возвести. Так и режиссер выстраивает себе схему будущего представления, по которой он будет двигаться» [3].

Стоит отметить, что темы диалога архитектуры и сценографии, роли режиссуры в организации общественных публичных пространств, необычайно популярны в последнее время. Достаточно упомянуть выставку в Музее архитектуры имени А. В. Щусева «Мир – театр. Архитектура и сценография в России», прошедшую год назад в Москве. Для ряда отечественных современных исследователей тема пространственного построения архитектуры по законам сценографии является необычайно востребованной, особенно для открытых публичных пространств [4, 5].

Это относится в первую очередь к уникальным объектам, в числе которых априори пребывают мемориально-музейные комплексы (при условии их успешного и последовательного воплощения). Более того, к ним вполне применимо определение проектного подхода на «сценарной основе» (рис. 2 цв. вклейки).

Проектируя мемориальный комплекс на памятном месте, архитектор должен самым построением пространства передать всю драму происшедшего здесь знаменательного события, если комплекс посвящен событию, или раскрыть величие некоего лица и его поступков, если комплекс посвящен такого рода памяти. Проектирование здесь всегда начинается с сочинения сценария, предлагающее смену впечатлений и переживаний посетителя. На основе такого сценария возникают пространственные сцены или сюжеты, совокупность которых отчетливо наполняет сценическое представление. Так, и любой памятный комплекс всегда проектируется как сценическое представление. И в театре, и в ММК поведение зрителя в пространстве в той или иной мере «сочиняется», именно в этом и заключается их сущностная общность (рис. 3 цв. вклейки).

Как театральное представление состоит из ряда сцен, так и ММК – из тематических повествовательных блоков. Сочинение для каждого блока и их совокупности содержательного наполнения, придания им наполнения формы, выявление этой формы светом и цветом, насыщение художественными образами, деталями и в итоге – достижение единства всех этих частей – все это делает работу архитектора сходной с работой режиссера. Известный отечественный режиссер М. Ромм говорил: «Чтобы захватить зрителя и держать его, действие должно развиваться непрерывно, последовательно и стремительно» [6, с. 116]. По этому принципу организованы наиболее удачные ММК последних десятилетий (рис. 4 цв. вклейки).



Построенные в последние десятилетия парк в Моабите (Берлин), Мемориал в Пуэбло (Мексика), Парк в шотландской диаспоре в Кэлти, по существу, устроены как совокупности театральных мизансцен на разные темы. Но в отличие от реального театра, где зритель реагирует на действие актера, на меняющиеся декорации, на свет и музыку, в ММК посетитель сталкивается с неподвижными, статичными объектами монументальной архитектуры и скульптуры, садово-парковыми компонентами (аллеями, скверами, партерами и др.) и малыми архитектурными формами (стелами, часовнями, кенотафами и др.), размещаемыми в соответствии со сценарием.

Театр и ММК являются по своей природе синтетическими явлениями, представляют собой органическое слияние или относительно свободную комбинацию произведений разных искусств, образующих качественно новое и единое художественное целое. В создании спектаклей участвуют представители различных профессий: сценарист, режиссер, актеры, художник-сценограф, композитор, хореограф, костюмер, гример, инженер света, инженер звука. В музыкальных представлениях к ним присоединяются дирижер и балетмейстер при поддержке музыкального коллектива. Создание ММК также предполагает синтез искусств и технических дисциплин, здесь нужны историки, реставраторы, архитекторы, скульпторы, художники, ландшафтные архитекторы, осветители, инженеры, технологи, музейные работники и др.

Симбиоз различных видов искусств, технических и инженерных дисциплин, в обоих случаях становится прообразом, моделью своего рода культурного мира, обладающего своими измерениями и законами.

Схожие по своей природе театр и ММК, эти системы часто имеют сходный облик и схожую внутреннюю структуру. История появления театра как типа общественного сооружения несоизмеримо длиннее, чем история ММК. Театр возник в Древней Греции, и первоначально представлял собой открытое сооружение с рядами мест для зрителей, которые располагались вокруг сцены так, что каждый зритель получал возможность хорошо видеть происходящее. Полукруглая форма амфитеатра прочно вошла в арсенал планировочных решений ММК при организации входных или кульминационных зон.

Действие спектаклей развертывалось на фоне природы, в естественных декорациях, что придавало зрелищу ощущение подлинности и живости. Подобные приемы популярны и сегодня при организации и театрального зрелища, и мемориально-музейного пространства, для которого естественность, достоверность и аутентичность представляют главную ценность.

В целом язык античной архитектуры, архитектуры общественных пространств Греции и Древнего Рима прочно утвердился на ранних этапах существования ММК. Из архитектурной истории были заимствованы величественные колоннады, триумфальные арки, аллеи из обелисков, ордерная система. Из арсенала монументальной и мемориальной архитектуры этот язык усилиями неоклассиков XX века стал возвращаться в архитектуру театральных зданий (рис. 5 цв. вклейки). Так, А. В. Щусев в одной из своих статей говорит: «Нельзя забывать, что театр должен быть живописен и праздничен. Архитектура его должна быть обогащена скульптурой и живописью. Наружная архитектура должна быть величественна, украшая городской ансамбль монументальностью форм скульптурой и архитектурно проработанными деталями» [7].

Театр и ММК могут рассматриваться как близкие явления не только потому, что наделены внешним сходством, не только потому, что принадлежат одному



классу крупных общественных зрелищных сооружений, но и в силу их роли лидеров архитектурного процесса стилистических преобразований, обретения новых форм и обликов. Два рассматриваемых архитектурных феномена склонны к пафосности и патетичности, что заставляет их не только обличаться во внешне схожие архитектурные одежды, но и использовать сопоставимые подходы к решению внутренней планировочной организации.

Произведение театрального искусства, спектакль, замкнут, закрыт и изолирован, он отделяется от реального мира рампой и порталом. Рампа – признак перехода в мир другой, художественной реальности. В классическом, традиционном театре зритель дистанцируется от демонстрируемого действия. Здесь театральное зрелище работает по принципу «открытой (в зал) четвертой стены». В некоторых экспериментальных спектаклях режиссеры разворачивают свои спектакли, частично или полностью, в пространстве зрительного зала, в попытке создания «эффекта присутствия» зрителя в поставленном действии.

Эффект действия ММК основывается на другом подходе – зрителю дается возможность «пройти на сцену», оказаться на подлинном месте исторического события, осмотреть его в сопровождении комментария, в достоверном ракурсе, при естественном дневном освещении. Здесь нет рампы или портала. Зритель сам выбирает пространство восприятия и степень погружения в предлагаемую ММК историческую конструкцию.

В любом мемориально-музейном комплексе все пространство, кроме технических зон, является видимым и обозримым. Его конфигурацию и параметры диктуют непосредственно топографические особенности исторической территории и окружающего природного пейзажа или городского контекста. Характер мемориального пространства, его очертания, наполнение видами и перспективами задаются смысловым каркасом, разработанным и предоставляемым проектировщику историками, краеведами, музейными работниками.

Вместе с тем в отличие от проектирования театрального здания проектирование ММК представляется сегодня процессом более свободным от канонов и сложившихся стереотипов. Модификация, трактовка исторического пространства, выбранного под создание ММК, во многом определяется архитектором. «Направленность времени может меняться от предпочтений автора, его миропонимания и философии. Архитектор сам реорганизует время, представляя его протяженным, прерывистым, монотонным и пр.» [8, с. 12].

В последнее время зарубежные и отечественные ММК все чаще превращаются в центры проведения ежегодных праздников, посвященных знаковым локальным и национальным историческим событиям, фестивалей, клубов исторических реконструкций, патриотических и мемориальных чествований. Именно здесь актуальны и остро востребованы театральные и сценографические технологии.

Давно доказано, что интеграция учебных процессов с театральными практиками и их промежуточными формами особенно результативны. Представляется, что у взаимодействия познания и зрелища есть широкие перспективы. Поле эксперимента и поиска форм слияния театра и мемориала находится сегодня в стадии проектного освоения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Толковый словарь великого русского языка [Электронный ресурс] / Д. Н. Ушаков. – Режим доступа : <https://ru.wiktionary.org/>.



2. Даль, В. Толковый словарь живого великорусского языка . В 4 т. Т. 1 / В. Даль. – Москва : Гос. изд-во иностр. и нац. словарей, 1955. – 754 с.
3. Шароев, И. Г. Режиссура эстрады и массовых представлений / И. Г. Шароев. – Москва : РАТИ-ГИТИС, 2009. – 336 с.
4. Силин, А. Д. Специфика работы режиссера при постановке массовых театрализованных представлений под открытым небом и на нетрадиционных площадках / А. Д. Силин. – Москва : ВИПКРК, 2016. – 116 с.
5. Гельфонд, А. Л. Архитектурно-художественный синтез как средство диалога / А. Л. Гельфонд, М. В. Дуцев // Приволжский научный журнал / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2010. – № 4 (16). – С. 147–152.
6. Швидковский, О. А. Гармония взаимодействия. Архитектура и монументальное искусство / О. А. Швидковский. – Москва : Стройиздат, 1981. – 116 с.
7. Щусев, А. Архитектура театрального здания / А. Щусев // Архитектурная газета. – 1935. – 12 февр. – С. 3–4.
8. Пригожин, И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой : пер. с англ. / И. Пригожин, И. Стенгерс. – Москва : Прогресс, 1986. – 432 с.

