



ISSN 0044-4472

3'2021

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

научно-технический и производственный журнал

www.rifsm.ru

www.journal-hc.ru

издается с 1958 г.





Комитет Торгово-промышленной палаты РФ
по предпринимательству в сфере строительства

АО «ЦНИИЭП жилища – институт комплексного проектирования
жилых и общественных зданий» (АО «ЦНИИЭП жилища»)

Объединенная редакция научно-технических журналов
«Жилищное строительство» и «Строительные материалы»®



XI Международная научно-практическая конференция «InterConPan-2021: индустриальное домостроение для комплексного развития территорий»

InterConPan-2021

International Conference of Large-panel Construction

28–30 Июня 2021 г. / June 28–30, 2021

Отель «Золотое кольцо» Управления делами Президента РФ (Москва, ул. Смоленская, 5)

ТЕМАТИКА:

- Оборудование и технологии для модернизации предприятий индустриального домостроения
- Инновационные строительные системы
- BIM-технологии в сборном домостроении
- Современные бетоны, добавки и пигменты
- Архитектурно-планировочные решения
- Решения фасадов и внутренней отделки
- Качественное и энергоэффективное индустриальное строительство
- Комплексное развитие территорий застройки
- Малоэтажное индустриальное строительство

ПРОГРАММА:

- 1-й день** Пленарное заседание
Секции: «Архитектура крупнопанельных зданий и комплексное развитие территорий»;
«Инновационная технология предприятий индустриального домостроения»;
«BIM-технологии в индустриальном домостроении»
- 2-й день** Выездная сессия на предприятия индустриального домостроения Москвы и Московской области
- 3-й день** Выездная сессия на объекты строительства Москвы и Московской области

Постоянный спонсор

PROGRESS GROUP

Постоянный партнер

ALLBAU software

Партнеры

SOMMER
PRECAST TECHNOLOGY

К проведению конференции готовятся тематические номера журналов «Жилищное строительство» № 5 и «Строительные материалы» № 5, в которых будут опубликованы основные пленарные и секционные доклады. Представление докладов в виде статей до 20.04.2021 г.

www.interconpan.ru

Организационный комитет: +7 (499) 976-20-36, 976-22-08
kpd-conf@mail.ru; mail@rifsm.ru www.rifsm.ru

Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3, оф. 408, редакция журнала «Жилищное строительство»

Учредитель журнала: АО «ЦНИИЭП жилища»
Адрес: Россия, 127434, Москва,
Дмитровское ш., д. 9, стр. 3

Издатель: ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»
Адрес: 125319, г. Москва, ул. Черняховского,
д. 9, корп. 1, кв. 1

Входит в Перечень ВАК,
государственный проект РИНЦ
и RSCI на платформе Web of Science
Журнал зарегистрирован Министерством РФ
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовой информации
№ ФС77-64906

Главный редактор

ЮМАШЕВА Е.И.,
инженер-химик-технолог,
почетный строитель России

Редакционный совет:

НИКОЛАЕВ С.В.,
председатель, д-р техн. наук,
АО «ЦНИИЭП жилища» (Москва)

АЗАРОВ В.Н.,
д-р техн. наук (Волгоград)

АКИМОВ П.А.,
д-р техн. наук, академик РААСН
(Москва)

АЛЕКСЕЕВ Ю.В.,
д-р архитектуры, профессор (Москва)

ВАВРЕНЮК С.В.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН (Владивосток)

ВОЛКОВ А.А.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН (Москва)

ГАГАРИН В.Г.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН (Москва)

ЖУСУПБЕКОВ А.Ж.,
д-р техн. наук (Астана, Казахстан)

ЗВЕЗДОВ А.И.,
д-р техн. наук, президент Ассоциации
«Железобетон» (Москва)

ИЛЬИЧЕВ В.А.,
д-р техн. наук, академик РААСН
(Москва)

КОЛЧУНОВ В.И.,
д-р техн. наук, академик РААСН
(Курск)

МАНГУШЕВ Р.А.,
д-р техн. наук, член-корреспондент
РААСН (Санкт-Петербург)

ОРЕЛЬСКАЯ О.В.,
д-р архитектуры, член-корреспондент
РААСН, профессор (Нижний Новгород)

СУББОТИН О.С.,
д-р архитектуры (Краснодар)

ТЕР-МАТИРОСЯН А.З.,
д-р техн. наук (Москва)

ТИХОНОВ И.Н.,
д-р техн. наук (Москва)

Авторы

опубликованных материалов несут
ответственность за достоверность
приведенных сведений, точность данных
по цитируемой литературе
и за использование в статьях данных,
не подлежащих открытой публикации.

Редакция

может опубликовать статьи
в порядке обсуждения,
не разделяя точку зрения автора.

Перепечатка

и воспроизведение статей, рекламных
и иллюстративных материалов возможны
лишь с письменного разрешения главного
редактора.

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений.

ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Издается с 1958 г.

3'2021

Современное проектирование

Н.П. УМНЯКОВА, И.Л. ШУБИН, И.А. ШМАРОВ, В.А. СМИРНОВ

Обеспечение благоприятных условий в палатах инфекционных больниц
в условиях пандемии коронавирусной инфекции 3

Расчет конструкций

К.Ю. СТЕПАНИЦЕВ, В.В. СИДОРОВ

Проблемы применения методов проектирования оснований,
армированных железобетонными элементами 13

С.В. ВАВРЕНЮК, В.Г. ВАВРЕНЮК, А.Э. ФАРАФОНОВ, Н.В. КУЗНЕЦОВ

Исследование причины разрушения опорного узла металлической фермы покрытия
концертно-спортивного комплекса «Фетисов-Арена» во Владивостоке 19

Градостроительство и архитектура

И.А. ПРОКОФЬЕВА

Общественно-торговые сооружения в структуре исторического центра Москвы и Парижа.
Принципы преемственности и развития 25

Д.О. ГУЛЯН

Особенности архитектуры армянских церквей Черноморского побережья России 33

Подземное строительство

Н.С. СОКОЛОВ, С.Б. ЗИМИН

Случай из геотехнической практики усиления прислоненного склона 38

Тепловая защита зданий

О.Д. САМАРИН

Аналитический расчет энтальпии наружного воздуха в теплый период года
с использованием данных СП 131.13330.2018 44

Founder of the journal: AO «TSNIEP zhilishcha»
Address: 9/3 Dmitrovskoye Highway, 127434,
Moscow, Russian Federation

Publisher: «STROYMATERIALY»
Advertising-Publishing Firm, OOO
Address: 1, 9 Bldg. 1, Chernyakhovskogo Street,
Moscow, 125319, Russian Federation

The journal is registered by the RF Ministry
of Press, Broadcasting and Mass
Communications, № FS77-64906

Editor-in-chief

YUMASHEVA E.,
chemical process engineer,
Honorary Builder of Russia

Editorial Board:

NIKOLAEV S.,
Chairman,
Doctor of Sciences (Engineering),
AO «TSNIEP zhilishcha» (Moscow)

ALEKSEEV Yu.,
Doctor of Architecture, Professor
(Moscow)

AZAROV V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
(Volgograd)

AKIMOV P.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Academician of RAACS (Moscow)

VAVRENYUK S.,
Doctor of sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Vladivostok)

VOLKOV A.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Moscow)

GAGARIN V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Moscow)

ZHUSUPBEKOV A.,
Doctor of Sciences (Engineering)
(Astana, Kazakhstan)

ZVEZDOV A.,
Doctor of Sciences (Engineering),
President, Association «Zhelezobeton»
(Moscow)

IL'ICHEV V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Academician of RAACS, Research
Supervisor of the Academic Scientific
and Creative Center of RAACS (Moscow)

KOLCHUNOV V.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Academician of RAACS (Kursk)

MANGUSHEV R.,
Doctor of Sciences (Engineering),
Corresponding member of RAACS
(Saint-Petersburg)

ORELSKAYA O.,
Doctor of Architecture, Corresponding
Member of RAACS, Professor (Nizhny
Novgorod)

SUBBOTIN O.,
Doctor of Architecture (Krasnodar)

TER-MARTIROSIAN A.,
Doctor of sciences (Engineering)
(Moscow)

TIKHONOV I.,
Doctor of Sciences (Engineering)
(Moscow)

The authors

of published materials are responsible for the
accuracy of the submitted information, the
accuracy of the data from the cited literature
and for using in articles data which are not
open to the public.

The Editorial Staff

can publish the articles as a matter for discus-
sion, not sharing the point of view of the author.

Reprinting

and reproduction of articles, promotional and
illustrative materials are possible only with the
written permission of the editor-in-chief.

The Editorial Staff is not responsible for
the content of advertisements and
announcements.

ZHILISHCHNOE STROITEL'STVO

Published since 1958

3'2021

Modern design

N.P. UMNIKOVA, I.L. SHUBIN, SHMAROV, V.A. SMIRNOV

Ensuring Favorable Conditions in the Wards of Infectious Diseases Hospitals
in the Context of a Coronavirus Pandemic 3

Structural calculations

K.Yu. STEPANISHEV, V.V. SIDOROV

Problems of Application of Design Methods for Bases Reinforced
with Reinforced Concrete Elements 13

S.V. VAVRENYUK, V.G. VAVRENYUK, A.E. FARAFONOV, N.V. KUZNETSOV

Investigation of the Cause of Destruction of the Support Node of the Metal Truss Covering
the Concert and Sports Complex "Fetisov-Arena" in Vladivostok 19

Town planning and architecture

I.A. PROKOFIEVA

Public and Commercial Buildings in the Structure of the Historical Center of Moscow and Paris.
Principles of Continuity and Development 25

D.O. GULYAN

Features of the Architecture of Armenian Churches Black Sea Coast of Russia 33

Underground construction

N.S. SOKOLOV, S.B. ZIMIN

An Experience from the Geotechnical Practice of Reinforcing a Leaned Slope 38

Heat protection of buildings

O.D. SAMARIN

Analytical Calculation of the Outdoor Air Enthalpy in the Warm Period
of the Year Using Data SP 131.13330.2018. 44

Editorial address: 9/3 Dmitrovskoye Hwy, 127434, Moscow, Russian Federation

Tel.: (499) 976-22-08, 976-20-36

Email: mail@rifsm.ru http://www.journal-hc.ru http://www.rifsm.ru

УДК 725.514

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-3-11>

Н.П. УМНЯКОВА¹, д-р техн. наук, И.Л. ШУБИН¹, д-р техн. наук, член-корр. РААСН,
И.А. ШМАРОВ¹, канд. техн. наук, В.А. СМИРНОВ^{1,2}, канд. техн. наук

¹ Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук
(127238, г. Москва, Локомотивный пр., 21)

² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Обеспечение благоприятных условий в палатах инфекционных больниц в условиях пандемии коронавирусной инфекции

Приведены требования нормативных документов к температурно-влажностному и световому режиму, к обеспечению инсоляции помещений больничных палат в условиях пандемии коронавируса, а также требования по виброзащите высокоточного медицинского оборудования (сканеров, томографов, установок для магнитно-резонансного обследования пациентов). Проведенный анализ различных нормативных документов показал важность выполнения этих требований как при строительстве новых больничных зданий, так и при перепрофилировании существующих больничных учреждений под инфекционные отделения для лечения коронавирусных больных. Также в статье дается научное обоснование необходимости выполнения требований норм строительной физики в целях обеспечения комфортных условий для находящихся в больничных палатах пациентов: благоприятные температурные условия, инсоляционный и световой режим в сочетании с высококачественной диагностикой на высокотехнологичном оборудовании будут способствовать выздоровлению пациентов без развития дополнительных осложнений, вызванных неравномерным теплообменом тела человека, размножением бактерий и вирусов при отсутствии необходимого количества солнечных лучей, обладающих бактерицидным и оздоравливающим действием.

Ключевые слова: температурно-влажностный режим больничных палат, инсоляция больничных помещений, световой режим, виброзащита высокоточного медицинского оборудования, инфекционная больница, коронавирусная инфекция, нормы строительной физики.

Для цитирования: Умнякова Н.П., Шубин И.Л., Шмаров И.А., Смирнов В.А. Обеспечение благоприятных условий в палатах инфекционных больниц в условиях пандемии коронавирусной инфекции // *Жилищное строительство*. 2021. № 3. С. 3–11. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-3-11>

N.P. UMNIKOVA¹, Doctor of Sciences (Engineering) (n.umniakova@mail.ru), I.L. SHUBIN¹, Doctor of Sciences (Engineering), Corresponding Member of RAACS, I.A. SHMAROV¹, Candidate of Sciences (Engineering), V.A. SMIRNOV^{1,2}, Candidate of Sciences (Engineering)

¹ Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences
(21, Lokomotivnyy Driveway, Moscow, 127238, Russian Federation)

² National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl'skoe Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Ensuring Favorable Conditions in the Wards of Infectious Diseases Hospitals in the Context of a Coronavirus Pandemic

The requirements of regulatory documents for temperature-humidity and light conditions, for ensuring the insolation of hospital rooms in the conditions of the coronavirus pandemic, as well as requirements for vibration protection of high-precision medical equipment (scanners, tomographs, installations for magnetic resonance examination of patients) are presented. The conducted analysis of various regulatory documents has shown the importance of meeting these requirements both in the construction of new hospital buildings and in the conversion of existing hospital facilities into infectious diseases wards for the treatment of coronavirus patients. The article also provides a scientific justification for the need to meet the requirements of the norms for the construction physics to ensure comfortable conditions for patients in hospital wards: favorable temperature conditions, insolation and light conditions in combination with high-quality diagnostics on high-tech equipment will contribute to the recovery of patients without the development of additional complications caused by uneven heat exchange of the human body, the multiplication of bacteria and viruses in the absence of the necessary amount of sunlight, which has a bactericidal and healing effect.

Keywords: temperature and humidity conditions of hospital wards; insolation of hospital premises, light conditions, vibration protection of high-precision medical equipment, infectious hospital, coronavirus infection, norms of construction physics.

For citation: Umniakova N.P., Shubin I.L., Shmarov I.A., Smirnov V.A. Ensuring favorable conditions in the wards of infectious diseases hospitals in the context of a coronavirus pandemic. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 3, pp. 3–11. (In Russian).

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-3-11>

Вспышки инфекционных заболеваний представляют глобальную угрозу для современного общества и системы здравоохранения всех государств [1]. В условиях пандемии коронавирусной инфекции, помимо быстрого репрофилирования существующих и строительства новых больниц, необходимо в инфекционных палатах создать благоприятные условия для больных людей, которые не осложняли бы течение и без того тяжелых заболеваний. Для этого в больницах следует обеспечить нормативные требования к температурному режиму и качеству воздуха внутренних помещений, тепловой защите наружных стен и окон, инсоляции и естественному освещению, защите помещений от шума и вибраций.

Согласно СанПин 2.1.3.2630–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» (Приложение 3) в инфекционных палатах и боксах должна поддерживаться температура воздуха 20–26°C, в реанимационных залах 21–24°C (табл. 1).

Условия теплового комфорта, создаваемые в больничных палатах, должны благоприятно влиять на самочувствие больного человека. Эти комфортные условия определяются не только температурой и влажностью внутреннего воздуха, но и температурой внутренних поверхностей наружных стен, окон, покрытий. И здесь важным фактором является теплообмен человека с окружающими его поверхностями помещения палаты – наружной стеной, окном, потолком, полом, перегородками. В условиях российских холодных зим температура на внутренней поверхности окон и наружных стен может быть низкой. Теплообмен человека и теплоотдача от поверхности тела человека в сторону этих холодных поверхностей будут более интенсивными, что может привести к **переохлаждению участка тела человека**, находящегося

около окна или наружной стены. Это может ухудшить состояние больного.

Чтобы избежать одностороннего переохлаждения тела человека, необходимо соблюдать требования норм СП 50.13330 «Тепловая защита зданий» по сопротивлению теплопередаче наружных стен и окон. Для строящихся больниц это является важным требованием. Обеспечение необходимой тепловой защиты наружных стен в заданном регионе строительства позволит обеспечить температуру на внутренней поверхности наружных стен **не более чем на 4° ниже** температуры внутреннего воздуха и обеспечить равномерный теплообмен тела больного человека в сторону ограждающих конструкций – внутренних перегородок, потолка, пола и наружных стен с окнами.

Как известно, окна имеют более низкую тепловую защиту, чем стены. Требованиями норм установлено, что сопротивление теплопередаче стен в условиях Москвы должно быть не менее $R_{0}^{np} = 3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, в то время как для окон не менее $0,67 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Для обеспечения необходимой тепловой защиты окон следует использовать стеклопакеты с низкоэмиссионными стеклами, которые за счет отражения теплового потока излучением обеспечивают их повышенную тепловую защиту в зимнее время и позволяют повысить температуру на внутренней поверхности остекления. Это уменьшает неравномерность теплоотдачи с поверхности тела человека и для больных людей является важным условием для благополучного выздоровления. Также для обеспечения благоприятного теплового состояния человека расстояние между койкой больного и стеной с окном должно быть не менее 0,9 м.

В летнее время через окна в палаты поступают солнечные лучи, что может вызвать перегрев поме-

Таблица 1
Table 1

Класс чистоты, рекомендуемый воздухообмен, допустимая и расчетная температура для больничных помещений
Purity class, recommended air exchange rate, permissible and estimated temperature for hospital rooms

Наименование помещения	Класс чистоты помещений	Допустимая температура воздуха (расчетная), °С	Рекомендуемый воздухообмен в 1 ч, не менее		Кратность вытяжки при естественном воздухообмене
			приток	вытяжка	
Операционные, послеоперационные палаты, реанимационные залы (палаты), в том числе для ожоговых больных, палаты интенсивной терапии, родовые, манипуляционные-туалетные для новорожденных	A	21–24 (21)	100% от расчетного воздухообмена, но не менее десятикратного для асептических помещений; 80% от расчетного воздухообмена, но не менее восьмикратного для септических помещений	80% от расчетного воздухообмена, но не менее восьмикратного для асептических помещений расчетного воздухообмена, но не менее десятикратного для септических помещений	Не допускается
Палатные секции инфекционного отделения, в том числе туберкулезные	B	20–26 (20)	Из расчета 80 м³/ч на 1 койку	Из расчета 80 м³/ч на 1 койку	Не допускается
Боксы палатных отделений, боксированные палаты		20–26 (20)	Из расчета 80 м³/ч на 1 койку	Из расчета 80 м³/ч на 1 койку	2,5
Шлюзы в боксах и полубоксах инфекционных отделений	B	22–24 (22)	По расчету, но не менее пятикратного обмена		Не допускается

щений. Обеспечение необходимой высокой тепловой защиты окон приводит к снижению количества солнечной радиации, поступающей в палаты с больными людьми, защите помещений от перегрева, также уменьшению расхода энергии на кондиционирование помещений и поддержание требуемой температуры воздуха в жаркое время года.

В результате инсоляции помещений вместе с солнечными лучами через окна в палаты поступают ультрафиолетовые лучи, которые являются губительными для различных вирусов, включая и новый коронавирус COVID-19 [2, 3]. Ультрафиолетовое излучение солнца убивает патогенных микробов и вирусов, а также препятствует развитию патогенной микрофлоры (грибов, плесени). В ограниченном пространстве заражение человека туберкулезом органов дыхания, гриппом, острыми респираторно-вирусными инфекциями и многими другими заболеваниями происходит воздушно-капельным путем. На солнечном свете культура бактерий туберкулеза погибает через 1,5 ч, культура бактерий золотистого стафилококка – через 1,5 ч. Нестойки к солнечному излучению вирусы гриппа. Проведенные исследования английских ученых показали, что «уровни UVB, репрезентативные для естественного солнечного света, быстро инактивируют вирус SARS-CoV-2 на поверхностях». По данным [4], в зимне-осеннее время риск летального исхода выше, чем в весенне-летний период. Проведенные в США исследования [5] показали, что наличие солнечной инсоляции помещений приводило к уменьшению количества заболеваний дыхательных путей, что объяснялось биосинтезом витамина D и связанными с ним антиоксидантными свойствами и антибактериальной активностью [6].