KHOMYAKOV Aleksandr Ivanovich, candidate of architecture, professor of the chair of architecture of public buildings, doctor's degree applicant of the branch of the TsNIP of the Ministry of Construction of Russia NIITAG

MEMORIAL-MUSEUM COMPLEXES: IN A PARADIGM OF THE THEATRE

Moscow Architectural Institute (State Academy)

11/4, Rozhdestvenka St., bldg.1-4, Moscow, 107031, Russia. Phone: +7 (903) 596-28-12, e-mail: a.khomyakov@mail.ru; office@markhi.ru

Key words: architecture, theatre, memorial, museum, similarities and features.

The article analyzes and compares the spatial and semantic aspects of the memorial and museum complex and theatre, reveals their similarity in the history of origin, evolution, goals, architecture and directions of development. The author especially emphasizes the tendency to their mutual integration in the interests of productive functioning and the general development of culture.

REFERENCES

1. Tolkovy slovar velikogo russkogo yazyka [Explanatory dictionary of the great Russian language]. [Elektronnyy resurs]. D. N. Ushakov. Rezhim dostupa: <https://ru.wiktionary.org/>.
2. Dal V. Tolkovy slovar zhyvogo velikorusskogo yazyka [Explanatory dictionary of the living Great Russian language]. Moscow: Gos. izd-voinostr. i nats. slovarey. 1955. T. 1. 754 p.
3. Sharoev I. G. Rezhissura estrady i massovykh predstavleniy [Directing stage and mass performances]. Moscow: RATI - GITIS, 2009. 336 p.
4. Silin A. D. Spetsifika raboty rezhissyora pri postanovke massovykh teatralizovannykh predstavleniy pod otkrytym небом i na netraditsionnykh ploschadkakh [Specificity of the producer's work directing mass performances in the open air and on untraditional stages]. Moscow: VIPKPK, 2016. 116 p.
5. Gelfond A. L., Dutsev M. V. Arkhitekturno-khudozhestvennyy sintez kak sredstvo dialoga [Architectural-artistic synthesis as an instrument of dialogue]. Privolzhskiy nauchny zhurnal [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod. 2010. № 4 (16). P. 147–152.
6. Shvidkovskiy O. A. Garmoniya vzaimodeystviya. Arkhitektura i monumentalnoe iskusstvo [Harmony of interaction. Architecture and monumental art]. Moscow: Stroyizdat, 1981. 116 p.



7. Schusev A. Arkhitektura teatralnogo zdaniya [Theatrical building architecture]. Arkhitekturnaya gazeta [Architectural Newspaper]. 1935. 12 fevr. P. 3–4.

8. Prigozhin I., Stengers I. Poryadok iz khaosa: Novy dialog cheloveka s prirodoy [Order from chaos: A new dialogue between man and nature]: per. s angl. Moscow: Progress, 1986. 432 p.

© А. И. Хомяков, 2018

Получено: 10.02.2018 г.

УДК 72.036+ [721.021.23:004]

А. Ю. ЗАСЛАВСКАЯ, канд. арх., доц. кафедры дизайна; Р. Ю. ПРОСКУРИН,
асс. кафедры дизайна

«ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ» РЕАЛЬНА? БУДУЩЕЕ VR-ТЕХНОЛОГИИ В ТРЕХМЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
Академия строительства и архитектуры Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская,
д. 194. Тел.: (846) 242-17-84, факс: (846) 332-19-65; эл. почта: f-dizain@mail.ru

Ключевые слова: виртуальная реальность, трехмерное моделирование, технологии проектирования.

*Изложен взгляд на изменение характера и возможностей для проектирования
и разработки трехмерных объектов в условиях развития компьютерных технологий
шестого технологического уклада.*

Фантазмагорические повествования о виртуальных, параллельных мирах и уже ставшие классическими утопические теории и образы архитектуры будущего обретают вполне реальные очертания. Технология, незатейливо названная «виртуальной реальностью (VR)», собирается изменить архитектуру навсегда, поставив перед архитектурным сообществом жесткие условия конкурентного выживания. Начало компьютерной эры в 90-х годах прошлого века ознаменовалось 3D-обработкой изображений и огромным количеством преимуществ, которые привнесли в процессы проектирования новые технологии. Однако, по мнению отдельных специалистов, этот технологический прорыв меркнет по сравнению с тем, что принесет так называемая «виртуальная реальность» [1] (рис. 1 цв. вклейки).

Теоретические предпосылки виртуального проектирования

До сих пор теория создания интерактивной архитектуры существовала в основном лишь в виртуальном проектировании и оставалась всего лишь «софтом», по сути. Архитекторы активно использовали трехмерное моделирование, позволяя компьютеру генерировать форму. Звездный ученик Эйзенмана – Грег Линн и его практика, связанная с формой, взял эти теории и продвинул их на ступень дальше, артикулируя архитектурой «пузырей» и «кривых» [2, 3]. По его теории форма является результатом последовательности. Такая форма теперь становится результатом сбора энергии в стабильную конфигурацию. Максимально возможная форма не ограничивается нашими способностями конструировать вещи из кусочков, а может набираться и откладываться за счет использования компьютерного дизайна, моделирования и пластики. В отличие от Фрэнка Гери,



который использует тот же «софт» для создания скульптурных объектов, Грег Линн видит свою задачу в интенсификации и экспрессии существующих условий в нечто совершенно новое [4].

Датские архитекторы Бен ван Беркель и К. Бос также долго ратовали за идею того, что здания должны быть средоточием информации, которая вырастает на месте. До этого практические конструкции всегда были трансляцией информации, собранной в более или менее ортогональные формы. Архитекторы предложили большую структуру в Арнеме, которая должна была стать центральной транспортной гаванью для этого маленького городка (рис. 2 цв. вклейки). Это была не структура с фасадом, кровлей и планом, а скорее ландшафт из бесконечных кривых, которые будут опускаться вниз, чтобы мы могли ходить по ним, подниматься вверх, чтобы укрыть нас, и раскрываться наружу, чтобы мы могли пройти через них. В пределах толщины стен применяются мириады программ, формируя их и запуская превращение стен объекта в широкие части структуры, способные вместить пространства, события и занятия. В то время, как офисные здания парят над этим новым ландшафтом, большинство людей могут получать впечатление от станции как от нового фрагмента природы, где движение между различными пространствами осуществляется в среде, которая отказывается быть просто статичным объектом [5]. Однако назвать этот проект по-настоящему интерактивным нельзя: он взаимодействует с человеком и меняет свою форму не совсем буквально, а скорее виртуально, теоретически... Таким образом, до недавнего времени воплощение потоков информации в реальную архитектуру было возможно лишь частично, технология была лишь средством поиска формообразования.

До сих пор существовало 3 категории интерактивных пространств.

1. Во-первых, это пространства, где музыкальные инструменты в архитектурном масштабе оперируют в пределах 10 метров и позволяют физическое взаимодействие со всем телом.

2. Во-вторых, это так называемые «дома будущего», которые изучают взаимодействие людей с их мультимедийным содержанием и технологиями связи.

3. В-третьих, примерами интерактивных пространств в мире искусства могут быть мульти-дисциплинарные проекты аудиовизуальных представлений, которые зачастую динамически выходят за пределы архитектурного пространства [6].

Что касается интерактивности, то, например, Т. Доланд особенно отмечал применение такого способа проектирования, в котором поверхности преобразовываются и трансформируются, поскольку они реагируют на атмосферные состояния света и на климат. Создавая биологическую интерпретацию живой реакции, Дж. Джохансен описал здание как тело, организованное из систем и органов, которые реагируют на внутренние и внешние давления, чтобы поддержать динамическую стабильность [5].

Таким образом, именно способность к трансформации и преобразованиям характеризует объекты, реагирующие на внешние и внутренние изменения.

Воплощение виртуальных проектов в интерактивных пространствах

Создание интерактивных пространств на сегодняшний день вышло на новый уровень развития. Технология «виртуальная реальность», или VR позволяет создавать иллюзию среды в реальном масштабе и параметрах, реально не создавая ничего материального. Это так называемая, замещенная реальность, и технически ее реализовать намного проще, чем создать реально взаимодействующий с человеком, начиненный механическими или электронными новинками интерактивный



архитектурный объект. Применение VR-технологии весьма разнообразно и даже практично. Это технология, которая может быть всегда «с собой» на планшете или телефоне архитектора. Достав «гаджет» из кармана, архитектор может визуализировать заказчику свою идею на месте. Наведя его на пустой интерьер, например, архитектор сможет продемонстрировать, как тот наполняется мебелью, наделяется цветом, фактурами, освещением и т. д. прямо на глазах у заказчика. В качестве средства демонстрации может быть использован и специальный прибор – очки, в которые, как и в любой другой «дивайс», может закачиваться любой «контент». И совершенно не важно, какой они формы и размера, ведь это всего лишь средство, подобно значку из фантастической киноленты «Земля будущего» режиссера Брэда Берда, перемещающего лишь избранных персонажей из одной реальности в другую (рис. 3 цв. вклейки). Важно, что процесс проектирования становится абсолютно наглядным, практически реальным, осязаемым. Безусловно, такой демонстрации предшествует огромная работа архитектора или дизайнера, не слишком отличающаяся от классического набора действий его коллег прошлого десятилетия, к примеру. Однако зрители видят лишь чудо: оживший интерьер, фасад, улица, город – масштаб изменений может быть любым.

В статье для «Dezeen» проектировщик и визуализатор Оливье Деманжел (Olivier Demangel) описал шокирующий уровень реализма, который он испытал при использовании технологии VR впервые. Настолько реалистичным и законченным казался результат работы с трехмерным пространством на экране при практическом взаимодействии с пустым каркасом здания. Технология позволяет менять пространство не только в процессе проектирования, но и на месте, например, можно включать и выключать свет, если мы находимся в интерьере, или менять время года, если мы на улице. Окружающая нас реальность может быть полностью замещена новой. Это не просто новая отраслевая тенденция, это будущее.

В 2016 году специалисты отметили заметный рост числа продуктов, связанных с виртуальной реальностью в различных областях человеческой жизнедеятельности. Очки и шлемы (так называемые телесферические маски) были признаны неотъемлемой частью нашей жизни в недалеком будущем. Как приложение для смартфона, которое необходимо школьнику и менеджеру, дизайнеру и архитектору. Они становятся легче, удобнее, проще в управлении и безопаснее для здоровья. Диапазон предложений – от картонных версий по цене сэндвича до продуктов американских космических институтов за 3 000 долларов. Например, новинка от Microsoft HoloLens, созданная совместно с NASA, смешивает реальный мир с голографией в поле видимости пользователя и управляется распознаваемыми жестами. Работают без проводов, заряжаются от аккумулятора и не зависят от мобильного телефона или компьютера (рис. 4 цв. вклейка).

Роль архитектора в использовании VR-технологии

Грег Линн (Greg Lynn) – профессор Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, известный адепт и исследователь цифровых технологий, который представляет США на нынешней международной архитектурной биеннале в Венеции, продемонстрировал очки виртуальной реальности как необходимый атрибут современного архитектурного проектирования. Свой «Центр реализации, знаний и инноваций» в действии он демонстрирует в национальном павильоне США в качестве важной составляющей экспозиции, посвященной Детройту (в прошлом крупнейший центр автопрома сегодня является одним из самых депрессивных городов мира). На выставке Линн продемонстрировал свой проект

**К СТАТЬЕ А. Ю. ЗАСЛАВСКОЙ, Р. Ю. ПРОСКУРИНА
«ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ» РЕАЛЬНА? БУДУЩЕЕ
VR-ТЕХНОЛОГИИ В ТРЕХМЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ»**



Рис. 1. Человек в VR-очках



Рис. 2. Арх. Бен ван Беркель и К. Бос. Терминал центрального вокзала Арнема



Рис. 3. Кадр из фильма реж. Брэда Берда «Земля будущего»

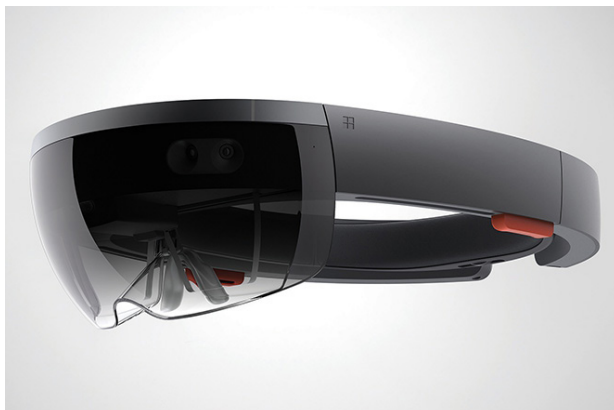


Рис. 4. Очки Microsoft Hololens



Рис. 5. Макет «виртуальной архитектуры»

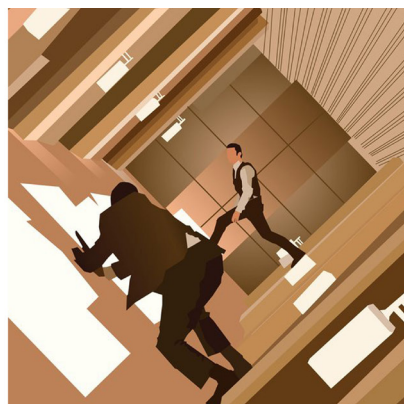


Рис. 6. Кадр из фильма реж. Кристофера Нолана «Начало»



реконструкции заброшенного завода Паккарда с помощью Microsoft Hololens и дизайнерского программного обеспечения Trimble. В его проектном решении промзона превращается в высокотехнологический центр, где роботы производят товары, сразу выставляя их на онлайн-продажу, а непосредственно покупателям их доставляет безотказная армия «дронов». С производством соседствуют два пятиэтажных университетских корпуса, связанные пешеходным променадом. На видео Грег Линн показывает, каким образом он использовал очки Hololens. По его словам, новая технология Microsoft упрощает проектирование, позволяя мгновенно тестировать разные сценарии реализации проекта с учетом конкретных особенностей территории. Посетители американского павильона в Венеции могут примерить очки Hololens и совершить виртуальное путешествие по зданиям Линна [4].

Таким образом, технология VR рассчитана на компьютерно-ориентированное общество, основанное на нестабильной, переменчивой, персонализированной системе, единственной константой которой является перемена, а основной ценностью – разнообразие. Возможность создавать собственные сценарии для любой среды, наделение безликого пространства индивидуальными чертами – это воплощение смелых архитектурных утопий [7] (рис. 5 цв. вклейки).

Несмотря на то, что замещение осязаемой архитектуры виртуальной может нивелировать роль архитектора, происходит диаметрально противоположное. Участие архитектора в построении виртуальной реальности сегодня рассматривается как необходимость. Свидетельством этого процесса являются многочисленные литературные и кинематографические цитаты, например, в фильме «Начало» (2010 г.) Кристофера Нолана архитектору отводится главенствующая роль в создании миров и параллельных реальностей, он практически приравнивается к Богу, создателю (рис. 6 цв. вклейки). Безусловно, на виртуально созданную среду должны распространяться какие-то нормы, законы тектоники и масштабности, пропорции, известные и подвластные человеку с архитектурным образованием, ведь результат нашей творческой деятельности основывается на багаже знаний и опыте [8]. Лишь при участии грамотного специалиста в области реального проектирования виртуальная среда не будет страдать от диспропорций, безвкусицы и тривиальных неэстетичных формообразующих приемов, или скорее штампов, которыми и так перенасыщена городская среда. Также необходимо понимать, что виртуальная реальность не может существовать отдельно от человека [9, 10].

В результате, когда компьютерные системы, сети и люди становятся интегральной частью архитектуры, со своим потенциалом поведения и взаимодействия с реальным миром, интерактивная архитектура может быть путем трансформации виртуальности в реальность, создающим перемены в реальном времени. Будущее современной архитектуры невозможно без VR-технологии, которая становится неотъемлемой частью процесса трехмерного моделирования, позволяя транслировать идеи архитектора в реальное пространство. Таким образом, сегодня утопичные теории прошлого, посвященные «городам будущего» могут быть реализованы в создании эфемерных городских ландшафтов, интерьеров и фрагментов урбанистической среды, и носить временный характер, сменяя друг друга в бесконечной серии VR-превращений в соответствии с выбранным архитектурным сценарием.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дженкс, Ч. Новая парадигма в архитектуре / Ч. Дженкс ; пер. с англ. А. Ложкина, С. Ситар // Проект International. – 2003. – № 5. – С. 32–35.
2. Добрицына, И. А. Архитектура в виртуальной реальности / И. А. Добрицына // Искусствознание. – 2004. – № 2. – С. 448–480.
3. Cyberspace : The world of digital architecture. – Australia : The Images Publishing Group Pty Ltd, 2001. – 214 p.
4. Грег Линн [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.glform.com.
5. Заславская, А. Ю. Особенности органического подхода в архитектуре конца XX – начала XXI века : дис. ... канд. архитектуры / А. Ю. Заславская ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород, 2008. – 24 с.
6. Лекарева, А. Ю. Органика интерактивных пространств / А. Ю. Лекарева // Дизайн-ревью. – 2007. – № 1–4. – С. 42–45.
7. Заславская, А. Ю. Концепция развивающегося объекта в архитектуре / А. Ю. Заславская // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2007. – № 4. – С. 34–43.
8. Каракова, Т. В. Графическая визуализация как инструмент проектного мышления и моделирования в архитектуре / Т. В. Каракова, К. Д. Барова // Градостроительство и архитектура / Самар. гос. техн. ун-т. – Самара, 2012. – С. 17–20.
9. Bullivant, Lucy. 4dspace : interactive architecture, D-tower, NOX and Son-O-House, NOX // Architectural Design. – [2000?]. – С. 68–71.
10. Advanced architectural studio 5. The Archi – Miesian Body of Information – Fractals // Abstract. Columbia Architecture Planning Preservationthe. – New York, 2002. – № 01.02. – P. 55–59.