В условиях пандемии помимо плохого самочувствия у больных коронавирусной инфекцией возникают страхи, тревоги не справиться с жизненной ситуацией, депрессивное состояние от неуверенности, смогут ли медики им помочь и вылечить без негативных последствий, а у медперсонала, лечащих пациентов и особенно медсестер отделений скорой помощи изменяется эмоциональное состояние, и они становятся более склонными к стрессу [7–9]. Исследования показали [10], что ограничение естественного солнечного освещения в течение 30 дней снижает стрессоустойчивость и усугубляет проявления психологического стресса. Ограничение в среднем на порядок естественной солнечной освещенности является фактором риска для развития психосоматических нарушений.

С учетом того, что солнце является бесплатным источником ультрафиолета в больничных палатах инфекционных отделений, важным фактором явля-

Таблица 2
Table 2
Коэффициенты УФ-пропускания и светопропускания в видимой области образцов стекол
UV transmittance and light transmission coefficients in the visible part of glass samples

Наименование образца стекла	Коэффициент УФ-А пропускания, %	Коэффициент пропускания в видимой области, %
Стекло без покрытия Pilkington float, 4 мм (для сравнения)	57,9	88,6
Стекло без покрытия Planibel ClearVision, 6 мм (для сравнения)	81,8	91,13
<i>Стекла с низкоэмиссионными покрытиями</i>		
ClimaGuard Titan (3 обр.)	52	75,9
<i>Стекла с солнцезащитными покрытиями</i>		
StopSol Phoenix clear, 4 мм (1 обр.)	44,7	62,6
StopSol Phoenix clear, 6 мм (1 обр.)	38,6	65

Таблица 3
Table 3
Коэффициенты отражения и пропускания оконных стекол с низкоэмиссионным покрытием и без него
Reflection and transmission coefficients of window glass panes with and without low-emission coating

Наименование образца стекла	Коэффициент пропускания в видимой области, %	Коэффициент отражения света, %	
		Сторона с покрытием	Сторона без покрытия
Стекло без покрытия Pilkington float, 4 мм	88,6	8	8
Стекло без покрытия Planibel ClearVision, 6 мм	91,13	8	8
<i>Стекла с низкоэмиссионными покрытиями</i>			
Optitherm S3	86,1	6,5	7,8
ClimaGuard N	86,6	4,6	5,3
ClimaGuard Titan	75,9	3,5	6,4
<i>Стекла с солнцезащитными покрытиями</i>			
StopSol Supersilver Clear, 4 мм	64	32,4	30,8
StopSol Classic Clear, 4 мм	37,9	33,1	28,1
StopSol Phoenix clear, 4 мм	62,6	29,2	25,3
StopSol Phoenix clear, 6 мм	65	30,5	29
<i>Стекла с мультифункциональными покрытиями</i>			
Suncool 70/40	83,3	5,7	5,9
Eclipse Advantage	66,4	24,2	27,6
Eclipse Advantage Activ clear	84,2	14,1	14,2
ClimaGuard Solar	70,1	24	19,8
StopRay Neo	65,9	7,8	19,6

ется обеспечение требуемой продолжительности инсоляции, благодаря которой происходит гибель вредных вирусов. Ультрафиолетовые лампы могут обеспечить кратковременное облучение помещения, а солнечные лучи воздействуют более длительное время на помещение, препятствуя размножению вредоносных вирусов. Также ультрафиолетовые

Таблица 4
Table 4

Уровни вибраций в помещениях
The vibration level in the premises

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	Допустимое значение, дБ	
	Палаты больниц, санатории	
	L_{vmax}	L_{veq}
2	73	63
4	68	58
8	64	54
16	64	54
31.5	64	54
63	64	54
Корректированные значения	70	54

лучи обладают оздоравливающим действием, способствуют повышению иммунитета и генерации витамина D в организме [11]. Поэтому 60% больничных палат должны иметь нормативную продолжительность инсоляции.

Важным фактором является качество используемых в стеклопакетах стекол. Надо отметить, что современная промышленность выпускает эффективные стекла, которые обладают высокой пропусканием ультрафиолета. Экспериментальные исследования, проведенные в НИИСФ РААСН [12,13], показали, что строительное энергосберегающее стекло с низкоэмиссионным покрытием ограничива-

ет пропускание теплового излучения, но пропускает видимое и ультрафиолетовое излучение.

Стекла, применяемые в оконных блоках, в том числе с низкоэмиссионными покрытиями, имеют коэффициенты пропускания ультрафиолетового излучения диапазона А:

- бесцветное стекло без покрытия – 57,9–81,8%;
- бесцветное стекло с низкоэмиссионным покрытием – 30,8–52%.

В табл. 2 приведены марки стекол с коэффициентами пропускания ультрафиолетовых лучей и коэффициентами пропускания лучей видимой части спектра. Стекла с высокими значениями коэффициентов пропускания УФ-лучей могут быть рекомендованы для использования в стеклопакетах оконных блоков, устанавливаемых в палатах инфекционных больниц.

Проведенные в НИИСФ РААСН исследования светопропускания стекол различных марок и непосредственные измерения в помещениях зданий показали, что мощность ультрафиолетового излучения диапазона А в помещениях в летние месяцы в Москве составляет:

- в прямых солнечных лучах – 6–12 Вт/м²;
- в рассеянном УФ-излучении, поступающем от небосвода, – 0,6–2,4 Вт/м².

Важность обеспечения инсоляции помещений больниц указана и в п. 2.13. СанПин 2.1.3.2630–10, регламентирующем расстояние от стен зданий больниц

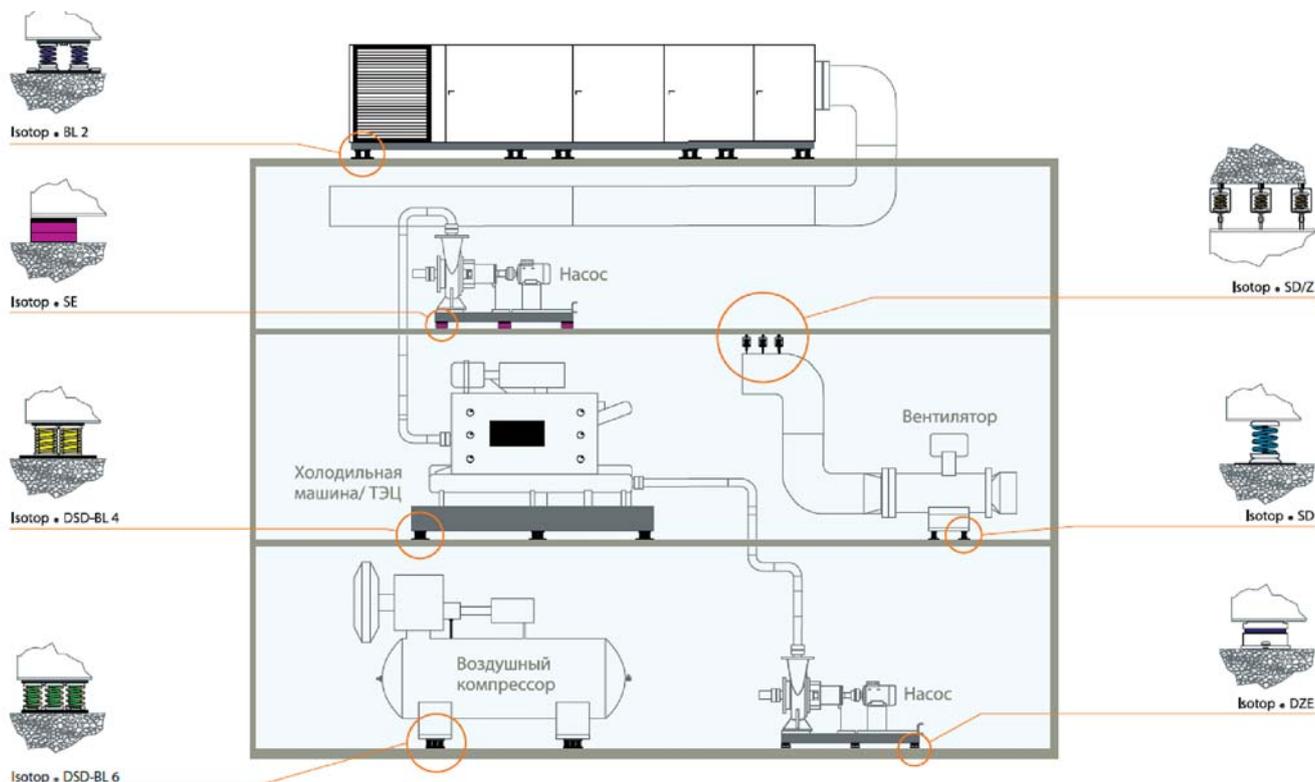


Рис. 1. Основные источники повышенной вибрации и шума в больницах и мероприятия по их виброизоляции
Fig. 1. The main sources of increased vibration and noise in hospitals and measures for their vibration isolation



Рис. 2. Примеры реализованных решений по виброизоляции насосов (а) и оборудования систем отопления, вентиляции и кондиционирования (б)

Fig. 2. Examples of implemented solutions for vibration isolation of pumps (a) and equipment for heating, ventilation and air conditioning systems (b)

до деревьев и кустарников: «В целях предупреждения снижения естественной освещенности и инсоляции деревья высаживаются на расстоянии не ближе 15 м, кустарники – 5 м от светонесущих проемов зданий».

В медицинских организациях уровень естественного и искусственного освещения должен соответствовать санитарным нормам и правилам. Важным является обеспечение помещений естественным светом, нормируемым коэффициентом естественной освещенности (КЕО). При расчете КЕО необходимо знать коэффициент пропускания света стекол различных марок. До настоящего времени коэффициент пропускания одинарного стекла считался равным 0,9 вне зависимости от типа стекла. Однако коэффициенты пропускания света современными стеклами, применяемыми в строительстве, изменяются в широком диапазоне. Их значения приведены в табл. 3.

При строительстве больниц и их перепрофилировании следует обратить внимание на обеспечение благоприятного шумового режима и защиты от вибраций инженерного оборудования (воздуховодов, насосов) больничных палат и кабинетов врачей,

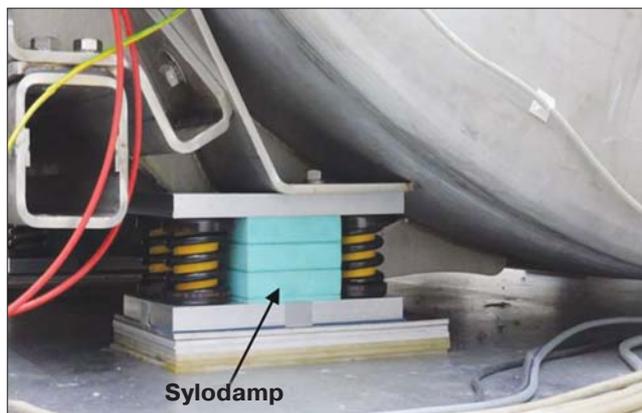


Рис. 3. Опоры под высокоточное медицинское оборудование
Fig. 3. Supports for high-precision medical equipment



Рис. 4. Схема виброизоляции томографа (схематично показана темно-желтым цветом)

Fig. 4. The scheme of vibration isolation of the tomograph (schematically shown in dark yellow)

операционных и других помещений, а также защиты от вибрационного воздействия высокоточного оборудования, в том числе томографов, сканеров и пр. [14–17]. В больницах предъявляются высокие требования к уровням вибрации в помещениях по СН 2.2.4-2.1.8.566–96 (табл. 4).

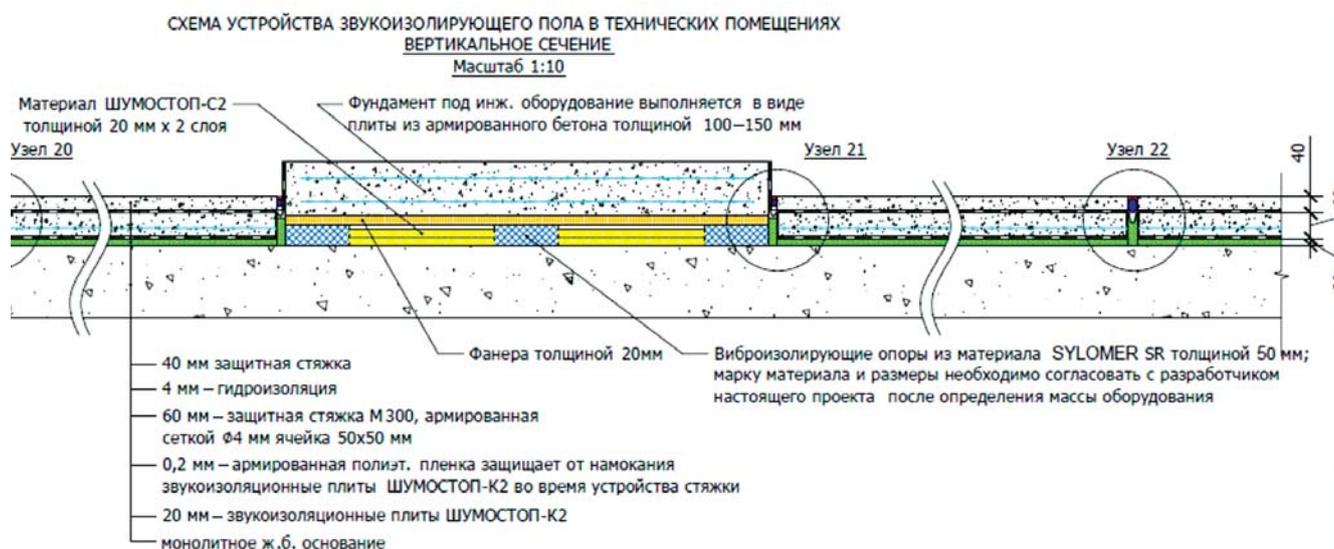


Рис. 5. Конструкция плавающего пола для технических помещений
Fig. 5. Floating floor design for technical rooms

Для обеспечения работы технических устройств в больницах требуются установки подачи свежего воздуха (в том числе под давлением), специальных газов (кислород, азот и т. д.), для обеспечения заданных климатических параметров и чистоты воздуха (например, в операционных) – системы ОВК, фильтровентиляционные установки, насосы и т. д. Указанное оборудование, будучи размещенным на перекрытиях и несущем каркасе здания, является источником повышенных уровней вибрации и переизлучаемого структурного шума в смежных помещениях (на расстояние вплоть до пяти этажей по высоте и 20–50 м в плане) [18, 19]. Возможные источники вибрации и шума представлены на рис. 1.

Следует отметить, что вибрация оказывает вредное влияние на здоровье людей. При этом общая вибрация действует на весь организм в целом, а местная – только на отдельные части его (верхние конечности, плечевой пояс, сосуды сердца). Под действием вибрации происходит угнетение периферической нервной системы, ослабление памяти, повышение энергетических затрат организма, изменения в нервной и костно-суставной системах, повышение артериального давления. Поэтому полное устранение или снижение уровней шума и вибрации за счет обеспечения виброзвукоизоляции является важным фактором, влияющим на течение болезни и одним из непереносимых условий для обеспечения скорого выздоровления пациентов [20].

Источниками вибраций являются системы инженерного обеспечения зданий, в частности системы обеспечения благоприятного микроклимата в палатах, операционных и реанимационных залах [21]. Поэтому необходимо устраивать системы

виброизоляции чиллеров, фэнкойлов, охладителей, насосов и прочего инженерного оборудования, обеспечивающего заданный уровень микроклимата в помещениях больниц, а особенно в операционных [22] (рис. 2).

Вибрация может оказывать разрушительное действие на оборудование, приборы, различные установки и механизмы. Для снижения уровней вибрации и переизлучаемого структурного шума в соответствии с СП 51.13330 следует предусматривать виброизоляторы под технологическим (инженерным) оборудованием и устройство плавающих полов в технических помещениях [23]. В качестве материалов для виброизоляторов допускается применять вибродемпфирующие эластомерные маты, выполненные из резины марок ИРП-102 или вспененного полиуретана типа Sylomer, Regufoam (рис. 3).



Рис. 6. Реализованная конструкция плавающего пола в техническом помещении
Fig. 6. Implemented floating floor design in the technical room

В некоторых случаях в качестве виброизоляторов допускается использование металлических цилиндрических или конических пружин либо блоков таких пружин, в том числе с демпферами вязкого или гистерезисного трения [24].

В больницах размещается высокоточное оборудование для проведения детальных исследований внутренних органов человека – томографы, аппараты МРТ, микроскопы и т. д., требующие особых низких уровней вибрации и шума (рис. 4) [25, 26]. Повышенная вибрация основания под их установку приводит к снижению разрешающей способности и снижению качества и детализации снимков, что создает дополнительные проблемы врачам при обследовании больных и усложняет постановку диагноза. Требования к уровням вибрации размещаемых аппаратов указываются производителем, либо можно пользоваться ориентировочными значениями, указанными в ГОСТ Р ИСО ТС 10811-2–2007 «Вибрация и удар. Вибрация в помещениях с установленным оборудованием. Ч. 2. Классификация».

Список литературы

1. Макаров В.В., Хромов А.В., Гуцин В.А., Ткачук А.П. Возникновение новых инфекций в XXI веке и способы их идентификации с использованием высокопроизводительного секвенирования (NGS) // *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2017. № 1. С. 5–25.
2. Simulated Sunlight Rapidly Inactivates SARS-CoV-2 on Surfaces Shanna Ratnesar-Shumate // *The Journal of Infectious Diseases*. 2020. No. 6, pp. 3–9.
3. Шмаров И.А., Земцов В.А., Коркина Е.В. Инсоляция: практика нормирования и расчета // *Жилищное строительство*. 2016. № 7. С. 48–53.
4. Castro R.A., Angus D.C., Hong S.Y., Lee C., Weissfeld L.A., Clermont G., & Rosengart M.R. (2012). Light and the outcome of the critically ill: An observational cohort study. *Critical Care*, 16(4). <https://doi.org/10.1186/cc11437>
5. Iroh Tam P.Y., Krzyzanowski B., Oakes J.M., Kne L., & Manson S. Spatial variation of pneumonia hospitalization risk in Twin Cities metro area, Minnesota. *Epidemiology and Infection*. 2017. 145 (15), 3274–3283. <https://doi.org/10.1017/S0950268817002291>
6. Wayse V, et al. Association of subclinical vitamin D deficiency with severe acute lower respiratory infection in Indian children under 5 y. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2004. 58 (4), pp. 563–567.
7. Канторович Л.А., Козлов В.В. Психологический кризис: современные особенности. Человеческий фактор // *Социальный психолог*. 2020. № 2 (40). С. 88–93.

Для виброизоляции указанного оборудования также применяют виброизоляторы, выполненные по комбинированным схемам – с применением пружинно-демпферных блоков (демпферы из высоковязких материалов типа Sylodamp), как показано на рис. 3, либо с устройством отдельных виброизолированных фундаментов. При размещении аппаратов МРТ следует руководствоваться санитарно-гигиеническими требованиями к магнитно-резонансным томографам и организации работы.

Для защиты помещений от вибраций и ударного шума эффективным является использование плавающих полов. Также эти конструкции обеспечивают изоляцию от воздушного шума. Конструкция плавающего пола представлена на рис. 5, ее реализация – на рис. 6.