ZASLAVSKAYA Anna Yurievna, candidate of architecture sciences, assistant professor of department of design; PROSKURIN Roman Yurievich, teaching assistant of department of design

«VIRTUAL REALITY» TANGIBILITY? THE FUTURE OF VR- TECHNOLOGY IN THREE-DIMENSIONAL MODELING

Samara State Technical University, Architectural and Construction Institute
194, Molodogvardeyskaya St., Samara, 443001, Russia, Tel.: +7(846) 242-17-84,
fax: +7(846) 332-19-65; e-mail: f-dizain@mail.ru

Key words: virtual reality, three-dimensional modeling, design technologies.

The article outlines the view on the change in the nature and possibilities for the design and development of three-dimensional objects in the conditions of the development of computer technologies of the sixth technological order.

REFERENCES

1. Jenks Charles. Novaya paradigma v arkhitekture [New paradigm in architecture]. Per. s angl. A. Lozhkina, S. Sitar. Proekt International [Project International]. 2003. № 5. P. 32–35.
2. Dobritsyna I. A. Arkhitektura v virtualnoy realnosti [Architecture in virtual reality]. Isskustvoznaniye [Art criticism]. 2004. № 2. P. 448–480.
3. Cyberspace. The world of digital architecture. The Images Publishing Group Pty Ltd, Australia, 2001. 214 p.



4. Greg Lynn [Elektronny resurs]. Rezhim dosrupa: www.glform.com.
5. Zaslavskaya A. Yu. Osobennosti organicheskogo podkhoda v arkhitekture kontsa XX – nachala XXI veka [Features of the organic approach in the architecture of the late XX - early XXI century]. Dis. cand. arkhitektury. Nizhegor. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2008. 24 p.
6. Lekareva A.Yu. Organika interaktivnykh prostranstv [Organics of interactive spaces]. Dezayn-revyu [Design-review], 2007. № 1-4. P. 42–45.
7. Zaslavskaya A. Yu. Kontseptsiya razvivayuschegosya obekta v arkhitekture [The concept of a developing object in architecture]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta [Bulletin of Tomsk State Architectural and Construction University]. 2007. № 4. P. 34–43.
8. Karakova T. V., Barova K. D. Graphicheskaya vizualizatsiya kak instrument proektnogo myshleniya i modelirovaniya v arkhitekture [Graphic visualization as a tool for project thinking and modeling in architecture]. Gradostroitel'stvo i arkhitektura [Urban planning and architecture]. Samar. gos. tekhn. un-t. Samara. 2012. P. 17–20.
9. Bullivant Lucy. 4dspace: interactive architecture, D-tower, NOX and Son-O-House, NOX. Architectural Design. 2000. P. 68–71.
10. Advanced architectural studio 5. The Archi – Miesian Body of Information – Fractals. Abstract. Columbia Architecture Planning Preservation. New York. 2002. №. 01.02. P. 55–59.

© А. Ю. Заславская, Р. Ю. Проскурин, 2018

Получено: 10.01.2018 г.

УДК 624.139.22

В. А. ШОРИН, д-р хим. наук, проф., зав. кафедрой автомобильных дорог;
Г. Л. КАГАН, канд. геол.-мин. наук, доц. кафедры автомобильных дорог;
А. Ю. ВЕЛЬСОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц. кафедры автомобильных дорог

НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ НА СЕЗОННОПРОМЕРЗАЮЩИХ ГРУНТАХ

ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»

Россия, 160000, г. Вологда, ул. Ленина, д. 15, Тел.: (8172) 53-32-01; эл. почта: prspr@ua.ru

Ключевые слова: промороженный покров, транспортная магистраль, несущая способность покрова, численный метод, морозное пучение, оборудование для испытаний, автономная установка, морозоустойчивость, дорожная конструкция, малозаглубленный фундамент.

Приводятся разработки, тематика которых посвящена двум направлениям: методу расчета транспортных сооружений на промороженном покрове (зимних переходов через болото, ледяных переправ) и обеспечению морозоустойчивости строительных конструкций с использованием пучинистого грунта. По первому направлению использованы численные методы расчета для определения несущей способности покрова. Второе направление содержит разработку нового современного лабораторного оборудования для оценки пучинистых свойств грунта, разработки по обеспечению морозоустойчивости дорожных конструкций и методам расчета малозаглубленных фундаментов.

В статье приводятся результаты научно-исследовательских работ (НИР), выполнявшихся в течение последних 30 лет на кафедре автомобильных дорог Вологодского государственного университета (ВоГУ). Эти НИР посвящены решению актуальных вопросов строительства сооружений на сезоннопромерзающих грунтах.

В 80-х годах прошлого века основное направление этих работ было посвящено совершенствованию методики проектирования дорог на промороженном покрове. К ним относятся зимние переходы через болота и ледяные переправы. Исходным материалом для выполнения данной разработки послужил опыт строительства промысловых дорог при освоении нефтяных месторождений в Западной Сибири.

Территории этих месторождений характеризуются суровыми климатическими условиями, повышенной обводненностью и заболоченностью, распространением слабых грунтов, отсутствием постоянной дорожной сети. В этих условиях на начальном этапе освоения нефтяных месторождений повсеместное распространение получили зимние промысловые дороги, в том числе и на естественном промороженном торфяном покрове. В последующем впервые в отечественной практике дорожного строительства здесь стали прокладывать транспортные магистрали, предназначенные для перемещения вышечно-лебедочного блока буровой установки с поднятой стрелой. В процессе перемещения данного блока общая масса нагрузок составляла около 180 тонн. Схема транспортировки вышечно-лебедочного блока буровой установки приведена на рис. 1.

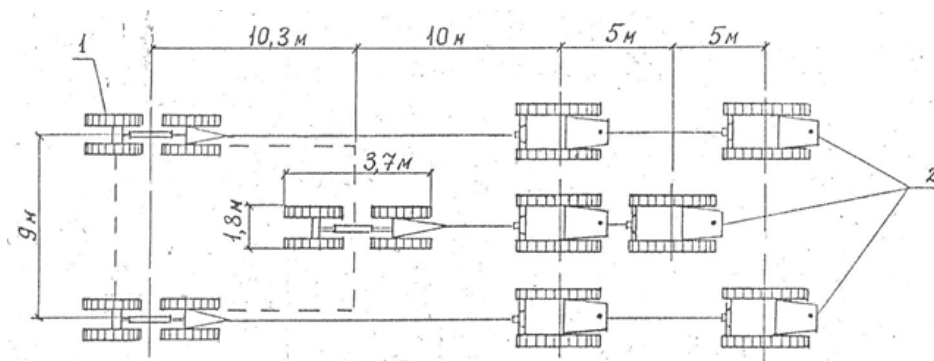


Рис. 1. Схема транспортировки вышечно-лебедочного блока буровой установки: 1 – тележка для транспортировки блока; 2 – трактор

Дальнейшее совершенствование таких магистралей было направлено на разработку технологии по устройству теплоизоляционного покрытия. Внедрение этих покрытий обеспечило эксплуатацию транспортных магистралей на промороженном торфяном покрове и в летний период. Типовые поперечные профили дороги с продленным сроком действия приведены на рис. 2.

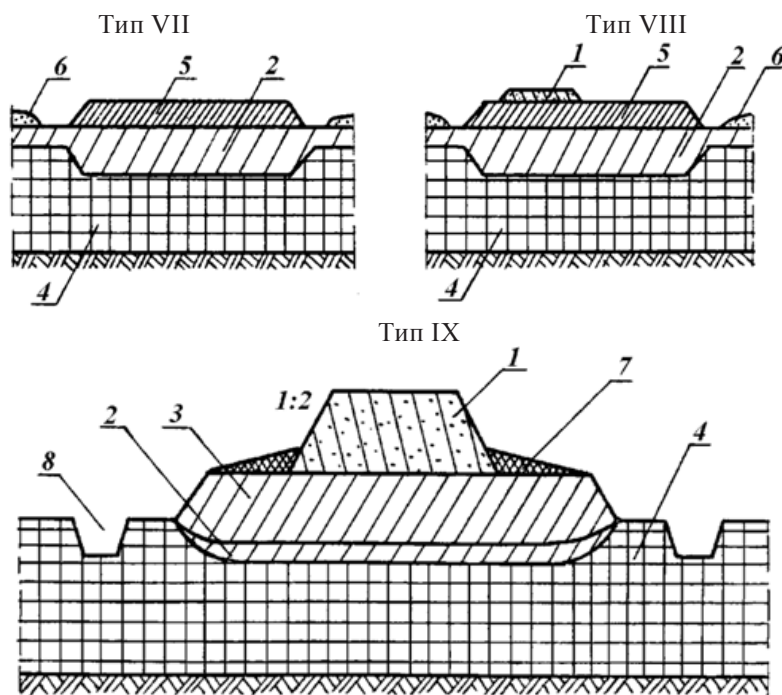


Рис. 2. Типовые поперечные профили дороги с продленным сроком действия: 1 – насыпь из минерального грунта; 2 – промороженный покров; 3 – намороженная торфяная плита; 4 – талый торф; 5 – изоляционное покрытие; 6 – снежный покров; 7 – боковые теплоизоляционные призмы из торфа; 8 – боковые резервы

Выполнявшаяся в ВоГУ разработка являлась завершающим этапом исследовательской работы, предыдущие разделы которой изложены в книге, вышедшей в издательстве «НЕДРА», 1980 г. [1]. В состав ее авторского коллектива, помимо одного из авторов данной статьи (Г. Л. Кагана), входили д-р техн. наук С. С. Вялов (институт НИИОСП), работники Главтюменьнефтегаза – руководитель главка В. И. Муравленко, начальник отдела вышкостроения А. Н. Воевода. Данная работа посвящена вопросам, связанным с определением несущей способности промороженного торфяного покрова. В ней приведены результаты экспериментальных исследований по определению комплекса характеристик мерзлого торфа, необходимых для расчета несущей способности покрова, а также известные аналитические методы этих расчетов. Последние были разработаны применительно к расчету ледяных переправ.

Предлагаемая методика содержит основные разделы проектирования дорог на промороженном покрове, включая технологию их строительства и особенности конструктивных решений. В разделе определения несущей способности промороженного покрова в основании дорог использован численный метод расчета с применением стандартного комплекса для ЭВМ. По сравнению с аналитическим численные методы дают возможность использовать расчетные схемы, которые в большей степени соответствуют натурным условиям, что позволяет обеспечить необходимую надежность расчетов.

Материал по данной разработке был оформлен в виде учебного пособия [2]. Большой вклад в процесс работы над этим пособием внес ее рецензент д-р техн. наук И. А. Золотарь.

Дальнейшие разработки были посвящены вопросам строительства строительных конструкций с использованием пучинистого грунта. В связи с отсутствием стандартного лабораторного оборудования для испытания грунта на морозное пучение было создано принципиально новое лабораторное оборудование для проведения испытаний и изготовлены опытные образцы оборудования. Это оборудование предназначалось как для использования в стационарной холодильной камере, так и с применением автономного холодильного оборудования. В последнем случае комплект такого оборудования или автономной установки включал стандартный холодильный шкаф и совмещаемое с ним устройство для испытания образцов грунта на морозное пучение. Новизна конструктивного решения предлагаемого оборудования подтверждена тремя патентами (№ 2021600, 2312788, 2319145). Это оборудование по сравнению с известным имеет определенные преимущества. Так, в процессе промораживания образцов при испытаниях представляется возможным обеспечить совпадение границы промерзания с горизонтом воды в образце. Это соответствует промерзанию водонасыщенных грунтов в натуральных условиях. В технологию изготовления образцов из грунта нарушенного природного строения внесены изменения. Вместо изготовления образца с уплотнением грунта непосредственно в форме для проведения испытаний предложен другой метод.

Образец изготавливают в специальном разъемном приборе, а затем его помещают в форму для испытаний. Это позволяет исключить влияние сил трения по боковой поверхности образца, которая существенно влияет на точность определения деформации морозного пучения образца в процессе испытаний. К преимуществу автономной установки относится повышенная производительность, так опытные экземпляры установки позволяли одновременно испытывать от 3 до 5 образцов (см. рис. 3).



Рис. 3. Вид устройств, расположенных в стационарной холодильной камере

Завершающим этапом данной разработки явилось создание в ВоГУ специализированной лаборатории для испытания грунта на морозное пучение, оснащенной новым оборудованием собственного изготовления. В состав лаборатории входят стационарная холодильная камера площадью 8 м², с размещенными в ней устройствами для одновременного испытания 20 образцов, а также автономными установками, обеспечивающими одновременное испытание 16 образцов грунта. Лаборатория функционирует с начала 90-х годов прошлого века и используется для проведения испытаний, выполнения НИР и в учебном процессе.

Последующие разработки основывались на выполнении экспериментальных исследований по обеспечению морозоустойчивости дорожных конструкций. Эти исследования включали оценку пучинистых свойств грунта, обработанного ионным стабилизатором, и композиции «грунт-гранулированный шлак».

При лабораторных испытаниях на морозное пучение образцов глинистого грунта, обработанных ионным стабилизатором фирмы «MARI ROSS», установлено снижение деформации морозного пучения до двух и более раз. В дальнейшем этот стабилизатор использовался при ремонте пучиноопасных участков на одной из автомобильных дорог Вологодской области. Сотрудники лаборатории участвовали в научном сопровождении этой работы. Для обоснования выбора технологии обработки грунта земляного полотна без его удаления проводились дополнительные экспериментальные исследования. Они заключались в использовании для этих целей щелевых увлажнителей.

При оценке пучинистых свойств композиции «грунт-гранулированный шлак» использовалась следующая ее особенность. Известно, что в таких композициях немолотый гранулированный шлак проявляет вяжущие свойства и характеризуется как медленно твердеющий материал. Исследования пучинистых свойств образцов композиции проводились в течение длительного периода времени (до 18 месяцев). Подобная композиция использовалась при строительстве окружной дороги (Обход г. Вологда).



Разработки по методике обеспечения морозоустойчивости дорожных конструкций выполнялись в 2014–2015 гг. по Государственному контракту, заключенному ВоГУ с Федеральным дорожным агентством (РОСАВТОДОР). Цель этой работы состояла в разработке предложений по усовершенствованию нормативной методики расчета дорожной конструкции на морозоустойчивость.

Выполненные по данному разделу работы содержали анализ действующей нормативной методики расчета, выявление ее недостатков и рекомендации по их устранению. Было установлено, что одним из основных недостатков нормативной методики является недопустимая погрешность в определении степени морозного пучения грунта приближенным методом.

В приводимых примерах показано, что для отдельных объектов эта погрешность приводит к занижению степени пучинистости песчаного грунта до 40 % от общего объема испытываемых грунтов, а для глинистого грунта – 30 %. Очевидно, что в этом случае надежность запроектированных дорожных конструкций по морозоустойчивости не будет обеспечена. Обосновывается также целесообразность исключения из нормативной методики влияния ряда факторов, с помощью которых производится корректировка средней величины морозного пучения. Учет этих факторов также в ряде случаев может понизить надежность расчетов на морозоустойчивость дорожной конструкции.

Предложения по усовершенствованию нормативной методики предлагают устранить эти и другие недостатки. Авторами предложена также новая методика расчета дорожной конструкции на морозоустойчивость, основанная на использовании материалов лабораторных испытаний образцов грунта на морозное пучение.

Разработки по усовершенствованию нормативной методики проектирования малозаглубленных фундаментов выполнялись авторами в 2010 г. по гранту с правительством Вологодской области. Эти фундаменты относятся к прогрессивным конструкциям под легкие здания (1-2-этажные). Новизной предлагаемой методики является учет пространственной жесткости конструкции фундамента и использование современных программных комплексов для ЭВМ. Методика оформлена в виде проекта территориального нормативного документа по проектированию малозаглубленных фундаментов для малоэтажного домостроения на пучинистых грунтах Вологодской области.

Содержание этих разработок с необходимой подробностью изложены в разделах работы авторов [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

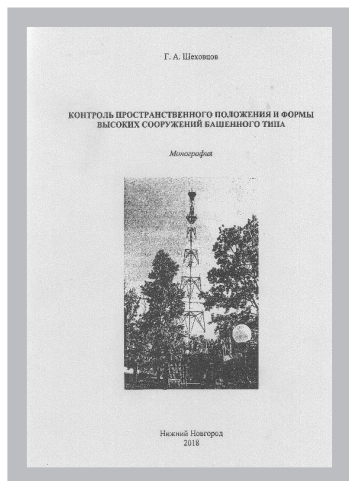
1. Вялов, С. С. Строительство промышленных сооружений на мерзлом торфе / С. С. Вялов, Г. Л. Каган, А. Н. Воевода, В. И. Муравленко. – Москва : Недра, 1980. – 140 с.
2. Каган, Г. Л. Проектирование дорог на замороженном покрове : учеб. пособие / Г. Л. Каган. – Ленинград : СЗПИ, 1990. – 82 с.
3. Каган, Г. Л. Разработки в области строительства сооружений на сезоннопромерзающих грунтах: Монография. / Г. Л. Каган, В. А. Шорин, А. Ю. Вельсовский ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Вологод. гос. ун-т. – Вологда : ВоГУ, 2016. – 184 с.