Таким образом, выполнение вышеперечисленных требований норм строительной физики позволит обеспечить в помещениях больниц благоприятные и комфортные условия, способствующие облегчению состояния заболевших людей.

References

1. Makarov V.V., Khromov A.V., Gushchin V.A., Tkachuk A.P. The emergence of new infections in the XXI century and methods of their identification using high-performance sequencing (NGS). *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2017. No. 1, pp. 5–25. (In Russian).
2. Simulated Sunlight Rapidly Inactivates SARS-CoV-2 on Surfaces Shanna Ratnesar-Shumate. *The Journal of Infectious Diseases*. 2020. No. 6, pp. 3–9.
3. Shmarov I.A., Zemtsov V.A., Korkina E.V. Insolation: the practice of rationing and calculation. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2016. No. 7, pp. 48–53. (In Russian).
4. Castro R.A., Angus D.C., Hong S.Y., Lee C., Weissfeld L.A., Clermont G., & Rosengart M.R. (2012). Light and the outcome of the critically ill: An observational cohort study. *Critical Care*, 16(4). <https://doi.org/10.1186/cc11437>
5. Iroh Tam P.Y., Krzyzanowski B., Oakes J.M., Kne L., & Manson S. Spatial variation of pneumonia hospitalization risk in Twin Cities metro area, Minnesota. *Epidemiology and Infection*. 2017. 145 (15), 3274–3283. <https://doi.org/10.1017/S0950268817002291>
6. Wayse V, et al. Association of subclinical vitamin D deficiency with severe acute lower respiratory infection in Indian children under 5 y. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2004. 58 (4), pp. 563–567
7. Kontorovich L.A., Kozlov V.V. Psychological crisis: modern features. Human factor. *Sotsial'nyi psikholog*, 2020. No. 2 (40), pp. 88–93. (In Russian).
8. Lyubov E.B., Zotov P.B., Polozhny B.S. Pandemics and suicide: an ideal storm and a moment of truth.

8. Любов Е.Б., Зотов П.Б., Положный Б.С. Пандемии и суицид: идеальный шторм и момент истины // *Суицидология*. 2020. Т. 11. № 1 (38). С. 3–38.
9. Островский Д.И., Иванова Т.И. Влияние новой коронавирусной инфекции COVID-19 на психологическое здоровье человека (обзор литературы) // *Омский психологический журнал*. 2020. № 2. С. 4–10.
10. Сергеева М.С., Пятин В.Ф., Глазкова Е.Н., Широлапов И.В., Якунина С.В., Коровина Е.С., Романчук Н.П. Особенности психосоматических ответов в разное время года на световую стимуляцию циркадианных часов человека // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2. С. 805–817.
11. Grant W.B., Giovannucci E. The possible roles of solar ultraviolet-B radiation and vitamin D in reducing case-fatality rates from the 1918–1919 influenza pandemic in the United States. *Dermatoendocrinology*. 2009. 1 (4): 215–219.
12. Гагарин В.Г., Коркина Е.В., Шмаров И.А., Пастушков П.П. Исследование влияния мультифункционального покрытия стекла на спектральное пропускание света // *Строительство и реконструкция*. 2015. № 2 (58). С. 90–95.
13. Гагарин В.Г., Коркина Е.В. Экспериментальные исследования светотехнических параметров оконных стекол. *Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. Сборник материалов Международной научной конференции*. М., 2015.
14. Smirnov V. Vibration Protection of historical buildings located near the lines of urban rail transport // *Materials Science Forum*. 2019. (945). С. 318–324. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.945.318
15. Cabrera I.N., Le M.H.M. Reducing noise pollution in the hospital setting by establishing a Department of Sound: A survey of recent research on the effects of noise and music in health care. *Preventive Medicine*. 2000.
16. Joseph A., Rashid M. The architecture of safety: Hospital design. *Current Opinion in Critical Care*. 2007, December.
17. Salandin A., Arnold J., Kornadt O. Noise in an intensive care unit. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2011. 130 (6), 3754–3760.
18. Wei H., Jian X., Tong-Yi Z., Ming-Yi H., Jing-Wei Q., Ri-Qing L. Testing and isolation strategies for the vibrational hazards. 2019.
19. Joseph A., Rashid M. The architecture of safety: Hospital design. *Current Opinion in Critical Care*. 2007, December.
20. Мелентьев А.В., Серебряков П.В., Жеглова А.В. Влияние шума и вибрации на нервную регуляцию *Suitsidologiya*. 2020. Vol. 11. No. 1 (38), pp. 3–38. (In Russian).
9. Ostrovsky D.I., Ivanova T.I. The influence of the new coronavirus infection COVID-19 on the psychological health of a person (literature review). *Omskii psikhologicheskii zhurnal*. 2020. No. 2, pp. 4–10. (In Russian).
10. Sergeeva M.S., Pyatin V.F., Glazkova E.N., Shirolapov I.V., Yakunina S.V., Korovina E.S., Romanchuk N.P. Features of psychosomatic responses at different times of the year to light stimulation of the human circadian clock. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015. No. 2, pp. 805–817. (In Russian).
11. Grant W.B., Giovannucci E. The possible roles of solar ultraviolet-B radiation and vitamin D in reducing case-fatality rates from the 1918–1919 influenza pandemic in the United States. *Dermatoendocrinology*. 2009. 1 (4): 215–219.
12. Gagarin V.G., Korkina E.V., Shmarov I.A., Pastushkov P.P. Investigation of the effect of multifunctional glass coating on the spectral transmission of light. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2015. No. 2 (58), pp. 90–95. (In Russian).
13. Gagarin V.G., Korkina E.V. Experimental studies of lighting parameters of window glasses. *Integration, partnership and innovation in construction science and education. Collection of materials of the International Scientific Conference*. Moscow, 2015.
14. Smirnov V. Vibration protection of historical buildings located near the lines of urban rail transport. *Materials Science Forum*. 2019. (945), pp. 318–324. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.945.318
15. Cabrera I.N., Le M.H.M. Reducing noise pollution in the hospital setting by establishing a Department of Sound: A survey of recent research on the effects of noise and music in health care. *Preventive Medicine*. 2000.
16. Joseph A., Rashid M. The architecture of safety: Hospital design. *Current Opinion in Critical Care*. 2007, December.
17. Salandin A., Arnold J., Kornadt O. Noise in an intensive care unit. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2011. 130 (6), 3754–3760.
18. Wei H., Jian X., Tong-Yi Z., Ming-Yi H., Jing-Wei Q., Ri-Qing L. Testing and isolation strategies for the vibrational hazards. 2019.
19. Joseph A., Rashid M. The architecture of safety: Hospital design. *Current Opinion in Critical Care*. 2007, December.
20. Melentyev A.V., Serebryakov P.V., Zhiglova A.V. Influence of noise and vibration on the nervous regulation of the heart. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018. No. 9, pp. 19–23. (In Russian).

- сердца // *Медицина труда и промышленная экология*. 2018. № 9. С. 19–23.
21. Himmel C. Isolation room exhaust fan noise in a hospital. *In Proceedings of the INTER-NOISE 2016 – 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering: Towards a Quieter Future. German Acoustical Society (DEGA)*. 2016, pp. 3592–3601.
22. Wei H., Jian X., Tong-Yi Z., Ming-Yi H., Jing-Wei Q., Ri-Qing L. Testing and isolation strategies for the vibrational hazards. *Engineering Review*. 2019. 39 (2), 124–131.
23. Chatterton P.F. Case history of a low frequency noise problem. *Noise Control Vibration Isolation*. 1979. 10 (7), 295–298.
24. Смирнов В.А. Снижение импульсных нагрузок на перекрытия с помощью динамических гасителей колебаний // *Технологии текстильной промышленности*. 2017. № 2 (368). С. 296–299.
25. Мондрус В.Л., Смирнов В.А. Виброзащита высокоточного оборудования от низкочастотных колебаний // *Academia. Архитектура и строительство*. 2011. № 1. С. 109 – 111.
26. Смирнов В.А. Методы размещения высокоточного оборудования в существующих зданиях // *Жилищное строительство*. 2012. № 6. С. 76–77.
21. Himmel C. Isolation room exhaust fan noise in a hospital. *In Proceedings of the INTER-NOISE 2016 – 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering: Towards a Quieter Future. German Acoustical Society (DEGA)*. 2016, pp. 3592–3601.
22. Wei H., Jian X., Tong-Yi Z., Ming-Yi H., Jing-Wei Q., Ri-Qing L. Testing and isolation strategies for the vibrational hazards. *Engineering Review*. 2019. 39 (2), 124–131.
23. Chatterton P.F. Case history of a low frequency noise problem. *Noise Control Vibration Isolation*. 1979. 10 (7), 295–298.
24. Smirnov V.A. Reduction of impulse loads on overlappings with the help of dynamic vibration dampers. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiyai tekstil'noi promyshlennosti*. 2017. No. 2 (368), pp. 296–299. (In Russian).
25. Mondrus V.L., Smirnov V.A. Vibroprotection of high-precision equipment from low-frequency oscillations. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2011. No. 1, pp. 109–111. (In Russian).
26. Smirnov V.A. Methods of placing high-precision equipment in existing buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo [Housing Construction]*. 2012. No. 6, pp. 76–77. (In Russian).

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

В издательстве «Стройматериалы» вы можете приобрести специальную литературу

Монография «Защита деревянных конструкций»

Автор – Ломакин А.Д.

Рассмотрены вопросы конструкционной и химической защиты деревянных конструкций, используемых в малоэтажном домостроении, при строительстве зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения, в том числе, с химически агрессивной средой, а также открытых сооружений (автодорожных и пешеходных мостов, опор ЛЭП и др.). Освещены вопросы защиты от эксплуатационных воздействий и возгорания несущих конструкций из клееной древесины и ЛВЛ и приведено краткое описание наиболее эффективных средств и способов их защиты. Описаны методы оценки защитных свойств покрытий для древесины, методика и результаты натурных климатических испытаний покрытий на образцах и фрагментах конструкций. Приведены методика и результаты мониторинга влажностного состояния несущих клееных деревянных конструкций в процессе эксплуатации.



Производство деревянных клееных конструкций

Монография «Производство деревянных клееных конструкций»

Автор – заслуженный деятель науки России, д-р техн. наук Ковальчук Л.М.

В книге рассмотрены основные вопросы технологии изготовления ДКК, показаны области их применения, описаны материалы для их изготовления. Особое внимание уделено вопросам оценки качества, методам испытаний, приемке и сертификации клееных конструкций. В книге приведен полный перечень отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих производство и применение ДКК.

**Заявки направляйте в редакцию по e-mail: mail@rifsm.ru,
по тел.: (499) 976-22-08, 976-20-36
Оформляйте заказ на сайте www.rifsm.ru**

ВИМФОРУМ

13-14
АПРЕЛЯ
2021

Amber Plaza, Москва

**ЦИФРОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ,**
меняющие стройку


SAINT-GOBAIN

Генеральный партнер

 + Онлайн трансляция



«Живые» сессии

ЗАРЕГИСТРИРОВАТЬСЯ



Межрегиональная специализированная
выставка

**СТРОИТЕЛЬСТВО
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
ИНФРАСТРУКТУРА**

г. Курган

28-29 апреля 2021г.

**Стройиндустрия
Промышленность**

**Жилищно-коммунальная
инфраструктура**

**Транспорт
Безопасность
СВЯЗЬ**

Организаторы:

Правительство Курганской области,
ООО «Выставочная компания Сибэкспосервис»
г.Новосибирск



тел.: (383) 335 63 50 - многоканальный,
e-mail: vkses@yandex.ru,
www.ses.net.ru

УДК 624.156.35

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-13-18>

К.Ю. СТЕПАНИЩЕВ, аспирант (stepanishev2013@yandex.ru),
В.В. СИДОРОВ, канд. техн. наук

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Проблемы применения методов проектирования оснований, армированных железобетонными элементами

Рассматриваются численные методы расчета ячеек для определения приведенного модуля деформации армированного массива грунта вертикальными железобетонными элементами, основанные на применении современной нормативной документации, а также методах численного моделирования с дальнейшей количественной оценкой и сравнением полученных результатов. Выявлены недостатки формулы СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83» по сравнению с результатами численного моделирования армированных ячеек грунта элементами повышенной жесткости. Существующая формула определения приведенного модуля деформации основана на ряде допущений и не учитывает отличительную работу армированных оснований под нагрузкой, взаимодействие армирующих элементов как между собой, так и с окружающим грунтом основания. Жесткость армирующих элементов в виде железобетонных свай в совокупности с грунтовым массивом завышает значение приведенного модуля деформации ячейки, что подтверждается натурными экспериментами и результатами численного моделирования.*

Ключевые слова: армирование вертикальными железобетонными элементами, осадка, деформация, ячейка грунта, численные методы расчета, PLAXIS 3D.

Для цитирования: Степанищев К.Ю., Сидоров В.В. Проблемы применения методов проектирования оснований, армированных железобетонными элементами // *Жилищное строительство*. 2021. № 3. С. 13–18.
DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-13-18>

K.Yu. STEPANISHEV, Research Student (stepanishev2013@yandex.ru),
V.V. SIDOROV, Candidate of Sciences (Engineering)
National Research Moscow State University of Civil Engineering
(26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Problems of Application of Design Methods for Bases Reinforced with Reinforced Concrete Elements

Numerical methods for calculating cells for determining the reduced modulus of deformation of a soil mass reinforced with vertical reinforced concrete elements based on the use of modern regulatory documentation, as well as numerical modeling methods, with further quantitative evaluation and comparison of the results obtained are considered. Shortcomings of the formula of SP 22.13330.2016 «Foundations of buildings and structures. Updated version of SNiP 2.02.01-83*» are revealed when comparing with the results of numerical modeling of soil cells reinforced with elements of increased rigidity. The existing formula for determining the reduced modulus of deformation is based on a number of assumptions and does not take into account the distinctive work of reinforced bases under load, the interaction of reinforcing elements both with each other and with the surrounding ground of the base. The rigidity of the reinforcing elements in the form of reinforced concrete piles in combination with the soil body overestimates the value of the reduced modulus of cell deformation, which is confirmed by field experiments and the results of numerical modeling.

Keywords: reinforcement with vertical reinforced concrete elements; sediment; deformation; soil cell; numerical calculation methods; PLAXIS 3D.

For citation: Stepanishev K.Yu., Sidorov V.V. Problems of application of design methods for bases reinforced with reinforced concrete elements. *Zhiliishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 3, pp. 13–18. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-13-18>

Использование методов укрепления грунтовых оснований имеет достаточно широкое применение в современной практике строительства [1–3]. Несмотря на большую вариацию и реализацию данных методов на реальных объектах, остаются вопросы как по

способам проектирования и конструирования данных массивов, так и по их обоснованию в местных органах государственной экспертизы. В основном данные методы основываются на уже имеющемся опыте проектирования либо на рекомендациях, полученных в

ходе исследования работы массивов под нагрузкой, и недостаточно отражены в рамках нормативной документации [4–8].

Одним из таких методов является армирование оснований вертикальными железобетонными элементами. Отсутствие конкретных методов проектирования и конструирования этих массивов затрудняет их использование в массовом применении при наличии заметных преимуществ по сравнению с аналогичными способами укрепления оснований [9–10]. Наличие в пределах грунтовой толщи вертикальных элементов в виде свай постоянно приводит к сравнению данного метода с хорошо изученным свайным фундаментом, тем самым ограничивая область его применения.

В статье приводится сравнение существующего метода определения приведенного модуля деформации усиленного массива грунта (ячейки), определяемого по методике СП 22.13330.2016, с численными методами расчета, основанными на использовании конечно-элементного программного комплекса PLAXIS 3D. Выявлены недостатки формулы СП 22.13330.2016 при применении в массиве армирующих элементов повышенной жесткости.

В настоящее время в отечественной нормативной документации практически не отражены требования и рекомендации по методикам проектирования грунтовых оснований, армированных вертикальными железобетонными элементами. Одним из наиболее популярных и простых методов расчета является определение приведенного модуля деформации массива с включенными в него дополнительными элементами, которые в комплексе с грунтовым основанием повышают его жесткость и снижают деформативность [7, 11–14].

В 2016 г. появились первые материалы, официально оформленные в нормативной документации, в которых указывалась формула определения приведенных модулей усиленных оснований, основанная на рассмотрении ячейки массива грунта. При этом не было разграничений по применимости данной формулы, а значит, считается, что данные материалы подходят для любых видов усилений грунтов основания при условии наличия в своей толще элементов с изначально заданными параметрами армирования.

В СП 22.13330.2016 под армированием грунта подразумевается метод преобразования свойств грунтового массива путем введения в него специальных элементов, обеспечивающих улучшение деформационных и прочностных характеристик, который подразделяется по характеру расположения армирующих элементов, по материалу элементов, по способу производства работ. Одним из видов армирующих

элементов могут выступать железобетонные сваи заводского изготовления либо устраиваемые по месту в предварительно пробуренные скважины непосредственно на площадке строительства. При этом жесткость армоэлементов на порядок выше в сравнении с окружающим грунтовым массивом [2, 5].

Метод вертикального армирования грунта позволяет достаточно просто упрочнять основания плитных фундаментов до заранее заданных требуемых свойств грунтов (E , φ , c). Обеспечение совместной работы армирующих элементов и окружающего их массива грунта обеспечивается за счет расположения их с оптимальным шагом, шероховатости боковой поверхности, повышающей трение-сцепление, и наличием торцевой поверхности в уровне острия свай. Нагрузка на вертикально армированное основание передается через промежуточную грунтовую подушку, выполненную с предварительным послойным уплотнением и трамбованием. Следует отметить, что условия деформирования армированного массива грунта отличаются как от оснований плитных и свайных фундаментов, так и от оснований фундаментов мелкого заложения [1, 3, 8, 10].

Материалы и методы

Для проверки возможности применимости методики СП при проектировании оснований, усиленных вертикальными элементами повышенной жесткости, выполнялись численные расчеты с учетом требований нормативной документации, основанные на решении базовых тестовых задач при определенных условиях и ограничениях.

В состав данной работы входило оценить влияние наличия в пределах грунтовой толщи элементов, представленных в виде железобетонных свай заводского изготовления, при определении значения приведенного модуля деформации армированного массива грунта численными методами расчета, как ручным способом в соответствии с СП 22.13330.2016, так и с применением конечно-элементного программного комплекса PLAXIS 3D в пространственной постановке задач, с дальнейшим сопоставлением и сравнением полученных результатов.

В качестве тестовых задач рассматривались отдельные ячейки грунтового основания с изначально заданными инженерно-геологическими условиями, характеристиками грунтов, а также требуемыми граничными условиями, позволяющими при минимальном количестве армирующих элементов симитировать работу ячейки в пределах цельного массива грунта. В данном случае ячейка грунта представляет собой уменьшенное подобие грунтового основания (рис. 1), взаимодействующего с армирующими элементами в виде железобетонных свай под дей-

ствием статической нагрузки, и составляет систему «грунтовое основание – вертикальные железобетонные элементы – песчаная подушка – здание».

В качестве первой тестовой задачи рассматривался вариант решения, основанный на определении приведенного модуля деформации ячейки армированного грунта, определяемый по методике СП 22.13330.2016. Для расчета по деформациям грунтовое основание рассматривается как трансверсально-изотропная среда с расчетным интегральным модулем деформации армированного грунта или массива в перпендикулярных направлениях, вычисляемым по формулам:

$$E_{\text{мас}} = \alpha \cdot E_{\text{ар}} + (1 - \alpha) / E_{\text{гр}}, \quad (1)$$

где $\alpha = V_{\text{ар}} / V_{\text{гр}}$ – коэффициент, характеризующий объемную долю армирующих элементов в массиве грунта; $V_{\text{ар}}$ – объем армирующих элементов; $V_{\text{гр}}$ – объем усиливаемого армированием грунта; $E_{\text{ар}}$, $E_{\text{гр}}$ – расчетные значения модуля упругости армирующих элементов и модуля деформации грунта.