© В. А. Шорин, Г. Л. Каган, А. Ю. Вельсовский, 2018

Получено: 19.02.2018 г.



НОВЫЕ ИЗДАНИЯ



Шеховцов, Г. А. Контроль пространственного положения и формы высоких сооружений башенного типа : монография / Г. А. Шеховцов ; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2018 – 214 с.

ISBN 978-5-528-00255-1

Выполнены теоретические обобщения и систематизация сведений о способах контроля пространственного положения и формы высоких сооружений башенного типа. Приведена классификация способов определения крена таких сооружений, включающая три группы: многосторонние, односторонние и перспективные. В группу многосторонних включены способы: высокоточного нивелирования, вертикального проектирования с помощью теодолита, линейные, угловые, координатные (способ засечек), фотографические (непосредственный, двухэтапный, ступенчатый), в связи с чем приведены различные способы определения радиуса сооружений круглой формы. Изложена сущность этих способов, отмечены их достоинства, недостатки и новейшие авторские разработки в этой области. Детально рассмотрены односторонние одноэтапные и двухэтапные способы: линейно-угловой и координатный, выполняемые с помощью электронного тахеометра безотражательного типа и способ вертикального проектирования. Показана методика определения составляющих вектора крена по любому направлению. К перспективным отнесены способы, которые в настоящее время могут быть основаны или в дальнейшем будут основаны на новейших достижениях науки и техники, таких как: GPS-приемники, наземные лазерные сканеры, программа Plumb-bob, использование беспилотников. Подобный подход к решению поставленной задачи призван ориентировать исследователей в многообразии способов определения крена с целью выбора оптимальных или разработки новых способов.

Монография рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся монтажом, строительством и контролем за эксплуатацией высоких сооружений башенного типа и может быть полезна студентам технических вузов.



Гелашвили, Д. Б. Зоотоксикология: биоэкологические и биомедицинские аспекты : учеб. пособие / Д. Б. Гелашвили, В. Н. Крылов, Е. Б. Романова ; Нижегород. ун-т им. Н. И. Лобачевского. – Нижний Новгород : ННГУ, 2015. – 770 с.

ISBN 978-5-91326-329-2

В учебном пособии на основе анализа мировой научной литературы приведены современные данные о важнейших ядовитых представителях фауны Земли, а также вырабатываемых ими токсинах. Рассмотрены вопросы биологии и экологии ядовитых животных, их охраны и рационального использования, химической природы и молекулярной структуры токсинов, механизмов их поражающего действия и мер оказания первой помощи. Изложен материал о применении зоотоксинов в биологии и медицине. Справочный материал содержит свыше 500 терминов и 1200 латинских названий организмов.

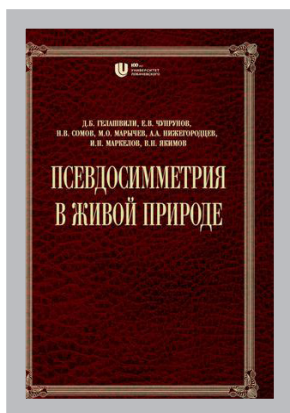
Для студентов, обучающихся по направлениям 06.03.01; 06.04.01 – «Биология» и 05.03.06; 05.04.06 – «Экология и природопользование», аспирантов и специалистов, интересующихся вопросами зоотоксикологии.



Фракталы и мультифракталы в биоэкологии : монография / Д. Б. Гелашвили, Д. И. Иудин, Г. С. Розенберг, В. Н. Якимов, Л. А. Солнцев ; Нижегород. ун-т им. Н. И. Лобачевского. – Нижний Новгород : ННГУ, 2013. – 370 с.

ISBN 978-5-91326-246-2

В монографии обобщены данные мировой литературы и результаты собственных исследований авторов по обоснованию и применению парадигмы самоподобия, являющейся теоретическим базисом фрактальной геометрии, в приложении к задачам биоэкологии. Рассмотрены фрактальные аспекты анализа видовой и пространственной структуры сообществ, таксономического разнообразия, временных рядов экологических данных и др. Изложена техника мультифрактального анализа структуры сообществ. Проведен теоретический анализ связи фракталов и концепции самоорганизованной критичности биоэкологических систем. Книга адресована широкому кругу научных работников, аспирантов и студентов, интересующихся основами фрактальной геометрии, теории перколяции, самоорганизованной критичности и их приложениями в биоэкологии.



Псевдосимметрия в живой природе : монография / Д. Б. Гелашвили, Е. В. Чупрунов, Н. В. Сомов, М. О. Марычев, А. А. Нижегородцев, И. Н. Маркелов, В. Н. Якимов; Под общ. ред. Д. Б. Гелашвили, Е. В. Чупрунова ; Нижегород. ун-т им. Н. И. Лобачевского. – Нижний Новгород : ННГУ, 2016. – 363 с.
ISBN 978-5-91326-333-9

Рассмотрены теоретические вопросы псевдосимметрии биологических объектов, включая применение теории групп, приведено описание программных продуктов, позволяющих автоматизировать вычисление показателей инвариантности (псевдосимметрии) 2D- и 3D-изображений биообъектов.

Для специалистов и широкого круга читателей, интересующихся вопросами симметрии, псевдосимметрии и биосимметрии.

ВПЕЧАТЛЕНИЯ ОТ ЗНАКОМСТВА С КНИГАМИ**Д. Б. ГЕЛАШВИЛИ И СОАВТОРОВ, ИЗДАННЫМИ В НЕДАВНИЕ ГОДЫ**

Издательством Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского выпущены в свет книги:

1. Гелашвили Д. Б., Иудин Д. И., Розенберг Г. С., Якимов В. Н., Солнцев Л. А. Фракталы и мультифракталы в биоэкологии: монография. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2013. – 370 с.

2. Гелашвили Д. Б., Чупрунов Е. В., Сомов Н. В., Марычев М. О., Нижегородцев А. А., Маркелов И. Н., Якимов В. Н. Псевдосимметрия в живой природе: монография / Под общ. ред. проф. Д. Б. Гелашвили и проф. Е. В. Чупрунова. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2016. – 363 с.

3. Гелашвили Д. Б., Крылов В. Н., Романова Е. Б. Зоотоксикология: биоэкологические и биомедицинские аспекты. Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2015. – 770 с.

Д. Б. Гелашвили по экземпляру книг мне подарил. Две из книг – монографии, третья и наиболее объемная – учебное пособие монографического характера. Все книги – биологической направленности. Не являясь специалистом в этой области, но относясь к «широкому кругу читателей», я их пролистал, затем просмотрел почти внимательно, затем многое прочитал, затем из книги о фракталах что-то выписал в качестве заимствований для использования в своей работе (непреренно со ссылками), затем составил данную заметку для нашего журнала.

У книг в общем числе 15 соавторов: Д. Б. Гелашвили мастер создавать творческие коллективы, где успех измеряется не усилиями, а результатами. С тремя из авторов – Давидом Бежановичем Гелашвили, Евгением Владимировичем Чупруновым, Дмитрием Игоревичем Иудиным – я знаком лично: сводила судьба. Все трое – классические ученые, специалисты мирового уровня (не декоративные, а истинные) в фундаментальных областях соответственно биоэкологии, кристаллографии, теории фракталов. Состоят в лидерах ведущейся гонки за прогрессом. Соответствующего уровня пишут книги.

Не рискуя ошибиться, выписываю характеристики книг из предисловий.

1. Книга посвящена одному из наиболее интересных вопросов современной науки: применению теории фракталов для описания и анализа структуры природных объектов, в качестве которых авторы избрали биотическое сообщество – одно из самых загадочных творений природы (Е. В. Чупрунов, ректор ННГУ).

2. Новая работа нижегородцев – новый шаг по использованию теории симметрии в биоэкологии. Концепцией обобщенной симметрии современная наука обязана кристаллографии. Права гражданства завоевывает новое научное направление – биосимметрика. Предлагаемая читателю книга – важный шаг в этом направлении (В. А. Садовничий, ректор МГУ).

3. По существу, «Зоотоксикология» – это своеобразная энциклопедия ядовитых животных и их ядов. В ней максимально широко представлены ядовитые животные – от одноклеточных динофлагеллат до птиц и млекопитающих, описаны биологические и экологические особенности ядохлодентов, приведены физико-химические характеристики токсинов и подробно рассмотрены механизмы их действия на организм, органном, тканевом, клеточном и субклеточном уровнях (Е. В. Чупрунов, ректор ННГУ).

Книги прекрасно изданы с множеством цветных иллюстраций: заботами руководства при ННГУ работает современно оборудованный некоммерческий издательский центр.

Ясно, что пересказывать книги в любого размера отзыве – дело бесперспективное. Каждую надо поддержать в руках, а затем расположить на столе и читать. Когда и, если это сделают специалисты, студенты, даже «широкий круг читателей» – им не придется жалеть.

*С. В. Соболев, главный редактор
«Приволжского научного журнала»*



ПЕРЕЧЕНЬ ТРЕБОВАНИЙ И УСЛОВИЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ НАУЧНОЙ СТАТЬИ В ПЕРИОДИЧЕСКОМ НАУЧНОМ ИЗДАНИИ «ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»

1. Список материалов, необходимых для публикации научной статьи

1.1. Автор (авторы) в соответствии с приведенными ниже требованиями должен оформить материалы научной статьи: рукопись статьи и сопроводительные документы к ней. Журнал является двуязычным и материалы научной статьи могут подаваться в редакцию на русском или на английском языках (здесь имеется ввиду язык основного текста статьи, т. к. часть материалов статьи должна оформляться на обоих языках).

1.2. Рукопись статьи представляется в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4 (оформление – см. п. 2) и в электронном виде (оформление – см. п. 3). ***Печатный и электронный варианты рукописи статьи должны быть идентичны.***

1.3. Сопроводительные документы к рукописи статьи должны включать в себя:

1.3.1. Сопроводительное письмо в двух экземплярах в печатном виде на листе формата А4 **по утвержденной форме**, которая приведена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> Данное письмо подписывается руководителем организации (юридического лица), откуда исходит рукопись статьи. Если автор статьи не является работником какой-либо организации, не является аспирантом, докторантом, соискателем ученой степени, то сопроводительное письмо подписывается им лично (в этом случае к сопроводительному письму должны прилагаться документы, подтверждающие статус безработного). Для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, сопроводительное письмо представлять не требуется.

1.3.2. Выписку из протокола заседания кафедры (отдела, научно-технического совета или иного правомочного органа) с рекомендацией статьи к публикации в Приволжском научном журнале в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то вместо выписки представляется рекомендация к опубликованию, подписанная научным работником, имеющим ученую степень по соответствующей специальности (определяется по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России).

1.3.3. Экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати в двух экземплярах в печатном виде на листах формата А4. Данный документ оформляется по форме, утвержденной в организации, откуда исходит рукопись статьи. Форма экспертного заключения, утвержденная в ННГАСУ, размещена на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru> (для работников ННГАСУ, а также для аспирантов, докторантов, соискателей ученой степени, официально оформленных в ННГАСУ, данный документ оформляется в отделе интеллектуальной собственности и трансфера технологий (корпус II, каб. 213-а, тел.: (831) 430-19-34)).

Если в организации, откуда исходит рукопись статьи, нет утвержденной формы экспертного заключения, то в качестве образца может использоваться форма ННГАСУ (при этом автор должен внести соответствующие изменения в наименования должностей и Ф.И.О. ответственных лиц). Если статья представляется не от лица какой-либо организации, а непосредственно физическим лицом, то экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати представлять не требуется.

1.3.4. Документ (копия бланка подписки), подтверждающий оформление подписки на Приволжский научный журнал на 2 (два) номера или более (ин-

декс 80382 в каталоге Агентства «Роспечать»). Подписка может быть оформлена физическим или юридическим лицом. Требование по оформлению подписки **не распространяется** на следующие категории лиц: 1) на аспирантов (статус аспиранта подтверждается справкой из организации, в которой проходит обучение в аспирантуре); 2) на штатных сотрудников ННГАСУ; 3) на членов редакционной коллегии Приволжского научного журнала. *Примечание:* если соавтором статьи является лицо, не относящееся ни к одной из вышеуказанных категорий, то требование по оформлению подписки на журнал сохраняется.

1.4. Если авторами статьи являются работники различных организаций (юридических лиц), то сопроводительные документы оформляются от одной из организаций (по усмотрению авторов), а от остальных необходимо представить выписки из протоколов заседаний кафедр (отделов, научно-технических советов или иных правомочных органов) с рекомендацией статьи к опубликованию с учетом сформированного авторского коллектива. Данные выписки должны быть подписаны руководителем организации, которая заверяется печатью организации.

2. Правила оформления рукописи научной статьи в печатном виде

2.1. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на русском языке**) должна включать в себя следующие составные элементы:

- индекс УДК (универсальная десятичная классификация);
- фамилии, инициалы авторов **на русском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на русском языке** (звания в негосударственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на русском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на русском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**;
- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на русском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;
- ключевые слова **на русском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);
- аннотация статьи **на русском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);
- основной текст статьи **на русском языке**;
- библиографический список **на русском языке** (не менее трех источников);
- фамилии, имена, отчества (полностью) авторов **на английском языке**;
- ученые степени и ученые звания авторов **на английском языке** (звания в негосударственных академиях наук не указывать);
- должности авторов (по основному месту работы, а также по совместительству (если имеется)) **на английском языке** (если автор является аспирантом, докторантом или соискателем ученой степени, то необходимо указать название кафедры, на которой он оформлен);
- название статьи **на английском языке**;
- полное наименование организации (юридического лица), являющегося местом работы автора (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**;



- контактная информация для переписки (основное место работы и совместительство (если имеется)) **на английском языке**: почтовый адрес организации (с указанием индекса); номер телефона, номер факса (с указанием кода города), адрес электронной почты;

- ключевые слова **на английском языке** (3 – 5 слов и (или) словосочетаний);
- аннотация статьи **на английском языке** (общий объем не более 0,3 стр.);
- библиографический список **на английском языке** (не менее трех источников);
- знак охраны авторского права, состоящий из следующих элементов: латинская буква «С» в окружности, фамилии, инициалы авторов на русском языке, год направления статьи в редакцию.

Расположение и оформление вышеперечисленных частей рукописи статьи должно соответствовать образцу оформления научной статьи, который размещен на интернет-сайте журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>.

2.2. Рукопись статьи (при оформлении основного текста статьи **на английском языке**) должна включать в себя те же составные элементы, которые указаны в п. 2.1. При этом русскоязычное написание заменяется на англоязычное, а англоязычное – на русскоязычное.

2.3. При оформлении рукописи статьи необходимо соблюдать следующие требования:

2.3.1. Текст рукописи статьи набирается на компьютере в текстовом редакторе «Microsoft Word» и распечатывается на принтере на листах бумаги формата А4 с одной стороны. Плотность бумаги 80 г/м². Размеры полей страниц: верхнее 25 мм, нижнее 25 мм, левое 25 мм, правое 25 мм. Страницы должны быть пронумерованы в нижней правой части.

2.3.2. Текст рукописи статьи набирается шрифтом Times New Roman Cyr. Шрифт № 14 с межстрочным интервалом 1,0 (одинарный) используется для набора следующих частей рукописи: индекс УДК, Ф.И.О. авторов, ученые степени и ученые звания авторов, должности авторов, название статьи. Шрифт № 14 с межстрочным интервалом 1,5 (полуторный) используется для набора следующих частей рукописи: основной текст статьи, знак охраны авторского права. Шрифт № 12 с межстрочным интервалом 1,0 (одинарный) используется для набора следующих частей рукописи: наименование организации (места работы авторов), контактная информация (адрес организации и др.), аннотация статьи, ключевые слова, библиографический список.

2.3.3. Буквы русского и греческого алфавитов (в том числе индексы), а также все цифры (в том числе индексы) необходимо набирать прямым шрифтом, а буквы латинского алфавита – курсивом. Аббревиатуры, стандартные функции (Re, sin, cos и т. п.) и символы химических элементов набираются прямым шрифтом.

2.3.4. Текст статьи может включать формулы, которые должны набираться **только с использованием редактора формул «Microsoft Word»**. При этом необходимо использовать редактор формул «MathType 6» или «Microsoft Equation 3.0». При использовании текстового редактора «Microsoft Word, Office-2010» не допускается использование редактора формул, открывающегося по команде «Вставка – Формула» (кнопка «π» на панели быстрого доступа). В данной версии необходимо в меню «Вставка» нажать кнопку «Объект» и в выпадающем меню выбрать тип вставляемого объекта – «Microsoft Equation 3.0». Шрифт формул должен соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи (см. выше). В статье должен быть необходимый минимум формул, все второстепенные и промежуточные математические преобразования при необходимости могут выноситься в приложение к статье (в качестве поясняющей информации для рецензента).

2.3.5. Текст статьи может включать таблицы, а также графические материалы (рисунки, графики, фотографии и др.). Данные материалы должны иметь сквоз-

ную нумерацию и названия. На все таблицы и графические материалы должны быть сделаны ссылки в тексте статьи. При этом расположение данных объектов должно быть после ссылок на них. Шрифт таблиц должен соответствовать требованиям, предъявляемым к тексту статьи (см. выше). Шрифт надписей внутри рисунков, графиков, фотографий и др. графических материалов Times New Roman Сур, размер № 12, межстрочный интервал 1,0 (одинарный). В случае использования в статье цветных графических материалов (рисунки, графики, фотографии и др.) их необходимо скомпоновать на четном количестве страниц – либо на двух, либо на четырех отдельных страницах (но не более четырех страниц). К данным рисункам должны быть сделаны подписи, а в тексте статьи на них должны быть ссылки. Использование цветных графических материалов должно быть оправданным (в тех случаях, когда их нельзя заменить черно-белым аналогом).