Входными параметрами для решения данной задачи были:

- в качестве усиливаемого грунта основания принимается однослойный грунтовый массив из суглинка мягкопластичного с модулем деформации 14 МПа;

- армированные элементы представлены железобетонными забивными сваями заводского изготовления квадратного сечения, принимаемые по серии 1.011.1-10 выпуск 1. Марка сваи – С60.30;

- шаг свай принимается условно и составляет 5d=1,5 м;

- модуль упругости материала сваи $E_{\text{упр}} = 3 \cdot 10^7$ кПа.

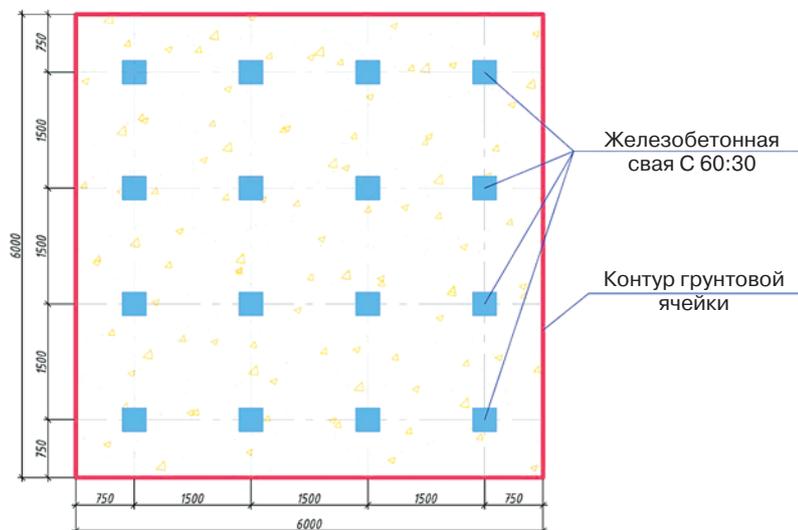


Рис. 1. Схема армированной ячейки грунта вертикальными железобетонными элементами для решения задачи по методике СП 22.13330.2016

Fig. 1. Diagram of a soil cell reinforced with vertical reinforced concrete elements for solving the problem according to the method of SP 22.13330.2016

Ниже приведено решение:

$V_{\text{яч}} = (1,5 \cdot 3 + 1,5)^2 \cdot 6 = 216 \text{ м}^3$ – объем ячейки грунта со сваями;

$V_{\text{ар}} = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 6 \cdot 16 = 8,64 \text{ м}^3$;

$V_{\text{гр}} = 216 - 8,64 = 207,36 \text{ м}^3$;

$\alpha = V_{\text{ар}} / V_{\text{гр}} = 8,64 / 207,36 = 0,0417$.

Таким образом:

$$E_{\text{мас}} = \alpha \cdot E_{\text{ар}} + (1 - \alpha) / E_{\text{гр}} = (0,0417 \cdot 3 \cdot 10^7) + (1 - 0,0417) / 14000 = 1251 \text{ МПа}. \quad (2)$$

Исходя из полученных результатов расчета предварительно можно сделать вывод, что значение приведенного модуля деформации, определяемое по методике СП 22.13330.2016, завышено в несколько раз и значительно отличается от результатов, полученных в ходе натурных экспериментов на реальных площадках строительства [4, 6, 9, 13]. При данном значении армированный массив больше напоминает скальное несжимаемое основание. Аналогичная картина наблюдается при выполнении расчетов с другими армирующими элементами повышенной жесткости, например в виде металлических труб малого диаметра, расставленных с более разреженным шагом в пределах массива грунта.

Решение второй тестовой задачи основывалось на численном моделировании ячеек армированного массива грунта путем применения конечно-элементного программного комплекса PLAXIS 3D. Для возможности определения приведенного модуля деформации необходимо было рассмотреть два варианта расчетов.

В первом случае ячейка армированного грунта представлена в виде отдельных объемных элементов (однослойный грунт, группа свай, песчаная подушка,

фундаментная плита) и наиболее верно отражает реальное поведение армированного основания под нагрузкой. В расчетной схеме армирующие элементы моделировались в виде кластеров с заданными жесткостными характеристиками и соответствовали параметрам армирования первой задачи, выполняемой ручным методом расчета.

Для возможности определения приведенного модуля деформации армированного массива грунта также необходимо было рассмотреть случай, при котором армированный массив с объемными элементами в виде свай заменялся на кластерный объем с заданными приведенными характеристиками.

В результате данной работы требовалось подобрать такое значение модуля деформации приведенного массива

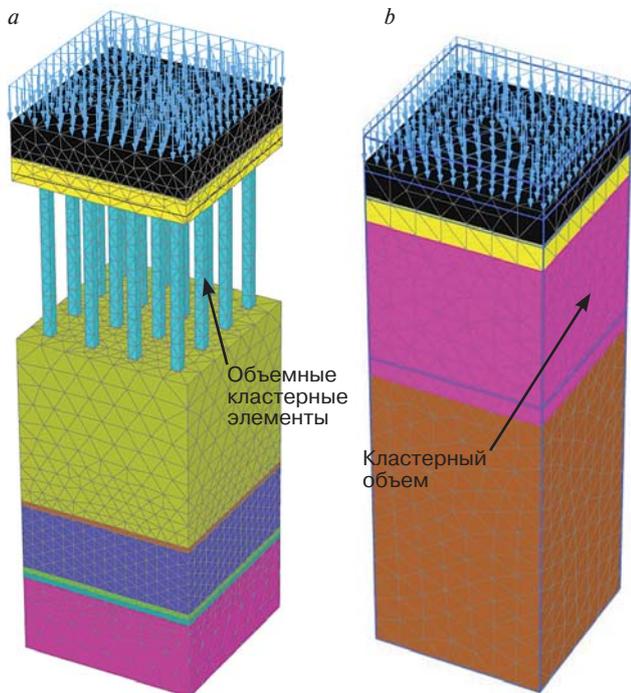


Рис. 2. Ячейка грунта со сваями, представленными объемными (кластерными) элементами с заданным материалом (а); ячейка армированного массива грунта с приведенным значением модуля деформации (б)

Fig. 2. A soil cell with piles represented by three-dimensional (cluster) elements with a given material (a); a cell of a reinforced soil body with a reduced value of the deformation modulus (b)

грунта, при котором деформации в уровне основания фундаментной плиты будут равны для обоих вариантов решения.

При моделировании ячеек грунта использовались следующие предпосылки:

- песчаная подушка представляет собой объем с изначально заданными физико-механическими характеристиками грунтов (модуль деформации песчаной подушки составляет 25 МПа);

- фундаментная плита представлена объемом с модулем упругости материала, равным $E_{упр}=3 \cdot 10^7$ кПа;
- толщины фундаментной плиты и песчаной подушки заданы условно и для каждого расчетного случая одинаковы;

- нагрузка от здания моделируется в виде распределенной нагрузки на поверхности фундаментной плиты и составляет 300 кПа. В расчетах не учитывается пространственная работа конструкций здания и их влияние на грунтовое основание;
- сжимаемая толща в пределах ячейки принимается условно относительно низа свай либо кластерного объема с приведенными характеристиками и не зависит от вариантов расчетов (рис. 2).

Ниже приведены результаты расчета армированной ячейки грунта вертикальными железобетонными элементами в виде свай.

Результаты исследования

Результаты численного моделирования показали, что при варианте ячейки из отдельных кластерных элементов в виде свай суммарные деформации массива грунта в уровне подошвы фундаментной плиты с учетом сжатия песчаной подушки и армированного основания для данного расчетного случая составляют 18,5 см.

Для возможности определения приведенных деформационных характеристик армированного основания выполнялась серия расчетов ячейки с различными значениями модуля деформации. Подбор данного модуля производился вручную путем его итерационной замены в пределах армированной части ячейки и дальнейшего сопоставления с деформациями, полученными для ячейки из отдельных армирующих элементов в виде свай.

Результаты расчетов показали, что при достижении значения приведенного модуля деформации

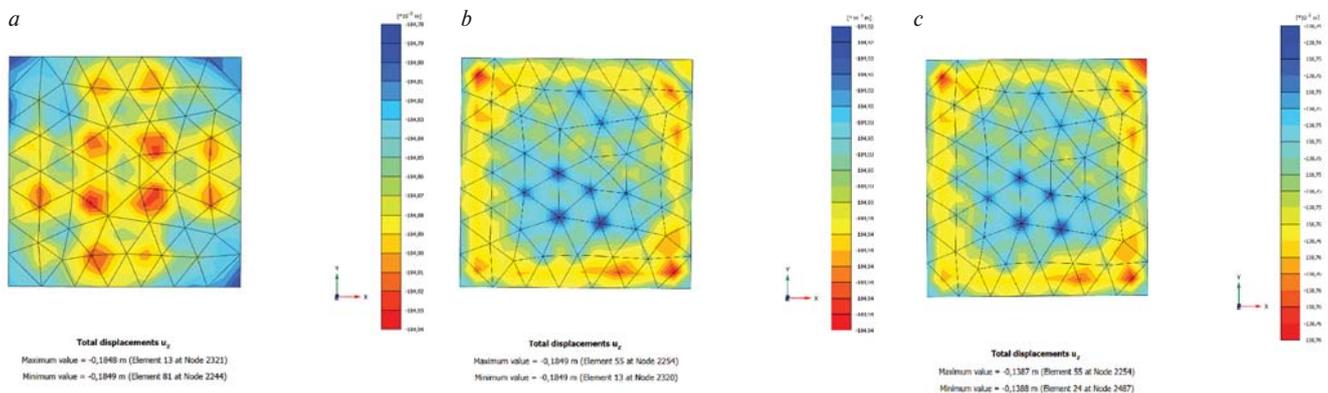


Рис. 3. Деформации грунтового основания в уровне подошвы фундаментной плиты с армированной ячейкой: а – с железобетонными сваями в виде кластера; б – в виде приведенного массива грунта с модулем деформации 37 МПа; с – в виде приведенного массива грунта с модулем деформации 1251 МПа

Fig. 3. Deformations of the ground base at the level of the underside of the foundation plate with a reinforced cell: a – with reinforced concrete piles in the form of a cluster; b – in the form of a reduced soil mass with a deformation modulus of 37 MPa; c – in the form of a reduced soil mass with a deformation modulus of 1251 MPa

в 37 МПа значение осадки массива грунта в уровне подошвы фундаментной плиты соответствует первому расчетному случаю и не превышает осадку в 18,5 см.

На основании задач, выполненных посредством применения численного моделирования, можно сделать вывод, что приведенный модуль деформации, полученный по методике СП 22.13330.2016, имеет завышенное значение и отличается от результатов численного моделирования в 33,8 раза. При использовании приведенного модуля деформации для армированного грунта в 1251 МПа в расчетной схеме PLAXIS 3D осадка ячейки в уровне подошвы фундамента составляет 13,9 см, что в 1,33 раза меньше, чем при варианте расчета ячейки с армированным массивом грунта в виде отдельных кластерных элементов, взаимодействующих с грунтом. На рис. 3 приведены результаты расчетов ячеек, армированных вертикальными железобетонными элементами.

Предположительно это связано с тем, что существующая формула определения приведенного модуля деформации ячейки не учитывает характер взаимодействия слабого грунта с группой армирующих элементов, их взаимодействие между собой, а также характер передачи нагрузки на армированное основание за счет наличия буферного (распределительного) слоя грунта в виде песчаной подушки. Также наличие в пределах грунтовой толщи армирующих элементов, имеющих жесткость на порядок выше, чем жесткость грунтового основания, вносит значительные коррективы при определении приведенных характеристик массива и практически не учитывает возможность деформирования межсвайного грунта.

Кроме того, следует отметить качественное отличие полученных деформаций. В случае моделирования армирующих элементов в виде объемов-

кластеров наблюдаются некоторые концентраторы в местах расположения свай. При передаче нагрузки на армированное основание происходит продавливание оголовками свай песчаной подушки, что не наблюдается в случае моделирования ячейки армированного массива грунта с приведенными характеристиками, когда массив больше напоминает штамп с плоской поверхностью. Данный момент также нужно учитывать при оценке напряженно-деформированного состояния оснований, армированных вертикальными железобетонными элементами.

Выводы

Результаты ручных расчетов показали, что значение приведенного модуля деформации, определяемого по методике СП 22.13330.2016, завышено в несколько раз и значительно отличается от результатов, полученных в ходе натурных экспериментов на реальных площадках строительства, а также результатов численного моделирования при наличии в грунтовой толще элементов повышенной жесткости.

Существующая формула определения приведенного модуля деформации не учитывает взаимодействия армирующих элементов между собой, а также с усиливаемым грунтовым массивом. Пренебрежение данными факторами оказывает существенное влияние на характер деформирования армированного основания под нагрузкой и на значение приведенного модуля деформации в целом. Большие значения модуля упругости армирующих элементов в случае использования железобетонных свай увеличивают жесткость армированного основания и в конечном итоге играют основную роль в определении значения приведенного модуля деформации всего усиливаемого массива грунта.

Список литературы

1. Горбунова М.А., Клевеко В.И. Анализ методов усиления грунтового основания вертикальным и горизонтальным армированием // *Master's journal*. 2020. С. 149–155.
2. Джоунс Д.К. Сооружения из армированного грунта. М.: Стройиздат, 1989. 280 с.
3. Кравцов В.Н., Якуненко С.А., Лапатин П.В. Исследование вертикально армированных оснований плитных фундаментов грунтобетонными микросваями и апробация их результатов в производственных условиях // *Вестник Полоцкого государственного университета*. 2015. Серия F. С. 40–47.

References

1. Gorbunova M.A., Kleveko V.I. Analysis of methods of strengthening of the soil foundation by using vertical and horizontal reinforcement. *Master's Journal*. 2020, pp. 149–155. (In Russian).
2. Jouns. D.K. Sooruzheniya iz armirovannogo grunta [Structure from reinforced soil]. Moscow: Stroyizdat, 1989. 280 p.
3. Kravcov V.N., Yakunencko C.A., Lapatin P.V. Research of vertical reinforced by soil-concrete micropiles slab foundations' ground bases and testing results in industrial practice. *Vestnik Polockogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2015. Seria F, pp. 40–47. (In Russian).

4. Мариничев М.Б. Практическая реализация метода вертикального армирования неоднородного основания для компенсации неравномерной деформируемости грунтового массива и снижения сейсмических воздействий на надземное сооружение // *Научный журнал КубГАУ*. 2015. № 64. С. 1–15.
5. Мирсаяпов И.Т., Мустакимов В.Р. Исследование прочности и деформируемости просадочных грунтовых оснований, армированных вертикальными элементами. *Труды международной конференции по геотехнике. Взаимодействие сооружений и оснований: методы расчета и инженерная практика*. СПб., 2005. С. 133–137.
6. Мирсаяпов И.Т., Попов А.О. Экспериментально-теоретические исследования работы армированных грунтовых массивов // *Известия КазГАСУ*. 2008. № 2 (10). С. 75–80.
7. Мустакимов В.Р. Исследование стесненной просадки армированных вертикальными элементами просадочных грунтовых оснований. Казань, 2018. 48 с.
8. Попов А.О. Расчет конечной осадки глинистых оснований, армированных вертикальными элементами // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. № 4. С. 19–27.
9. Попов А.О. Несущая способность и осадки грунтовых оснований, армированных вертикальными элементами // *Инженерные изыскания для строительства*. 2014. № 11. С. 27–31.
10. Сафин Д.Р. Исследования деформативности водонасыщенных глинистых грунтов, армированных вертикальными армирующими элементами // *Известия КазГАСУ*. 2008. № 2 (10). С. 81–84.
11. Тер-Мартirosян З.Г., Струнин П.В. Усиление слабых грунтов в основании фундаментных плит с использованием технологии струйной цементации грунтов // *Вестник МГСУ*. 2010. № 4. С. 310–315.
12. Хусаинов И.И. Методика проектирования «структурного геомассива» // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2015. № 4. С. 18–21.
13. Якуненко С.А. Экспериментальные исследования армированных грунтобетонными микросваями оснований плитных фундаментов. *Проблемы современного бетона и железобетона: Сборник научных трудов*. Минск: РУП «Институт БелНИИС». 2013. С. 379–387.
14. Hou Juan, Zhang Meng-xi, Dai Zhi-heng, Li Jia-zheng, Zeng Feng-fan. Bearing capacity of strip foundations in horizontal-vertical reinforced soils // *Geotextiles and Geomembranes*. 2017. No. 1, pp. 29–34.
4. Marinichev M.B. Practical implementation of vertical reinforcement for nonhomogeneous bases as a method to reduce non-uniform deformability of subsoil and compensate seismic loads to upper structure. *Nauchnii jurnal KubGAU*. 2015. No. 64, pp. 1–15. (In Russian).
5. Mirsoyapov I.T., Mustakimov V.R. Strength and deformability investigation of foundations bedding's subsidence reinforced with vertical elements. *Collection of international geotechnical conference*. Saint Petersburg. 2005, pp. 133–137. (In Russian).
6. Mirsoyapov I.T., Popov A.O. Experimental basic research the work of the reinforcement maccife. *Izvestia KazGASU*. 2008. No. 2 (10), pp. 75–80. (In Russian).
7. Mustakimov V.R. Issledovanie stesnennoi prosadki armirovannykh vertikal'nymi elementami prosadochnykh gruntovykh osnovanii [Issledovanie stesnennoi prosadki armirovannih verticalnimi elementami prosadochnih gruntovih osnovanii]. Kazan. 2018. 48 p.
8. Popov A.O. Settlement calculation of clay bed reinforced with vertical elements. *Ingenerno-stroitel'nyi jurnal*. 2015. No. 4, pp. 19–27. (In Russian).
9. Popov A.O. Bearing capacity and settlements of earth foundations reinforced with vertical elements. *Ingenierie iziscania dlya stroitelstva*. 2014. No. 11, pp. 27–31. (In Russian).
10. Safin D.R. Study of deformability of vertically reinforced water-saturated argillir soil bodies. *Izvestia KazGASU*. 2008. No. 2 (10), pp. 81–84. (In Russian).
11. Ter-Martirosyan Z.G., Strunin P.V. Strengthening weak soils in the basis of foundation slabs with use of technology of jet grouting. *Vestnik MGSU*. 2010. No. 4, pp. 310–315. (In Russian).
12. Husainov I.I. A procedure to design a «structural geotechnogenic massif». *Osnovaniya, fundamente i mekhanika gruntov*. 2015. No. 4, pp. 18–21. (In Russian).
13. Yakunencko C.A. Experimentalnie issledovaniya armirovannih gruntobetonnimi microsvayami osnovanii plitnih fudamentov. *Problems of modern concrete and reinforced concrete: Collection of scientific works*. Minsk: Institut BelNIIC. 2013, pp. 379–387. (In Russian).
14. Hou Juan, Zhang Meng-xi, Dai Zhi-heng, Li Jia-zheng, Zeng Feng-fan. Bearing capacity of strip foundations in horizontal-vertical reinforced soils. *Geotextiles and Geomembranes*. 2017. No. 1, pp. 29–34.

УДК 69.059.2

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-19-24>

С.В. ВАВРЕНЮК, член-корр. РААСН, д-р техн. наук (svvn59@mail.ru),
В.Г. ВАВРЕНЮК, канд. техн. наук, А.Э. ФАРАФОНОВ, инженер, Н.В. КУЗНЕЦОВ, инженер
Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» Дальневосточный научно-исследовательский, проектно-конструкторский
и технологический институт по строительству (Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» ДальНИИС)
(690033, г. Владивосток, ул. Бородинская, 14)

Исследование причины разрушения опорного узла металлической фермы покрытия концертно-спортивного комплекса «Фетисов-Арена» во Владивостоке

Приведены результаты исследований причины разрушения металлической фермы из-за отрыва опорных раскосов по периметру сварного шва. С целью определения причины разрушения было проведено техническое обследование несущих конструкций сооружения, а также механические и металлографические исследования фрагментов металла, взятого из разрушенного узла фермы. Результаты технического обследования показали отсутствие в несущих элементах каркаса деформаций (прогибов, крена, выгибов, перекосов, смещения), а также механических повреждений. Механические испытания образцов позволили установить, что сталь металлической фермы соответствует нормативным требованиям. Металлографические исследования подтвердили, что вырванный фрагмент трубы верхнего пояса подстропильной фермы имеет слоистую видманштеттову структуру, образованную в результате нарушения технологии производства профиля (ускоренное охлаждение после технологического нагрева). По результатам работы сделан вывод, что причиной разрушения опорного узла фермы явился дефект структуры (видманштеттова структура) в основном металле, а также в зонах термического влияния сварного шва, что привело к снижению пластичности стали и повышению склонности к образованию трещин в металле.

Ключевые слова: металлическая ферма, сварные соединения, разрушение опорного узла, металлографические исследования, механические свойства металла, дефекты структуры металла, видманштеттова структура.

Для цитирования: Вавренюк С.В., Вавренюк В.Г., Фарафонов А.Э., Кузнецов Н.В. Исследование причины разрушения опорного узла металлической фермы покрытия концертно-спортивного комплекса «Фетисов-Арена» во Владивостоке // *Жилищное строительство*. 2021. № 3. С. 19–24.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-19-24>

S.V. VAVRENYUK, Corresponding Member of RAACS, Doctor of Sciences (Engineering) (svvn59@mail.ru),
V.G. VAVRENYUK, Candidate of Sciences (Engineering), A.E. FARAFONOV, Engineer, N.V. KUZNETSOV, Engineer
Branch of FGBU "TSNIIP of Russian Ministry", Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation Far-Eastern Research,
Design and Technological Institute of Construction (Branch of FGBU "TSNIIP of Russian Ministry", DalNIIS)
(14, Borodinskaya Street, Vladivostok, 690033, Russian Federation)

Investigation of the Cause of Destruction of the Support Node of the Metal Truss Covering the Concert and Sports Complex "Fetisov-Arena" in Vladivostok

The results of studies of the cause of metal truss destruction due to separation of support braces along the weld seam perimeter are given. In order to determine the cause of the destruction, a technical examination of the structural structures of the structure was carried out, as well as mechanical and metallographic studies of fragments of metal taken from the destroyed truss assembly. The results of the technical examination showed the absence of deformations in the load-bearing elements of the framework (deflections, roll, bends, skews, displacement), as well as mechanical damage. Mechanical tests of the samples showed that the steel of the metal truss complies with regulatory requirements. Metallographic studies showed that the torn-out fragment of the pipe of the upper belt of the tuning truss has a layered vidmanstett structure, formed as a result of a violation of the profile production technology (accelerated cooling after technological heating). According to the results of the work, it was concluded that the cause of the destruction of the support assembly of the truss was a defect in the structure (vidmanstett string-tour) in the main metal, as well as in the zones of thermal influence of the weld seam, which led to a decrease in the ductility of steel and an increase in the tendency to crack in the metal.

Keywords: metal truss, welded joints, destruction of support unit, metallographic investigations, mechanical properties of metal, defects of metal structure, vidmanstett structure.

For citation: Vavrenyuk S.V., Vavrenyuk V.G., Farafonov A.E., Kuznetsov N.V. Investigation of the cause of destruction of the support node of the metal truss covering the concert and sports complex "Fetisov-Arena" in Vladivostok. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 3, pp. 19–24. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-19-24>

Конструктивная схема сооружения концертно-спортивный комплекс «Фетисов-Арена» на 5500 мест во Владивостоке представляет собой каркас с поперечными рамами из металлических колонн и ферм пролетом 46 и 75 м. Несущие конструкции покрытия сооружения выполнены в виде большепролетных ферм с шагом 6 м. Устойчивость ферм в плоскости обеспечивается жесткостью сечения, из плоскости – системой связей, прогонов и распорок. Горизонтальные нагрузки в продольном и поперечном направлениях воспринимаются системой связей покрытия и передаются на ядра жесткости – лестничные клетки. Элементы ферм и связей выполнены из гнутых замкнутых сварных металлических профилей труб квадратного и прямоугольного сечений и двутавров. Элементы соединяются между собой с помощью сварных и болтовых соединений.

Спустя два года эксплуатации обнаружен отрыв опорных раскосов в центральной подстропильной ферме (рис. 1). Отрыв произошел по периметру сварного шва, крепящего трубу опорного раскоса квадратного сечения к балке верхнего пояса фермы, выполненной из трубы прямоугольного сечения. При этом из балки верхнего пояса опорным раскосом был вырван прямоугольный фрагмент металла. Разрушение прошло по основному металлу верхней трубы, повреждения сварного шва были минимальны.

С целью определения причины разрушения опорного узла было проведено техническое обследование несущих металлических конструкций сооружения и лабораторные исследования фрагментов металла из разрушенного узла.

Техническое обследование включало в себя определение наличия деформаций в конструкциях ферм, обследование стержневых элементов ферм на наличие дефектов и механических повреждений, исследование состояния сварных и болтовых соединений узлов крепления ферм к колоннам, узлов крепления раскосов и поясов ферм, узлов крепления связей между фермами [1].

Результаты технического обследования показали отсутствие в несущих элементах каркаса деформаций (прогибов, крена, выгибов, перекосов, смещения), а также механических повреждений. Болтовые соединения и узлы крепления связей находились в удовлетворительном состоянии. Приведенное временное сопротивление стали конструкций ферм соответствовало нормативным требованиям.

Лабораторные исследования фрагментов металла из разрушенного узла включали механические и металлографические исследования образца, взятого из сварного соединения верхнего узла опорного раскоса фермы. Образец представлял собой фрагмент опорного раскоса (труба квадратного сечения 150×7)

и фрагмент балки верхнего пояса фермы (оторванный фрагмент нижней стенки трубы прямоугольного сечения 400×200×6 мм, рис. 2). Образец был разрезан на фрезерном станке, из него вырезаны заготовки и шлифы для исследований.

Исследования механических свойств включали в себя испытания на ударный изгиб и определение твердости по основному металлу раскоса опорного узла, а также металла сварного соединения раскоса и верхнего пояса опорного узла [2].

Металлографические исследования микроструктуры металла проводились на металлографическом микроскопе Eclipse MA200 при увеличениях от 50× до 1000×. Исследование каждого образца проводилось в двух точках. Оценка содержания перлита в образцах проводилась в программе SIAMS Photolab в соответствии с ГОСТ 8233–56 «Сталь. Эталоны микроструктуры». Оценка загрязненности основного металла разрушенного профиля неметаллическими включениями также проводилась в программе SIAMS Photolab в соответствии с ГОСТ 1778–70 (ИСО 4967–79) «Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений» (с Изменениями № 1, 2). Оценка структуры основного металла проводилась в соответствии с ГОСТ 5640–68 «Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты».

Механические испытания образцов показали, что предел текучести и временное сопротивление стали ферм соответствуют нормативным проектным требованиям для стали С345. При этом относительное удлинение было ниже нормативных требований, что свидетельствует о недостаточной пластичности материала [3, 4]. Для проведения металлографических исследований было вырезано восемь образцов.

1-й образец. Основной металл нижней (неповрежденной) трубы.

2-й образец. Основной металл верхней (разрушенной) трубы.

3-й образец. Сварной шов («верхняя» сторона, с которой началось разрушение). Слоистость металла верхней трубы была видна невооруженным глазом на значительной части излома, но в данном месте – лучше всего.

4-й образец. Сварной шов («правая» сторона). В данном месте линия излома почти ровная, но в отдельных местах металл вырван ступеньками (также наблюдается слоистость).

5-й образец. Сварной шов. В данном месте слоистость визуально была выражена менее, чем в образце 3.

6-й образец. Сварной шов, ближе к основному металлу нижней трубы (предполагаемое место зоны термического влияния).



Рис. 1. Отрыв опорного раскоса фермы
Fig. 1. Separation of the truss support brace

7-й образец. Сварной шов. По слоистости – визуально состояние, близкое к образцу 5.

8-й образец. Сварной шов. Непосредственно в процессе разрушения данная сторона уцелела и была позже отрезана от балки верхнего пояса ручной угловой шлифмашиной.

Таким образом, были взяты три образца из сварного шва и околошовной зоны с той стороны, откуда началось разрушение [5], по одному образцу из сварного шва и околошовной зоны с остальных сторон и по одному образцу основного металла нижней и верхней труб.

Металлографические исследования показали следующее.

Образец № 1. Основной металл нижней (неповрежденной) трубы состоит из примерно равноосных полигональных зерен со средним размером около 10 мкм. Доля перлита в структуре около 25%, т. е. сталь содержит около 0,2% углерода. Перлит соответствует баллу 0Б или 1Б (оценка при 500×), полос-



Рис. 2. Фрагмент опорного раскоса для исследований
Fig. 2. Fragment of the reference brace for studies

чатость – 0Б (оценка при 500×), видманштеттовой структуры не наблюдается (балл 0А при 100×) по ГОСТ 5640–68. В целом структура нормальная для строительной стали и достаточно однородная. Картина в другой точке данного образца практически идентична.

Образец № 2. Структура образца неоднородна, состоит из двух отчетливо различимых слоев. Первый слой (точка 1) по структуре очень близок к образцу № 1. Содержание перлита около 25%. Второй слой (точка 2, рис. 3) характеризуется видманштеттовой структурой (удлиненные, упорядоченно расположенные кристаллы феррита). Такая структура может получиться либо при перегреве металла, либо при охлаждении со скоростью выше оптимальной [6, 7]. Поскольку такую структуру имеет лишь один слой, а не весь металл, вероятен второй вариант. Косвенно это подтверждается также повышенной твердостью образца (твердость НВ 204 при характерной для сталей данного класса твердости до НВ 156).

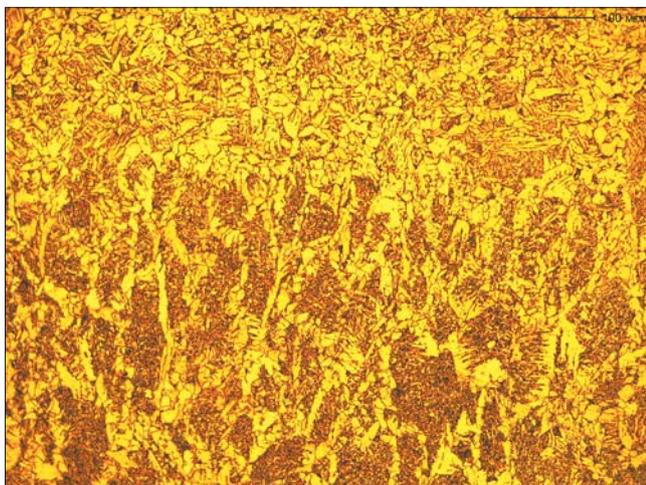


Рис. 3. Видманштеттова структура в образце № 2
Fig. 3. Widmanstett structure in sample No. 2

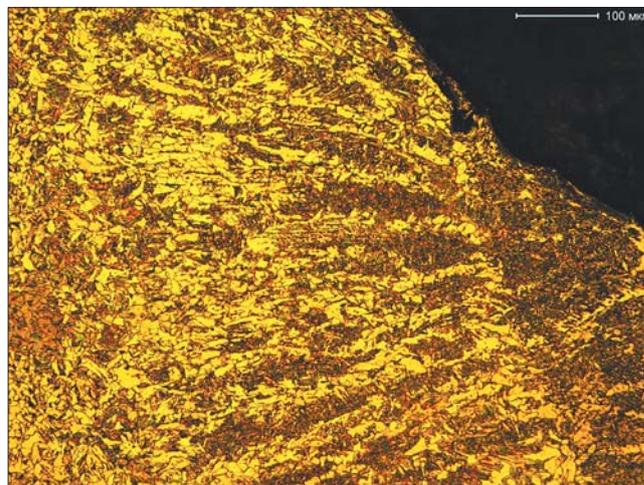


Рис. 4. Видманштеттова структура в образце № 3
Fig. 4. Widmanstett structure in sample No. 3

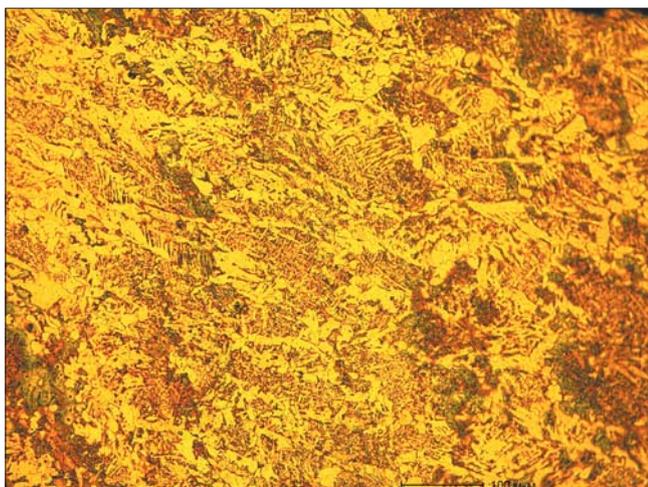


Рис. 5. Видманштеттова структура в образце № 5
Fig. 5. Widmanstett structure in sample No. 5

В соответствии с ГОСТ 5640–68 структура образца имеет следующие показатели: точка 1 – балл перлита 0Б-1Б (оценка при 500×), балл полосчатости 0Б (оценка при 500×), балл видманштеттовой структуры 0А (оценка при 100×); точка 2 – балл видманштеттовой структуры 4А-5А (оценка при 100×).

Необходимо отметить, что образец № 2 вырезан из средней части фрагмента (не менее 30 мм от сварного шва), т. е. он не мог подвергаться термическому воздействию при сварке. Это свидетельствует о том, что структура в точке 2 является не следствием термического влияния при сварке, а следствием нарушения технологии производства верхней трубы (ускоренное охлаждение поверхности трубы). Известно, что получение видманштеттовой структуры приводит к снижению вязкости стали, а следовательно, данный фактор мог стать одной из причин разрушения [8, 9].

Образец № 3. Микроструктура образца № 3 в зоне сварного шва приведена на рис. 4. Наблюдается видманштеттова структура (балл 2А-5А при 100× по ГОСТ 5640–68). Данная точка находится на стороне, с которой, по всей видимости, началось разрушение. Кроме того, в данной точке наиболее заметно невооруженным глазом расслоение материала верхней трубы.

Образец № 4. Структура в данном образце близка к видманштеттовой, однако по сравнению с предыдущими двумя образцами она гораздо ближе к нормальной (балл 1А-3А при 100× по ГОСТ 5640–68). Визуально излом в данной точке был больше похож на нормальный вязкий излом, расслоения почти не было (единичный отрыв слоя на площади около 1 см²).

Образец № 5. Микроструктура образца приведена на рис. 5. В данной точке также наблюдается

видманштеттова структура (балл 3А-5А при 100× по ГОСТ 5640–68).

Образец № 6. Микроструктура образца в зоне сварного шва. Образец в целом напоминает образец № 3, но процент площади с нормальной структурой несколько выше. Балл видманштеттовой структуры 0А-4А при 100× по ГОСТ 5640–68.

Образцы № 7; 8. Образцы демонстрируют сечения сварных швов. Они также имеют структуру типа видманштеттовой (балл 2А-5А при 100× по ГОСТ 5640–68). В то же время расслоение металла в месте вырезки образца № 7 было слабым, а место вырезки образца № 8 вообще не разрушилось и было отрезано ручной шлифмашиной. Подобное может быть обусловлено иным составом стали, а также, возможно, меньшим моментом силы, действовавшим в месте вырезки образца № 8.

Таким образом, металлографические исследования показали, что труба опорного раскоса имеет нормальную для строительной стали структуру, а вырванный фрагмент трубы верхнего пояса подстропильной фермы – слоистую [11, 12]. При этом один слой трубы верхнего пояса имеет нормальную структуру, а другой видманштеттову, образованную в результате нарушения технологии производства профиля (ускоренное охлаждение после технологического нагрева).

Установлена четкая зависимость: чем выше балл видманштеттовой структуры, тем сильнее расслоение металла в данном месте и тем в большей степени излом имеет хрупкий характер, что и сыграло значительную роль в разрушении узла.

В образце № 6 отмечено некоторое увеличение размера зерен в зоне с нормальной структурой по мере приближения к шву, что является следствием термического влияния в процессе сварки. Тем не менее это влияние выражено слабо и является второстепенной причиной разрушения [13, 14].

По результатам работы сделан вывод, что причиной разрушения опорного узла фермы явился дефект структуры (видманштеттова структура) в основном металле, а также в зонах термического влияния сварного шва (Ерёмин К.И., Матвеев С.А. Особенности экспертизы и неразрушающего контроля строительных металлических конструкций. Предотвращение аварий зданий и сооружений. 2009). Данный дефект структуры металла [15–17] приводит к снижению пластичности стали, что повышает склонность к образованию трещин и нарушению структурной целостности конструкции.

Список литературы

1. Вавренюк С.В., Рудаков В.П., Вавренюк В.Г., Фарафонов А.Э. Характерные ошибки при ремонте жилых и общественных зданий в условиях муссонного климата Дальнего Востока России // *Жилищное строительство*. 2019. № 11. С. 31–35. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-11-31-35>
2. Вавренюк С.В., Огнев А.В., Самардак А.С., Вавренюк В.Г. Возможность получения металлических покрытий по бетону // *Строительные материалы*. 2014. № 11. С. 41–43.
3. Иванников В.В., Николаев А.Г., Шварц В.М., Степанов В.Н. Характерные дефекты и повреждения металлических конструкций // *Химическая техника*. 2015. № 7. С. 28–36.
4. Богатырева И.В., Згурин Д.С., Лезов А.Э. Повышение надежности и долговечности металлических стропильных ферм // *Вестник науки и образования*. 2018. Т. 1. С. 142–147.
5. Вильгельм Ю.С., Сухина К.Н., Дубовский М.Е., Слышкина Е.А., Власов В.Н. Влияние прогиба равнополочного уголка на несущую способность конструкций покрытия // *Инженерный вестник Дона*. 2019. Вып. 2. С. 63–69.
6. Собянин К.В., Шардаков И.Н., Шестаков А.П., Глот И.О. Динамическое деформационное взаимодействие элементов системы «ударник – прокладка – железобетонная балка» // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета*. 2018. Вып. 4. С. 11–15.
7. Бернштейн М.Л. Структура деформированных металлов. М.: Металлургия, 1977. 431 с.
8. Дейнеко А.В., Курочкина В.А., Яковлева И.Ю., Старостин А.Н. Проектирование железобетонных перекрытий с учетом рабочих швов бетонирования // *Вестник МГСУ*. 2019. № 4. С. 52–58.
9. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. СПб.: Центр качества строительства, 2004. 234 с.
10. Теличенко В.И., Ройтман В.М., Слесарев М.Ю., Щербина Е.В. Основы комплексной безопасности строительства. М.: АСВ, 2011. 168 с.
11. Кулябко В.В. Резервы конструкторских приемов и методик расчетов нелинейного гашения колебаний зданий, сооружений и их элементов. *Пространственные конструкции зданий и сооружений (Исследования, расчет, проектирование и применение): Сб. статей*. Вып. 10. М.: МОО ПК, РААСН, НИИЖБ, ЦНИИСК, ЦНИИПСК, 2006. С. 157–167.