2.3.6. Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008 (с учетом вступления в силу последующих версий данного документа). Нумерация литературных источников в списке дается в порядке последовательности ссылок. На все литературные источники должны быть ссылки в тексте статьи (в квадратных скобках). В библиографический список включаются только те работы (документы), которые опубликованы в печати на момент представления рукописи статьи в редакцию. Количество литературных источников в списке должно быть не менее 3-х. В качестве цитируемых литературных источников должны использоваться научные статьи, опубликованные за последние 5 лет в российских и зарубежных рецензируемых научных периодических изданиях. Не допускается ссылаться на учебники и учебные пособия, научно-популярную литературу, если они не являются объектом исследования. В англоязычном варианте библиографического списка русскоязычные литературные источники должны быть представлены в транслитерации, на латинице. Кроме того названия статей и названия журналов переводятся на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках). Библиографические описания англоязычных изданий приводятся в оригинальном виде. Для изданий на других языках названия статей и названия журналов должны быть переведены на английский язык (перевод указывается в квадратных скобках).

2.3.7. Объем рукописи статьи (включая черно-белые и цветные графические материалы), оформленной с учетом вышеперечисленных требований, **не должен превышать**: а) 11 (одиннадцать) страниц при наличии в тексте не менее 3-х графических материалов (рисунков, графиков, фотографий); б) 8 (восемь) страниц во всех остальных случаях.

2.4. Рукопись статьи должна быть тщательно отредактирована и подписана всеми авторами (лично) с обратной стороны последней страницы с указанием даты представления рукописи в редакцию (число.месяц.год).

3. Правила оформления рукописи научной статьи в электронном виде

3.1. В электронном виде необходимо представить файл, подготовленный в редакторе «Microsoft Word» (тип файла «doc» или «docx» или «rtf»). Данный файл должен включать рукопись статьи (подготовленной в соответствии с п. 2) со вставленными в текст графическими материалами (если они имеются). В названии файла должна присутствовать фамилия автора статьи. Файл должен быть записан на компакт-диск (CD-R или CD-RW).

3.2. Каждый отдельный графический материал (рисунок, график, фотография и др.) должен быть записан в виде отдельного файла, при этом названия файлов должны соответствовать нумерации данных материалов (например: «Рис.1»). Все графические материалы должны быть доступны для редактирования, для этого



они должны быть представлены **в исходном формате** (например, для рисунков, созданных в графическом редакторе «CorelDraw», необходимо представление файлов в формате «cdr»). Представление графиков, рисунков и т. п. графических материалов в виде отсканированных изображений **не допускается**. Файлы фотографий должны иметь расширение «jpg». Качество всех графических материалов должно быть высоким (не ниже 300 dpi).

4. Порядок представления в редакцию материалов научной статьи

Подготовленные с учетом всех вышеперечисленных требований материалы научной статьи (рукопись статьи и сопроводительные документы к ней) должны быть запечатаны в конверт формата А4, на котором указывается адрес редакции: *Россия, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет».* Ответственному секретарю Приволжского научного журнала Моничу Д. В.

Конверт с материалами может быть отправлен по почте, с использованием курьерской доставки или доставлен лично автором (доверенным лицом автора). В случае отправки с использованием курьерской доставки, а также в случае личной доставки, конверт необходимо сдавать в канцелярию ННГАСУ (г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65, ННГАСУ, корпус I, 1-й этаж, каб. 127).

5. Порядок рассмотрения редакцией материалов научной статьи и ее рецензирования

5.1. После получения материалов научной статьи ответственный секретарь журнала проводит оценку их достаточности и правильности оформления. В случае отклонений от установленных требований, автору по электронной почте направляется письмо с уведомлением: «Материалы научной статьи не соответствуют требованиям, установленным редакцией журнала».

5.2. Материалы статей, оформленные в соответствии с установленными требованиями, ответственный секретарь регистрирует и направляет для рассмотрения члену редакционной коллегии журнала, который имеет соответствующую специальность (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России). Член редакционной коллегии организует рецензирование (экспертную оценку) рукописи научной статьи в соответствии с порядком, установленным редакцией журнала. С составом редакционной коллегии, в т. ч. с научными специальностями ее членов, а также с «Порядком рецензирования научных статей» можно ознакомиться на интернет-сайте Приволжского научного журнала: <http://www.pnj.nngasu.ru>

5.3. Если на статью получена положительная рецензия, то она включается в план публикации соответствующего тематического раздела журнала. Автору статьи по почте, а также по электронной почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Включено в план публикации». Сроки и очередность опубликования устанавливаются редакцией с учетом количества статей, находящихся в плане публикации соответствующего тематического раздела журнала. Как правило, дата приема статей для издания очередного номера устанавливается не позднее, чем за 4 (четыре) месяца до месяца выхода (например, для № 1 (март) этот срок должен быть не позднее 01 ноября). При этом дата устанавливается по дате получения редакцией положительной рецензии на статью.

5.4. Если на статью получена рецензия с замечаниями, но рецензент указывает на возможность публикации статьи после доработки, то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «На доработку». Порядок оформления, представления и рассмотрения дорабо-

танных рукописей статей такой же, как для вновь поступающих материалов статей. К доработанной рукописи статьи необходимо приложить документ «Ответы на замечания рецензента», оформленный в печатном виде на листах формата А4, в двух экземплярах. Ответы даются на каждое замечание (по пунктам), внизу ставятся личные подписи всех авторов с указанием даты представления доработанной рукописи в редакцию (число.месяц.год). Подписи авторов должны быть заверены канцелярией или отделом кадров организации, откуда исходит рукопись статьи. Сопроводительные документы к рукописи статьи (по п. 1.3.) переоформляются только в том случае, если при доработке изменяется название статьи и (или) изменяется авторский коллектив.

5.5. Если на статью получена отрицательная рецензия (рецензия с замечаниями, без указания на возможность публикации статьи после доработки), то автору статьи по почте направляется копия рецензии (без указания личности рецензента) и уведомление «Не рекомендуется к публикации».

6. Общие требования и условия публикации

6.1. Редакцией не принимаются к рассмотрению: 1) научные статьи, не соответствующие тематическим направлениям журнала, по которым осуществляется рецензирование (экспертная оценка). Данные направления соответствуют научным направлениям членов редакционной коллегии журнала (по номенклатуре специальностей научных работников, утвержденной Минобрнауки России); 2) научные статьи, публиковавшиеся ранее; 3) материалы, не соответствующие установленным редакцией требованиям; 4) рекламные материалы.

6.2. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей статей. Редакция имеет право частично или полностью предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования, а также размещать данные материалы на интернет-сайте журнала.

6.3. Авторский коллектив, направляющий научную статью в редакцию журнала, несет ответственность за неправомерное использование объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме, в соответствии с действующим законодательством.

6.4. Авторские права на каждый номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала – федеральному государственному бюджетному образовательному учреждению высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Перепечатка материалов «Приволжского научного журнала» без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

6.5. Материалы научных статей, направляемые в редакцию журнала, авторам не возвращаются. Вознаграждение (гонорар) за опубликованные научные статьи не выплачивается.

6.6. Оплата за рассмотрение научной статьи редакцией взимается путем оформления автором подписки на журнал (условия – см. п. 1.3.4 выше). Плата с аспирантов за публикацию научных статей не взимается.



**ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА
на I полугодие 2018 г.
НА ПЕРИОДИЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ
«ПРИВОЛЖСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»**

Основан в 2006 году

Периодичность – ежеквартально

Журнал рассчитан на профессорско-преподавательский состав, аспирантов, а также студентов старших курсов вузов, работников научно-исследовательских и проектных институтов, инженерно-технический персонал организаций и предприятий.

Журнал имеет разделы:

- Строительные конструкции, здания и сооружения (05.23.01);
- Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (05.23.03);
- Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (05.23.04);
- Строительные материалы и изделия (05.23.05);
- Гидротехническое строительство (05.23.07);
- Гидравлика и инженерная гидрология (05.23.16);
- Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства (05.23.19);
- Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия (05.23.20);
- Архитектура зданий и сооружений.
- Творческие концепции архитектурной деятельности (05.23.21);
- Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов (05.23.22).

В ЖУРНАЛЕ ПУБЛИКУЮТСЯ

статьи о результатах научных исследований по группе научных специальностей 05.23.00 «Строительство и архитектура». Статьи рецензируются.

Каталожная цена за 6 месяцев – 1000 руб.

Цена отдельного номера – 500 руб.

**Подписной индекс по каталогу Агентства «Роспечать» –
«Газеты. Журналы»: 80382**

Адрес редакции: Россия, 603950, г. Нижний Новгород,

ул. Ильинская, д. 65.

Тел./факс: (831) 433-04-36, 430-19-46

ISSN 1995-2511



9 771995 251524 >