References

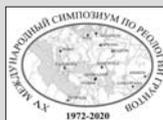
1. Vavrenyuk S.V., Rudakov V.P., Vavrenyuk V.G., Farafonov A.E. Typical mistakes when repairing residential and public buildings under conditions of the monsoon climate of the Russian Far East. *Zhilyshchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 11, pp. 31–35. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-11-31-35>
2. Vavrenyuk S.V., Ognev A.V., Samardak A.S., Vavrenyuk V.G. Possibility of obtaining metal coatings on concrete. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 11, pp. 41–43. (In Russian).
3. Ivannikov V.V., Nikolaev A.G., Schwartz V.M., Stepanov V.N. Characteristic defects and damage to metal structures. *Khimicheskaya tekhnika*. 2015. No. 7, pp. 28–36. (In Russian).
4. Bogatyreva I.V., Zgurin D.S., Lezov A.E. Improving the reliability and durability of metal rafters. *Vestnik nauki i obrazovaniya*. 2018. Vol. 1, pp. 142–147. (In Russian).
5. Wilhelm Yu.S., Sukhina K.N., Dubovsky M.E., Huderkina E.A., Vlasov V.N. The influence of deflection of an equal angle on the bearing capacity of coating structures. *Inzhenernyi vestnik Dona*. 2019. Vol. 2, pp. 63–69. (In Russian).
6. Sobyenin K.V., Shardakov I.N., Shestakov A.P., Glot I.O. Dynamic deformation interaction of the elements of the system “striker – gasket – reinforced concrete beam”. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta*. 2018. Vol. 4, pp. 11–15. (In Russian).
7. Bernstein M.L. *Struktura deformirovannykh metallov* [Structure of deformed metals]. Moscow: Metallurgiya, 1977. 431 p.
8. Deineko A.V., Kurochkina V.A., Yakovleva I.Yu., Starostin A.N. Design of reinforced concrete floors taking into account concreting work joints. *Vestnik MGSU*. 2019, No. 4, pp. 52–58. (In Russian).
9. Grozdov V.T. *Tekhnicheskoe obsledovanie stroitel'nykh konstruktssii zdaniy i sooruzhenii* [Technical survey of building structures of buildings and structures]. Saint Petersburg: Tsentr kachestva stroitel'stva, 2004. 234 p.
10. Telichenko V.I., Roitman V.M., Slesarev M. Yu., Shcherbina E.V. *Osnovy kompleksnoi bezopasnosti stroitel'stva* [Fundamentals of complex construction safety]. Moscow: ASV. 2011. 168 p.
11. Kulyabko V.V. Reserves of design techniques and methods for calculating nonlinear damping of vibrations of buildings, structures and their elements. *Spatial structures of buildings and structures (Research, calculation, design and application). Papers of articles*. Moscow: MOO PC, RAASN, NIIZHB, TSNIISK, TSNIIPSK. 2006. Issue 10, pp. 157–167. (In Russian)

12. Добромислов А.Н. Ошибки проектирования строительных конструкций. М.: АСВ, 2008. 208 с.
13. Добромислов А.Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам. М.: АСВ, 2008. 72 с.
14. Райзер В.Д. Теория надежности сооружений. М.: АСВ, 2010. 384 с.
15. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. М.: АСВ, 2007. 253 с.
16. Mayorov V.Yu., Papynov E.K., Avramenko V.A. Application of carbonaceous template for porous structure control of ceramic composites based on synthetic wollastonite obtained via Spark Plasma Sintering // *Ceramics International*. 2015. Vol. 41. Iss. 1, pp. 1171–1176.
17. Кулябко В.В. Резервы конструкторских приемов и методик расчетов нелинейного гашения колебаний зданий, сооружений и их элементов. *Пространственные конструкции зданий и сооружений (Исследования, расчет, проектирование и применение)*. М.: МОО ПК, РААСН, НИИЖБ, ЦНИИСК, ЦНИИПСК, 2006. Вып. 10. С. 403–409.
12. Dobromyslov A.N. Oshibki proektirovaniya stroitel'nykh konstruktssii [Design errors of building structures]. Moscow: ASV. 2008. 208 p.
13. Dobromyslov A.N. Otsenka nadezhnosti zdaniy i sooruzhenii po vneshnim priznakam [Assessment of the reliability of buildings and structures by external signs]. Moscow: ASV. 2008. 72 p.
14. Reiser V. D. Teoriya nadezhnosti sooruzhenii [Theory of the reliability of structures]. Moscow: ASV, 2010. 384 p.
15. Perelmuter A.V. Izbrannye problemy nadezhnosti i bezopasnosti stroitel'nykh konstruktssii [Selected problems of reliability and safety of construction structures]. Moscow: ASV. 2007. 253 p.
16. Mayorov V.Yu., Papynov E.K., Avramenko V.A. Application of carbonaceous template for porous structure control of ceramic composites based on synthetic wollastonite obtained via Spark Plasma Sintering. *Ceramics International*. 2015. Vol. 41. Iss. 1, pp. 1171–1176.
17. Kulyabko V.V. Reserves of design techniques and methods for calculating non-linear damping of oscillations of buildings, structures and their elements. *Spatial structures of buildings and structures (Research, calculation, design and use)*. Moscow: MOO PC, RAASN, NIIZHB, TSNIISK, TSNIIPSK, 2006. Iss. 10, pp. 403–409. (In Russian).



XV Международный симпозиум по реологии грунтов «Теория и практика фундаментостроения»

г. Казань



2–4 июня 2021 г.



Тематика XV Международного симпозиума по реологии грунтов:

- Теория и реологические модели грунтов
- Экспериментальная реология грунтов
- Теория и расчетные модели грунтов, опыт решения геотехнических задач
- Экспериментальные исследования геотехнических систем
- Аналитические решения на основе реологических моделей
- Численное моделирование НДС массивов на основе реологических моделей

Организаторы симпозиума:

Российское общество по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению (РОМГГиФ)
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Министерство строительства архитектуры и жилищно-коммунальных хозяйств Республики Татарстан

Организационный комитет симпозиума:

Председатель:
Р.К. Низамов – ректор КГАСУ д.т.н., профессор
Заместители председателя:
И.Т. Мирсаяпов – зав. кафедрой ОФДСиИГ КГАСУ д.т.н., профессор
З.Г. Тер-Мартirosян – профессор кафедры геотехники НИУ МГСУ д.т.н., профессор

Информационные спонсоры

Научно-технический журнал «Основания, фундаменты и механика грунтов»
Журнал «Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета»
Журналы «Жилищное строительство», «Строительные материалы»®, «Бетон и железобетон»

Секретариат: И.В. Королева – КГАСУ, г. Казань; Д.Д. Сабирзянов – КГАСУ, г. Казань

Адрес секретариата: 420043 г. Казань ул. Зелёная, 1, КГАСУ, каф. ОФДСиИГ

Тел. 8-095-170-27-67 (Г.К. Фурсова); Тел. 8-843-510-47-15 (И.В. Королева, Д.Д. Сабирзянов)

Факс: 8-843-238-79-72, e-mail: mirsayapov1@mail.ru

Для регистрации в качестве участника XV Международного симпозиума по реологии грунтов обращайтесь по электронному адресу: e-mail: reologiya@mail.ru или по факсу: +7-843-238-79-72

УДК 728.03

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-25-32>

И.А. ПРОКОФЬЕВА, канд. архитектуры (archirina@mail.ru)

Московский архитектурный институт (Государственная академия) (107031, г. Москва, ул. Рождественка, 11/4, корп. 1, стр. 4)

Общественно-торговые сооружения в структуре исторического центра Москвы и Парижа. Принципы преемственности и развития

Общественно-торговые сооружения являются основой и композиционным ядром центра каждого города. В Париже и Москве многие из них были построены в середине XIX – начале XX в. Они перестраивались, менялись, трансформировались, расширяли свои границы и при этом сохраняли свое значение в структуре современного города. Строительство новых торговых сооружений являлось важным этапом преобразования центра Парижа. Центральный крытый рынок, Северный вокзал, пассажи и универсальные магазины были лучшим решением для урегулирования и реконструкции центра города, для создания комфортабельных общественно-торговых пространств и дополнительных маршрутов в структуре города. Некоторые градостроительные принципы Парижа и опыт возведения новых архитектурных объектов были заимствованы при реконструкции центра Москвы в XIX – начале XX в. В Москве было построено девять торговых пассажей, универсальный магазин «Мюр и Мерилиз». Были полностью перестроены торговые ряды в Москве: Теплые, Никольские, Средние, Таганские. Важное значение как центр оптовой торговли сохранил Гостиный Двор на ул. Ильинка в Москве. В настоящее время можно говорить об особой системе общественно-торговых сооружений, являющейся градообразующим элементом структуры и уникального облика исторического центра как Москвы, так и Парижа.

Ключевые слова: общественно-торговые сооружения, принципы организации пространства, исторический центр, структура города, реновация, экспансия, трансформация, градостроительные принципы, архитектура.

Для цитирования: Прокофьева И.А. Общественно-торговые сооружения в структуре исторического центра Москвы и Парижа. Принципы преемственности и развития // *Жилищное строительство*. 2021. № 3. С. 25–32. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-25-32>

I.A. PROKOFIEVA, Candidate of Architecture (archirina@mail.ru)

Moscow Institute of Architecture (State Academy) (11, Rozhdestvenka Street, Moscow, 107031, Russian Federation)

Public and Commercial Buildings in the Structure of the Historical Center of Moscow and Paris. Principles of Continuity and Development

Public and commercial buildings are the basis and compositional core of the center of each city. In Paris and Moscow, many of them were built in the mid-nineteenth and early twentieth centuries. They were rebuilt, changed, transformed, expanded their borders and, at the same time, retained their importance in the structure of the modern city. The construction of new commercial buildings was an important stage in the transformation of the center of Paris. Central indoor market (Les Halles), North Station (Paris-Nord), the arcades and department stores were the best solution for the settlement and reconstruction of the city center, for the creation of comfortable public and commercial spaces, and for additional routes in the city structure. Some urban planning principles of Paris and the experience of building new architectural objects were borrowed during the reconstruction of the center of Moscow in the XIX – early XX centuries. In Moscow, nine shopping arcades, the Muir and Merrilees Store were built. The trading rows in Moscow were completely rebuilt: Warm, Nikolsky, Sredny, Tagansky. Gostiny Dvor on Ilinka Street in Moscow has retained its importance as a wholesale trade center. At present, one can talk about a special system of public and commercial buildings, which is a city-forming element of the structure and unique appearance of the historical center of both Moscow and Paris.

Keywords: public and commercial buildings, principles of space organization, historical center, city structure, renovation, expansion, transformation, urban planning principles, architecture.

For citation: Prokofieva I.A. Public and commercial buildings in the structure of the historical center of Moscow and Paris. Principles of continuity and development. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 3, pp. 25–32. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-25-32>

Россия и Франция имеют богатую историю, ее этапы отражены в градостроительном и архитектурном наследии Москвы и Парижа. Общественно-торговые пространства формировались и развивались одновременно с развитием городов. В XIX в. в структуру общественных пространств встроились общественно-

но-торговые сооружения – пассажи, универсальные магазины и торговые дома, которые создали дополнительные пространства и коммуникации в структуре города, повысив качество и комфорт исторического центра. Парижский опыт реконструкции исторического центра города, а также многочисленные фран-

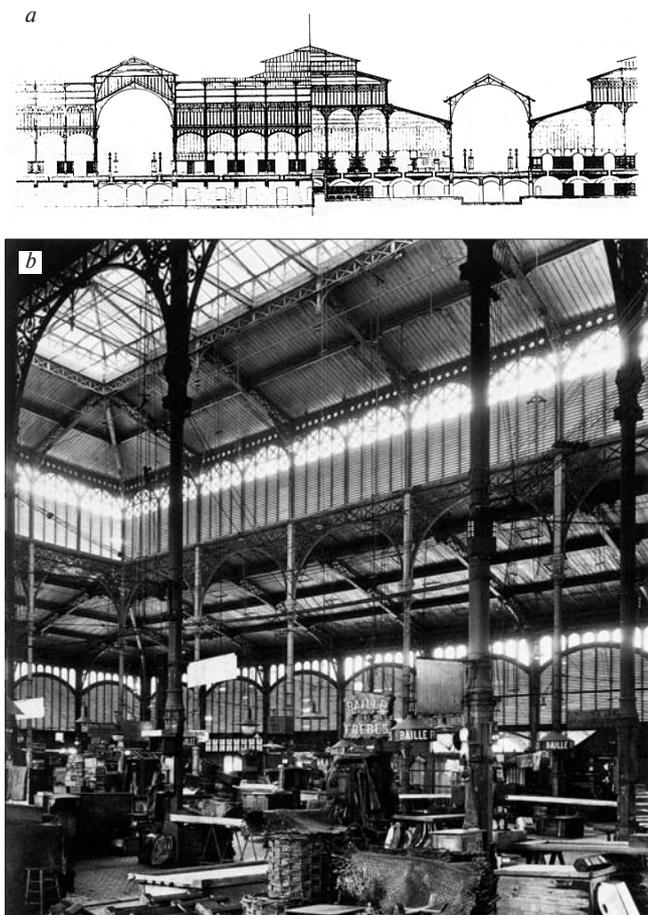


Рис. 1. Центральный рынок в Париже. Арх. В. Бальтар: а – разрез; б – интерьер

Fig. 1. The Central Market (Les Halles). Arch. V. Baltard: a – section; b – interior

цузские пассажи и универсальные магазины стали примером для реализации преобразования и модернизации исторического центра Москвы.

Париж: реконструкция Ж.Э. Османа и общественно-торговые пространства в структуре нового города. В 1853 г. началась самая большая кампания по реконструкции Парижа. Наполеон III для реализации этого проекта назначил префектом города Ж.Э. Османа. Инженеры Ж.-Ш. Альфан и Барийе-Дешан руководили благоустройством и реконструкцией садов и парков. Архитекторы В. Бальтар и Ф. Каллет проектировали Центральный крытый рынок в квартале Ле-Аль, а архитектор Ж.И. Гитторф проектировал Северный вокзал. Новые типы зданий, имеющие в своей структуре общественные пространства, стали неотъемлемой частью плана реконструкции Парижа. Пассажи и универсальные магазины стали удачным решением для регулирования и реконструкции центра города, создав новые общественно-торговые пространства, коммуникации, дополнительные комфортабельные маршруты для пешеходов. История зарождения и распространения торговых сооружений в

Европе, в частности пассажей, освещена зарубежными исследователями [1, 2]. Наибольшее распространение пассаж получил именно в Париже. Первый пассаж в Европе – Галерея де Буа был построен в Париже, во дворце Пале-Рояль в 1786–1788 г. [3]. Он стал образцом и прототипом ранних пассажей. В Париже это были – Пассаж Делорм, Пассаж дю Каир, Пассаж дес Панорама, Пассаж Фейдо, Пассаж Монтестье; в Лондоне – Роял Опера Аркада и Барлингтон Аркада; в Брюсселе – Пассаж де ла Моне [3]. В середине XIX в. в Париже было уже более двадцати пассажей. Орлеанская галерея, построенная в 1829 г. во дворце Пале-Рояль в Париже, стала моделью и образцом для подражания для многих пассажей Италии, Германии, Бельгии, Англии, а также России и Америки. Пассажи органично включились в структуру города, придавая ей парадность и комфорт. При этом они, как правило, отличались простотой планировочных и конструктивных решений. Светопрозрачные покрытия атриумов и пассажей – это конструктивное решение, которое определило современные тенденции общественных сооружений на последующие два столетия. Пассажи и универсальные магазины формировали свою структуру исключительно вокруг светопрозрачных открытых общественных пространств. Галерея Лафайет и универсальный магазин Ле-Бон-Марше, развиваясь во времени, включали в свою структуру соседние здания, а иногда и целые кварталы по соседству, они стали не только новыми общественными пространствами, но и новыми городскими центрами городской жизни. За короткий период времени пассажи и универсальные магазины появились практически во всех крупных городах Европы, став символом современной городской жизни, процветания и благополучия [3].

Центральный крытый рынок – важнейший объект реконструкции Парижа, его структура, конструкции и инновационное решение оказали большое влияние на архитектуру второй половины XIX в. (рис. 1). Строительство рынка началось в 1853–1857 гг. (архитекторы В. Бальтар и Ф. Каллет). Он был частью всемирно известной реконструкции Парижа под руководством префекта города Ж.Э. Османа. Важно, что он возник на территории бывшего рынка, который славился на весь Париж плохой репутацией и отсутствием цивилизованной организации розничной и оптовой торговли, но при этом занимал значительное пространство в центре города. Большой рынок состоял из двух групп павильонов, соединенных крытыми пассажами. Архитектор и академик Виктор Бальтар сначала в 1851 г. построил на этом месте рынок в виде традиционного кирпичного здания; «...это вызвало массовые протесты со стороны прогрессивной общественности, и только что вступивший в должность префект Осман приказал разрушить это

сооружение. Лишь прямое указание Наполеона III и Османа заставило академика Бальтара обратиться к железным конструкциям. Наполеон, находившийся под сильным впечатлением недавно построенного Восточного вокзала, решил, что подобное покрытие типа зонта – именно то, что требуется для задуманного крытого рынка: «Мне нужны огромные зонты и ничего более». А префект Осман грозил Бальтару: «Обязательно железо! Ничего, кроме железа!» Окончательный проект, который Бальтар разработал в условиях непрекращающегося давления на него, представлял собой нечто вроде лоскутного одеяла, сшитого из несколько видоизмененных обрывков чужих идей» [4]. Новый вариант рынка – здание, целиком выполненное из стекла и металла и новых конструкций. Наполеон III, увидев проект, был поражен: «Возможно ли, – спросил он, – чтобы один и тот же архитектор спроектировал два столь разительно отличающихся друг от друга здания?» «Архитектор тот же, но префект теперь другой», – ответил Осман» [4].

Рынок представлял собой структуру из продольных и поперечных пассажей с системой верхнего и бокового, так называемого базиликального освещения. Двускатные кровли со светопрозрачными фонарями лежали на ажурных железных фермах, которые, в свою очередь, опирались на тонкие высокие чугунные колонны по принципу, использованному А. Лабрустом в Национальной библиотеке Парижа в 1858 г. В подвале располагались складские помещения, доступ к ним осуществлялся со всех четырех сторон значительного по размерам сооружения, при этом товар, поступивший для оптовой торговли, не занимал городскую территорию, а проходы-пассажи были достаточно широкими и светлыми, с рядами симметричных отделов и магазинов под единой современной кровлей. Таким образом, город приобрел организованную и благоустроенную современную общественно-торговую территорию в историческом центре, которая существенно повысила его качество и создала дополнительное комфортное пространство для парижан.

Рынок просуществовал недолго и в результате решения о выводе розничной торговли на периферию, а в дальнейшем и за территорию города был разрушен.

Ле-Бон-Марше был построен в Париже в 1876 г. по проекту молодых специалистов Г. Эйфеля и Л.А. Буало. Это первый современный универсальный магазин в Париже (рис. 2), имеющий современную архитектуру и систему естественного освещения [4]. Инженер Г. Эйфель и архитектор Л.А. Буало разработали новейшую систему из чугунных колонн и мостов, соединяющих открытые уровни торговых пространств [5]. Главная идея структуры открытых пространств заключалась в системе атриумов, ос-



Рис. 2. Универсальный магазин Ле-Бон-Марше. Париж. Арх. Буало, инж. Г. Эйфель. Современное состояние: а – интерьер атриума; б – главный вход; с – интерьер. Фото автора

Fig. 2. Le Bon Marche Department Store. Paris. Arch. Boileau, Eng. G. Eiffel. Current state of the art: a – interior, atrium; b – main entrance; c – interior. Photo of the author

вещающих пространства всех этажей. Подобная система и соблюдение ее принципов позволяли достаточно спокойно с архитектурной точки зрения расширять Бон Марше, который поглощал все здания по соседству. Главный принцип открытых пространств – много света, отсутствие перегородок, визуальное

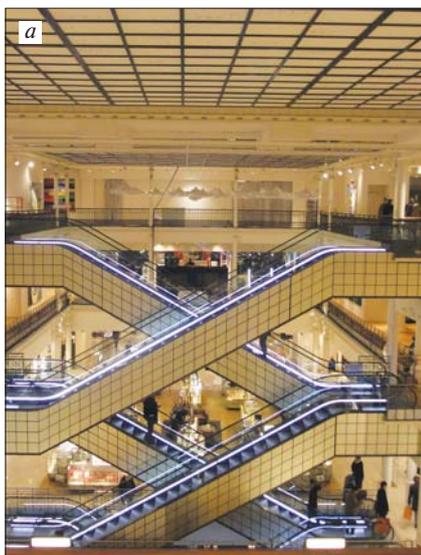


Рис. 3. Универсальный магазин Ле-Бон-Марше: а – интерьер главного атриума; б – интерьер пассажа; в – интерьер Восточной галереи. Фото автора

Fig. 3. Le Bon Marche Department Store: a – interior, main atrium; b – interior, passage; c – interior, East Gallery. Photo of the author

объединение всех торговых площадей – привлекал посетителей в храм торговли (рис. 3, 4). Посетители были готовы проводить целые дни в торговых залах. Покидая пространство городских улиц, достаточно стесненное, где снуют прохожие, едут экипажи, идут дожди, дует ветер, люди оказывались в комфорте и роскоши перед парадным блеском витрин, ярким светом в любое время суток, под сводами высоких просторных атриумов-площадей, переходящих от одного зала к другому, которые совершили революцию не только в архитектуре и инженерной и конструктивной науке, но и стали важным этапом в реконструкции, благоустройстве и реновации всего городского пространства Парижа.

Галерея Лафайет на бульваре Османа (рис. 5). Успех крупных торговых предприятий, таких как Ле-Бон-Марше и серии пассажей, подстегнули предпринимателей братьев Теофиля Бадера и Альфонса Кана, имевших небольшой магазин площадью всего 70 м², расположенный на углу улиц Лафайет и Шоссе д’Антен, финансировать новое масштабное торговое предприятие. В 1896 г. компания приобретает все здание, расположенное по адресу дом 1, ул. Лафайет, а в 1903 г. – также здания под номерами 38, 40 и 41 на бульваре Османа и здание номер 15 на ул. Шоссе д’Антен. Для реализации новых идей был приглашен архитектор Жорж Шедан. Основные работы были завершены уже к 1907 г. Однако завершал

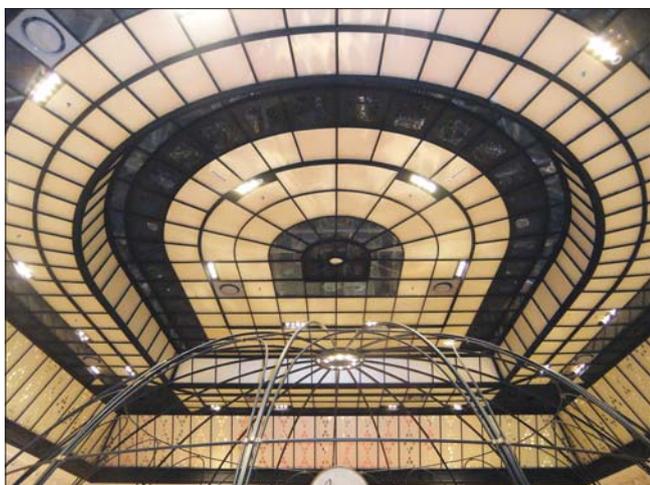


Рис. 4. Универсальный магазин Ле-Бон-Марше. Атриум-подкова. Фото автора

Fig. 4. Le Bon Marche Department Store. Atrium – horseshoe. Photo of the author



Рис. 5. Галерея Лафайет. Париж. Арх. Жорж Шедан, Фердинанд Шаню. Вид со стороны театра Гранд-Опера. Фото автора

Fig. 5. Galleries Lafayette. Paris. Architects Georges Chedanne. Ferdinand Chanut. View from the Grand Opera House. Photo of the author



Рис. 6. Галерея Лафайет: а – купол Жака Грюбера; б – главный атриум; с – главный атриум и светопрозрачный купол; д – уличный переход между корпусами галереи. Фото автора

Fig. 6. Galleries Lafayette: a – The Dome of Jacques Grüber; b – the main atrium; c – the main atrium and the translucent dome; d – the street crossing between the buildings of the gallery. Photo of the author

строительство ученик архитектора Фердинанд Шаню. В 1912 г. новый торговый храм открыл свои двери для покупателей (Культура и наследие. <https://hausmann.gallerieslafayette.com/ru/культура-и-наследие/> Дата обращения 8.01.21).

Это было экспериментальное строительство. Главный элемент здания, его композиционная и пространственная доминанта – атриум со светопрозрачным куполом Жака Грюбера (рис. 6) в неовизантийском стиле (витражи), с декором интерьера в стиле модерн. Купол опирается на железобетонную конструкцию. Десять направляющих металлических конструкций объединяются под самым куполом галереи на высоте 43 м образуя свод купола. Направляющие заполнены витражами из ярких красных, синих, желтых и зеленых стекол. Просветы заполнены легким орнаментом из голубого стекла. Тема растительного мира, типична для модерна и распространяется на всю архитектуру атриума магазина. Венчает композицию купола звезда. Стекло мастер производил на собственной фирме «Нанси» и фирме Гаувиль. Уникальность архитектуры также в системе кованых лестниц и балконов, сочетании благородства и богатства золотой отделки и системы освещения, которой занимался Ян Керсаль. Постройка пострадала в период 1939–1945 гг., но к 1970 г. были восстановлены первоначальный облик и конструкции купола, а также фасады здания под руководством архитектора Бриера. Оценив художественную ценность галереи ей в 1975 г. присвоили статус памятника архитектуры (Культура и наследие. <https://hausmann.gallerieslafayette.com/ru/культура-и-наследие/> Дата обращения 8.01.21).

Театр Гранд-Опера был изначально моделью и прототипом для торговой галереи. В атриуме Галереи Лафайет была построена парадная лестница, копирующая главную лестницу театра; торговые эта-

жи выходят к атриуму балконами и лоджиями как в зрительном зале театра – «бочке»; первый этаж – это сцена; зрители – посетители магазина, сидящие на своих креслах в ресторанах на всех уровнях магазина и наблюдающие за суетой на первом этаже. Таким образом «шопинг» становится театральным представлением, а Галерея Лафайет – это культурный и исторический шедевр мирового уровня, куда стремятся не только парижане, но и все гости столицы. Это крупнейший торговый комплекс из нескольких зданий, занимающих практически полностью три квартала, соединенных в разных уровнях эскалаторами, лифтами, галереями и переходами. Один из них даже перекинулся через улицу на высоте второго этажа. Этот мост-переход относится к современной реконструкции комплекса, как и навесной мост-консоль под историческим куполом, который поднимает посетителей под самый купол на высоту более десяти метров над уровнем пола первого этажа, минуя суету, посетителей и бутики парфюмерии, расположенные достаточно плотно на всей территории атриума. Таким образом человек оказывается над суетой под светящимся куполом, как *под куполом цирка* – это современная театрализация исторического пространства. Основное здание в семь этажей завершается эксплуатируемой кровлей – террасой Галереи Лафайет с панорамой на Оперá Гарнье и Париж Османа (рис. 7). Общая торговая площадь универмага составляет около 30 тыс. м². На территории галереи расположились бутики самых известных брендов одежды, обуви, сувениров и аксессуаров. Каждое Рождество в центре магазина ставят большую ель, в 2020 г. ее подвесили под главным куполом, что привлекло еще больше посетителей. Архитекторы всегда стремились повторить и превзойти Галерею Лафайет и другие лучшие французские образцы общественных сооружений.



Рис. 7. Галерея Лафайет. Вид с террасы на панораму Парижа и театр Гранд-Опера. Фото автора

Fig. 7. Galleries Lafayette. View from the terrace to the panorama of Paris and the Grand Opera House. Photo of the author

Благодаря быстрым темпам распространения новые общественно-торговые сооружения наряду со своими общими характеристиками приобрели значительное разнообразие вариантов архитектурно-планировочных и конструктивных решений. Монументальность форм, масштаб, ширина и высота общественных пространств, их пространственная структура и связи с городскими коммуникациями, архитектурное решение интерьеров и экстерьеров, а также их роль в структуре городских пространств улиц и площадей, бульваров и аллей – это основные позиции, по которым возможно провести сравнительный архитектурный и градостроительный анализ этих сооружений в контексте исторически сформировавшихся городских пространств [6]. Опыт Парижа, его реконструкция в середине XIX в. оказали существенное влияние на градостроительные преобразования и реконструкцию многих крупных

городов Европы [7], в том числе Москвы во второй половине XIX в. А новые общественные сооружения Парижа – это, без сомнения, образцы для подражания и копирования при создании отечественных общественно-торговых сооружений. При этом история их эволюции и развития, преобразование их в комплексы в XX в. шли параллельно, отражая исторические и экономические события и соответствуя современным тенденциям в архитектуре и сохранения архитектурного наследия.

История общественно-торговых сооружений Москвы имеет свою специфику, она связана с экономическими, политическими и социальными реформами и преобразованиями в России. До 1769 г. вся розничная торговля была на рынках, торговых площадях и в торговых рядах, которые располагались в самом центре города. Красная площадь и улицы Китай-города были главным общественным торговым пространством и историческим центром. Оптовая торговля была сосредоточена на территории Гостиного Двора (рис. 8), построенного в Китай-городе в 1595 г. И только после указа Екатерины II в 1769 г. торговцам было разрешено иметь магазины и лавки не только в торговых рядах и на рынках, а и в жилых домах на всех улицах Москвы. К 1812 г. розничная торговля распространилась по всей территории города [6].

Таким образом, в Москве только в конце XVIII в. повсеместно появились самостоятельные розничные магазины [8]. К середине XIX в. в Москве существовали следующие типы торговых сооружений: небольшие розничные магазины на первых этажах жилых домов, торговые ряды для розничной торговли и Гостиный Двор – центр оптовой торговли в Москве, занимающий целый квартал Китай-города между улицами Ильинка и Варварка [9]. На территории Го-



Рис. 8. Гостиный Двор. Москва. Вид с ул. Ильинка. Фото автора

Fig. 8. Gostiny Dvor. Moscow. View from Ilinka Street. Photo of the author

стиного Двора складировался товар, его внутренний двор был окружен по всему периметру двухэтажными корпусами единого здания, в помещениях которого располагались магазины [10]. К середине XIX в. в Москве сложилась новая структура общественно-торгового пространства. В нее вошли современные общественно-торговые сооружения: пассажи, торговые дома и универсальный магазин «Мюр и Мерилиз»; исторические торговые ряды были также заменены современными зданиями, в частности пассажирами.

Все общественно-торговые пространства вошли в структуру новых сооружений, как и в других крупных европейских городах. Московские заказчики ориентировались на Париж с его самыми красивыми пассажирами. В Москве во второй половине XIX – начале XX в. по образцу «французских моделей» было построено девять торговых пассажей: Галерея князя М.Н. Голицына, Солодовниковский пассаж, Александровский пассаж, Джамгаровский пассаж, Лубянский пассаж, Тверской пассаж, Верхние торговые ряды (рис. 9), Петровский пассаж (рис. 10), Голофтьевский пассаж. Изначально первые три пассажа должны были создать современный торговый комплекс с атриумом и системой проходов между улицами Петровка и Неглинка. Но история внесла свои коррективы. В 1908 г. на месте старого здания между Галереей князя М.Н. Голицына и Малым театром по проекту Р.И. Клейна был построен универсальный магазин «Мюр и Мерилиз» (ЦУМ) из железобетона и стекла с лифтом и атриумом. В результате этого строительства Галерея Голицына стала разрушаться, на ее месте в 1913 г. по проекту архитектора И.И. Рерберга был построен Голофтьевский пассаж, а во время Великой Отечественной войны Солодовниковский пассаж был разрушен бомбой, и вся территория отошла к комплексу ЦУМа [11]. Современный универсальный магазин «Мюр и Мерилиз», сохранившиеся пассажи встраиваются в городское пространство, придают историческому центру Москвы черты комфортного современного города.

В наши дни наблюдается тенденция развития активной коммерческой городской жизни, которая сопровождается реконструкцией и реновацией уже существующих общественно-торговых объектов и городских пространств. Исторические объекты и их структура, сохранившиеся на протяжении более ста лет, адаптированные к новым условиям в процессе ряда реконструкции, соответствуют требованиям современного города.

Заключение. Общественно-торговые сооружения в исторических центрах городов часто формируют крупные градостроительные образования и комплексы, состоящие из нескольких зданий, а иногда и целых кварталов. Они всегда развиваются и встраиваются в существующую общественную уличную си-



Рис. 9. Пассаж Верхние торговые ряды. Москва. Арх. А.Н. Померанцев. Система конструкций инж. Шухова. Фото автора
Fig. 9. Passage. The Upper Trading Rows. Moscow. Arch. A.N. Pomerantsev. The system of structures of engineer Shukhov. Photo of the author



Рис. 10. Петровский пассаж. Москва. Арх. С.М. Калугин. Интерьер. Фото автора
Fig. 10. Petrovsky Passage. Moscow. Architect S.M. Kalugin. Interior. Photo of the author

стему общественных городских пространств. Примерами таких градостроительных комплексов являются в Париже – комплексы Галереи Лафайет и Ле-Бон-Марше, объединение нескольких пассажей – Пассаж дес Панорама, Пассаж Вердо и Пассаж Жоффруа, включавшие жилье и театр, а в Москве – общественно-торговый комплекс, состоящий из Галереи Голицына, Александровского и Солодовниковского пассажей с небольшим императорским театром на втором

этаже, универсального магазина «Мюр и Мерилиз» и Малого театра, который впоследствии включил в свою структуру часть одного из пассажей. Таким образом, очевиден процесс экспансии и глобализации, укрупнения и расширения сильных предприятий, которые поглощают и включают в свой состав небольшие структуры.

Париж и Москва расширились и перестраивались на протяжении многих столетий. В XIX в. политические, экономические, социальные преобразования охватили Европу. Города требовали радикальных изменений. При этом исторические центры являлись культурной ценностью и главным ядром, формирующим специфику и особенности каждого города. Первым в радикальных преобразованиях был Париж. Он стал образцом для подражания во многих европейских городах. Москва является ярким примером следования парижским революционным преобразованиям городского пространства и строительства новейших сооружений по лучшим французским образцам. Новые общественно-торговые сооружения в Москве и Париже вошли в структуру старого города, преобразовали ее и стали важнейшей частью реконструкции. Городские пространства – улицы и площади продолжались в структуре новых зданий новыми комфортабельными общественными пространствами, которые пронизывали и соединяли главные улицы, бульвары и площади города, создавая таким образом единую коммуникационную сеть из крытых и открытых пространств. Многие из этих сооружений существовали в XX в., развиваясь в пространстве города, включая в свой состав соседние территории и здания, претерпевая реконструкции и реставрации, отвечающие нуждам времени. В XXI в. многие исторические общественно-торговые сооружения вошли в структуру центра городов Москвы и Парижа как современные комплексы, состоящие из нескольких объектов, а структура их общественных пространств не только дополняет центр города, но иногда и конкурирует с городскими пространствами, претендуя на новый уровень восприятия комфортного современного городского пространства внутри каждого комплекса. Таким образом, общественно-торговые предприятия, появившиеся в XIX – начале XX в., играют важнейшую роль в современной структуре исторического центра города.

Список литературы

1. Мейтленд Б. Пешеходные торгово-общественные пространства. М.: Стройиздат, 1989. 155 с.
2. Geist J. Arcades, the history of a building type. London, 1985. 616 p.
3. Прокофьева И.А., Хайт В.Л. Московские пассажи – вчера, сегодня, завтра. Традиции и современность // *Архитектура и строительство Москвы*. 2001. № 1. С. 18–23.
4. Гидион З. Пространство, время, архитектура. М.: Стройиздат, 1984. 455 с.
5. Baileau L.A. Les Magasins au Bon Marche. Encyclopedie d'architecture, 1880.
6. Бондаренко И.А. Красная площадь Москвы. М.: Стройиздат, 1991. 296 с.
7. Ранинский Ю.В. Историко-теоретические основы преемственности в развитии архитектурного ансамбля: Дис. ... канд. техн. наук. М., 1982.
8. Прокофьева И.А. Купеческий модерн Г.В. Барановского // *Жилищное строительство*. 2010. № 7. С. 36–39.
9. Прокофьева И.А. Ильинка // *Архитектура и строительство Москвы*. 2010. Т. 549. № 1. С. 32–50.
10. Прокофьева И.А. Гостиный двор. История и современность // *Academia. Архитектура и строительство*. 2010. № 1. С. 41–46.
11. Прокофьева И.А. Из истории градостроительства. Первые московские пассажи. // *Архитектура и строительство Москвы*. 1999. № 6. С. 44–48.

References

1. Maitland B. Peshekhodnye trgovno-obshchestvennye prostranstva [Pedestrian trade and public spaces]. Moscow: Stroyizdat, 1989. 155 p.
2. Geist J. Arcades, the history of a building type. London, 1985. 616 p.
3. Prokofieva I. A., Khayt V. L. Moscow passages-yesterday, today, tomorrow. Traditions and modernity. *Arkhitektura i stroitel'stvo Moskvy*. 2001. No. 1, pp. 18–23. (In Russian).
4. Gidion Z. Prostranstvo, vremya, arkhitektura [Space, time, architecture]. Moscow: Stroyizdat, 1984. 455 p.
5. Baileau L.A. Les Magasins au Bon Marche. Encyclopedie d'architecture, 1880.
6. Bondarenko I. A. Krasnaya ploshchad' [Red Square of Moscow]. Moscow: Stroyizdat, 1991. 296 p.
7. Raninsky Yu. V. Historical and theoretical foundations of continuity in the development of the architectural ensemble. Diss. Cand. (Engineering). Moscow, 1982. (In Russian).
8. Prokofieva I.A. The merchant modern G.V. Baranovsky. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2010. No. 7, pp. 36–39. (In Russian).
9. Prokofieva I.A. Ilyinka. *Arkhitektura i stroitel'stvo Moskvy*. 2010. Vol. 549. No. 1, pp. 32–50. (In Russian).
10. Prokofieva I.A. Seating yard. History and modernity. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2010. No. 1, pp. 41–46. (In Russian).
11. Prokofieva I.A. From the history of urban planning. The first Moscow passages. *Arkhitektura i stroitel'stvo Moskvy*. 1999. No. 6, pp. 44–48. (In Russian).

УДК 726.5

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-33-37>

Д.О. ГУЛЯН, архитектор (aluhanyan.diana@yandex.ru)

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина (350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13)

Особенности архитектуры армянских церквей Черноморского побережья России

Рассмотрены своеобразие и специфичность архитектуры армянских церквей, расположенных на Черноморском побережье Российской Федерации. Отмечена поликонфессиональность рассматриваемого региона, уважительное отношение многонационального народа, населяющего указанную территорию, к различным конфессиям. Подчеркнуто, что Армения стала первой страной, которая утвердила христианство в качестве государственной религии. Обозначена первоначальная эпоха заселения армянами Черноморского побережья в контексте историко-генетических особенностей. Особое внимание уделено выполнению церковных требований при проектировании культовых сооружений. Значительный интерес представляет архитектура существующих армянских церквей, находящихся на территории муниципальных образований городов Сочи и Анапа. Освещены традиционные черты храмового зодчества Армении. Полученные результаты исследования могут быть использованы в процессе проектирования армянских православных храмов с соблюдением традиционных церковных канонов.

Ключевые слова: история, традиция, зодчество, церковь, христианство, архитектура, градостроительство, структура, историко-генетические особенности.

Для цитирования: Гулян Д.О. Особенности архитектуры армянских церквей Черноморского побережья России // *Жилищное строительство*. 2021. № 3. С. 33–37. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-33-37>

D.O. GULYAN, architect (aluhanyan.diana@yandex.ru)

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (13, Kalinina Street, Krasnodar, 350044, Russian Federation)

Features of the Architecture of Armenian Churches Black Sea Coast of Russia

The originality and specificity of the architecture of Armenian churches located on the Black Sea coast of the Russian Federation are considered. The poly-confessional nature of the region under consideration, the respect of the multinational people inhabiting the specified territory for various confessions are noted. It was emphasized that Armenia was the first country to establish Christianity as a state religion. The initial epoch of settlement of the Black Sea coast by Armenians is indicated in the context of historical and genetic features. Particular attention is paid to the implementation of church requirements in the design of religious buildings. Of considerable interest is the architecture of existing Armenian churches located on the territory of municipalities. Sochi and Anapa. The traditional features of Armenian temple architecture are highlighted. The results of the study can be used in the process of designing Armenian Orthodox churches, in compliance with traditional church canons.

Keywords: history, tradition, architecture, church, christianity, architecture, urban planning, structure.

For citation: Gulyan D.O. Features of the architecture of Armenian churches Black Sea coast of Russia. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 3, pp. 33–37. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-33-37>

В разные исторические эпохи на Черноморском побережье России существовали доброжелательные отношения между различными религиозными конфессиями. Краснодарский край объединяет не только дружеские народы многих национальностей, но и богатую культуру и уникальное христианское наследие. Этот край – поликонфессиональный регион, оплот ценностей для каждого течения христианства. Во многом это способствует формированию социокультурного пространства, национальному и духовному возрождению, сохранению культуры южных народов.

Исследователи древнейшей истории отмечают, что еще с I в. до н. э. армянское население вместе с другими этносами населяло территорию Черноморского побережья [1]. Армяне свято и бережно сохраняют свои традиции и обычаи. Сложившийся уклад жизни оказывает непосредственное влияние на их идентичность, духовный облик и культуру. Примечательно, что одной из первоначальных в мире христианских общин является армянская церковь, при этом необходимо учесть и тот факт, что «Армении принадлежит честь быть первым царством, принявшим христианство как государственную религию [2]».

Армянское историческое наследие привнесло свои христианские культурные традиции и на Черноморское побережье.

Следует отметить, что «история православных храмов Черноморского побережья России имеет огромное значение для исследования не только в качестве самостоятельного предмета исследования, но и как неотъемлемая часть гражданской истории, объективное изучение которой немыслимо без воссоздания роли церкви в общественной жизни региона. Успешное разрешение сложных архитектурно-градостроительных проблем возведения и сохранения зданий, сооружений и комплексов православных храмов возможно лишь на основе всестороннего изучения исторических закономерностей формирования храмового зодчества [3].

Важность и актуальность данного научного исследования заключается в том, что оно направлено на познание православного зодчества посредством художественного восприятия культовых зданий, сооружений и комплексов сквозь призму существующих армянских церквей, расположенных на Черноморском побережье.

Цель исследования заключается в анализе особенностей архитектуры и градостроительства армянских церквей на Черноморском побережье России, в частности в Сочи и Анапе.

Задачи исследования:

– выявить особенности архитектуры армянских церквей, расположенных на территории Черноморского побережья России, и определить их влияние на градостроительную структуру рассматриваемых поселений;

– обобщить современные тенденции в архитектуре, а также основные принципы организации армянских церквей через конкретные объекты, расположенные в Сочи и Анапе.

Объект исследования – храмовые здания и сооружения армянского зодчества в современных условиях городских поселений Черноморского побережья России.

Предмет исследования – основные закономерности архитектурной типологии армянских церквей в исследуемых географических границах.

Методологической основой данной работы послужили:

– изучение и систематизация научных теоретических и практических материалов по теме исследования;

– комплексный типологический анализ архитектурно-градостроительных и художественно-эстетических особенностей армянских церквей в городах Сочи и Анапа;

– анализ теоретических и практических концепций в деле сохранения объектов армянского зодчества.

Рассматривая архитектуру армянских церквей, правомерно сначала раскрыть древнюю историю заселения и освоения армянами Черноморского побережья, обозначить основные церковные каноны.

В истории армянской архитектуры, как и любого православного народа, существуют свои церковные каноны, а также церковно-экономические требования. Так, например, католикосом Ованом Одзнеци в начале VIII в. был составлен армянский канонический сборник, который содержит канонические группы, переведенные с греческого [4]. Научные работы отечественных и зарубежных ученых, посвященные зодчеству Армении, помогли автору исследования систематизировать аспекты культовой архитектуры в пространстве Черноморского побережья.

Необходимо акцентировать внимание на том обстоятельстве, что Армянская апостольская церковь придерживается Александрийской богословской школы, при этом в армянских храмах относительно мало икон и отсутствует иконостас, что обусловлено сложившимися древними традициями и историческими условиями и в целом общего аскетизма убранства.

В Черноморском округе, который в 1866–1888 гг. являлся административно-территориальной единицей Российской империи, первые армяне-переселенцы появились в Сочинском отделе округа в 1882 г. [5]. В первых годах XX в. Сочи – «небольшой, но совершенно интернациональный по своему населению город. Помимо русских, число которых в самом начале XX в. составляло меньшинство населения, в Сочи и его окрестностях жили отдельными общинами [6]», в том числе и армянская диаспора. Она уже на протяжении почти полуторазекового периода бережно сохраняет свои национальные традиции, возводя православные храмы на благодатной земле Черноморского побережья. В отдельных сочинских поселениях численность армян превышает более половины всего местного населения.

В конце XX – начале XXI в. значительное развитие на Черноморском побережье России получает новая архитектура армянских культовых сооружений и комплексов, которая впитала в себя церковные традиции прошлого в прочной взаимосвязи внутренней планировочной структуры и внешней формы. В архитектурной форме армянских церквей отчетливо читается единство и лаконичность художественной идеи в формировании образа объекта. Выделяется тип крестово-купольного храма с выступающими апсидами. Применяемые зодчими новые методы художественной выразительности армянских церквей сочетаются с принципами как современной архитектуры, так и с художественно-эстетическими представлениями православных культовых сооружений и комплексов.

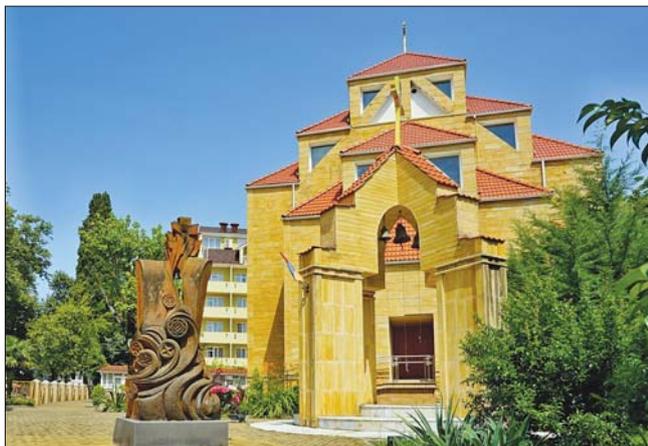


Рис. 1. Адлер. Собор Святого Саркиса. Архитектор О.М. Задикян
Fig. 1. Adler. St. Sarkis Cathedral. Architect O. M. Zadikyan

При этом в строительстве зданий церковных объектов учитывались социальные потребности и организация среды, отвечающая этим потребностям, использовались новые технические решения, прогрессивные приемы и тенденции, среди которых следует выделить инновационные технологии и материалы [7]. Ярким примером является строительство собора Сурб Саркис (Святой Саргис), расположенного в Адлере по ул. Бестужева, 22 (рис. 1). Возведение христианского храма продолжалось на протяжении пяти лет и успешно завершилось в 1998 г., тогда прошло торжественное открытие собора.

Примечательно то, что Святой Саркис – особо почитаемый национальный герой Армении и наряду с этим христианский мученик.

В своеобразном облике собора Святого Саркиса читается современная концепция интерпретации древнеармянского храмового зодчества. В оригинальности ряда композиционных плоскостей, используемых архитектором при решении фасада, одновременно отмечается целостность и единство формы, прослеживаются традиционные мотивы армянской архитектуры.

План собора с центральным, двумя боковыми и служебным (со стороны алтаря) входами выполнен в форме креста. Строгие лаконичные фасады с треугольными завершающими элементами, покрытыми черепицей, а также фактура стен из блоков с привлекательными оттенками между желтым и бежевым придают собору особый выразительный вид. Целостную композицию храмового комплекса дополняет звонница – оригинальный тип колокольни, возведенный перед главным порталом собора, а также благоустройство и малые архитектурные формы.

Одновременно следует отметить также церковь Святого Креста, или Сурб Хач, расположенную по ул. Пластунской, 142, которую по праву счита-



Рис. 2. Сочи. Церковь Святого Креста по ул. Пластунской, 142
Fig. 2. Sochi. Church of the Holy Cross on Plastunskaya Street, 142

ют духовным и культурным армянским центром в Сочи (рис. 2).

Церковь была заложена и освящена в 1992 г., а через год во дворе культового сооружения был поставлен хачкар (досл. крест-камень) – «вид армянских архитектурных памятников, представляющий собой каменную стелу с резным изображением креста. Форма такого рода памятников в виде колонн с крестами наверху отражала глубоко укоренившуюся античную традицию мемориальных сооружений [8, 9]».

Несмотря на минимализм и простое концептуальное решение фасадов, отмеченное в сокращении различных средств художественной выразительности, соотношения форм и цвета, отказ от всего лишнего с целью сосредоточения внимания на духовной составляющей, планировочное решение архитектурного объекта настроено на собственный внутренний мир, отличается религиозным богатством. При этом следует учитывать небольшие размеры земельного участка, отведенного под возведение данного культового сооружения в плотной квартальной застройке города.

Еще одним объектом армянской христианской архитектуры, выделяющимся среди других церковных сооружений своим обликом, является новая армянская церковь Святого Ованеса (Иоанна) в поселке Лоо Лазаревского района города Сочи, церемония освящения которой состоялось 06.09.2006 г. (рис. 3). Образ Святого Ованеса в Армянской церкви так же особо почитаем, как и Святой Саркис, с ним связывают надежды на светлое будущее.

В архитектурном отношении церковь Святого Ованеса (Иоанна) ориентирована на классические традиции армянского зодчества – пропорциональная гармония облика объекта, образцовые механизмы выражения архитектоники, в которых можно понять образ храмовых сооружений.

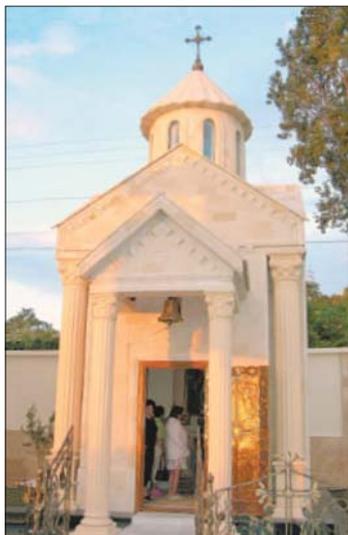


Рис. 3. Церковь Святого Ованеса (Иоанна) в поселке Лоо Лазаревского района города Сочи

Fig. 3. The Church of St. Hovhannes (St. John) in the village of Loo, Lazarevsky district of Sochi



Рис. 4. Общий вид храма Сурб Геворг в с. Гай-Кодзор

Fig. 4. General view of the Church of St. Gevorg in the village of Gai-Kodzor



Рис. 5. Фрагмент интерьера внутреннего свода храма Сурб Геворг в с. Гай-Кодзор

Fig. 5. Fragment of the interior of the inner vault of the Church of St. Gevorg in the village of Gai-Kodzor



Рис. 6. Фрагмент интерьера алтаря храма Сурб Геворг в с. Гай-Кодзор

Fig. 6. Fragment of the interior of the altar of the Church of St. Gevorg in the village of Gai-Kodzor



Рис. 7. Хачкар, символизирующий дружбу русского и армянского народов

Fig. 7. Khachkar symbolizing the friendship of the Russian and Armenian people

Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что градостроительное размещение армянских церквей осуществляется в рамках генерального плана поселения. «Одним из основополагающих условий формирования архитектурно-планировочной структуры города-курорта Сочи является грамотное размещение культовых зданий сооружений и комплексов, влияющих на пространственную композицию поселения» [10]. Поэтому при дислокации указанных объектов приходится сталкиваться с новыми пространственно-планировочными задачами.

При освещении вопросов архитектуры армянских церквей Черноморского побережья России необходи-

мо также обратить особое внимание на церковь Сурб Геворг или Святой Георгий Победоносец в селе Гай-Кодзор Анапского района, построенную из специально привезенного армянского туфа, в которой в 2016 г. епископ Мовсес Мовсесян провел торжественный молебен в честь ее открытия (рис. 4–6).

Архитектурный образ церкви Сурб Геворг решен в соответствии с древнеармянскими канонами, отличается красивым силуэтом и художественной выразительностью. Отчетливо прослеживаются компактность планировки и правильная крестообразная форма плана. Используемый для постройки розовый туф придает особую элегантность и гармоничность

храмовому комплексу, расположенному на сложном рельефе местности. Благодаря выгодному местоположению церковь Сурб Геворг выглядит наиболее масштабно, четко воспринимается с различных точек обозрения. Внутреннее пространство создано без излишней помпезности, лаконично, что свойственно армянской церкви. Интерьер храма внушает прихожанам истинное благоговение, для них предусмотрены массивные деревянные места. На территории храмового комплекса расположены хачкары; первоначально был установлен хачкар, выполненный скульптором-каменотесом С. Даниляном, на котором изображены две птицы, символизирующие дружбу русского и армянского народов (рис. 7).

В благоустройстве храмового комплекса отмечается элегантно большая площадь с аккуратно выложенной каменной плиткой. Для формирования красивого рекреационного пространства используются зеленые насаждения. Периметр участка огорожен декоративной кованой оградой с кружевными воротами.

Таким образом, в архитектуре армянских церквей Черноморского побережья России в большей степени отчетливо прослеживаются важнейшие качества национального зодчества. В ряде случаев величественные формы, например церкви Сурб Геворг в Гай-Кодзоре, и соответствующий характер их членений создают целостность зрительного восприятия. В армянских культовых сооружениях, находящихся на территории Сочи, отмечается функциональность построек (церкви Святого Креста и Святого Ованеса). В архитектуре собора Святого Саркиса характерно отражены складывающиеся во второй половине XX в. современные течения и направления в художественно-эстетическом оформлении фасадов. Инновационные функционально-планировочные и технологические решения, использованные при формировании образа храмов, приняты с учетом мотивов армянской архитектуры.

Список литературы

1. Моммзен Т. История Рима. СПб.: Лениздат, 1993. 269 с.
2. Метсгер Брюс М. Канон Нового Завета: возникновение, развитие, значение. М.: Библиейско-богословский институт святого апостола Андрея, 2008. 332 с.
3. Субботин О.С. История архитектуры православных храмов Черноморского побережья России // *Жилищное строительство*. 2013. № 10. С. 18–22.
4. Манэ-Эрна Ширинян, Гоар Мурадян. Армянские церковные каноны, переведенные с греческого. Текстологические наблюдения // *Историко-филологический журнал*. 2000. № 3. С. 213–225.
5. Основные административно-территориальные преобразования на Кубани (1793–1985 гг.) /
6. Гордон К.А. Старый Сочи конца XIX – начала XX веков: Литературно-художественное издание. Сочи: Дория, 2005. 164 с.
7. Субботин О.С. Инновационные материалы и технологии в зданиях общественного назначения Сочи // *Жилищное строительство*. 2016. № 11. С. 29–34.
8. Якобсон А.Л. Армянские хачкары. Ереван: Айастан, 1986. 128 с.
9. Токарский Н.М. Архитектура Армении IV–XVI вв. Ереван: Армгосиздат, 1961. 387 с.
10. Субботин О.С. Архитектурно-планировочное наследие Сочи // *Жилищное строительство*. 2012. № 5. С. 48–51.

References

1. Mommzen T. Istoriya Rima [History of Rome]. Saint Petersburg: Lenizdat, 1993. 269 p.
2. Metsger Bryus M. Kanon Novogo Zaveta: vzniknoveniye, razvitiye, znachenije [Canon of the New Testament: origin, development, meaning]. Moscow: Biblical and Theological Institute of St. Andrew, 2008. 332 p.
3. Subbotin O.S. History of the architecture of Orthodox churches of the Black Sea coast of Russia. *Zhilishnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2013. No. 10, pp. 18–22. (In Russian).
4. Mane-Erna Shirinyan, Goar Muradyan. Armenian church canons translated from Greek. Textological observations. *Historical and Philological Journal*. 2000. No. 3, pp. 213–225. (In Armenian).
5. Osnovnyye administrativno-territorial'nyye preobrazovaniya na Kubani (1793–1985 gg.) [The main administrative-territorial transformations in the Kuban (1793–1985)]. Compiled by A.S. Azarenkova, I.Yu. Bondar, N.S. Vertysheva. Krasnodar: Krasnodar Book Publishing House, 1986. 394 p.
6. Gordon K.A. Staryy Sochi kontsa XIX – nachala XX vekov: Literaturno-khudozhestvennoye izdaniye [Old Sochi of the late XIX – early XX centuries: Literary and artistic edition]. Sochi: Doria, 2005. 164 p. (In Russian).
7. Subbotin O.S. Innovative materials and technologies in public buildings in Sochi. *Zhilishnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 11, pp. 29–34. (In Russian).
8. Yakobson A.L. Armyanskiye khachkary [Armenian khachkars]. Yerevan: Hayastan, 1986. 128 p.
9. Tokarskiy N.M. Arkhitektura Armenii IV–XVI vv. [Architecture of Armenia IV–XVI centuries]. Yerevan: Armgosizdat, 1961. 387 p.
10. Subbotin O.S. Architectural and planning heritage of Sochi. *Zhilishnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2012. No. 5, pp. 48–51. (In Russian).

УДК 624.154

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-38-43>

Н.С. СОКОЛОВ^{1,2}, канд. техн. наук, директор (forstnpf@mail.ru, ns_sokolov@mail.ru),
С.Б. ЗИМИН², инженер

¹ ООО НПФ «ФОРСТ» (428000, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Калинина, 109 а)

² Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова (428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр., 15)

Случай из геотехнической практики усиления прислоненного склона

Геотехническое строительство является одной из наиболее важных отраслей возведения нулевых частей объектов различного назначения. Имеющийся богатый потенциал геотехнических технологий позволяет успешно выполнять задачи по строительству фундаментов зданий в любых инженерно-геологических условиях и на любой территории, включая склоны, овраги, набережные. Очень часто встречаются случаи возведения объектов на пересеченных территориях с перемежающимися структурно-неустойчивыми грунтами, к тому же дополнительно нагруженными искусственными прислоненными склонами. В геотехнической практике еще наблюдаются случаи строительства на подобных склонах без должного инженерно-технического обеспечения – без реально проведенных инженерных изысканий, а также разработанных противооползневых мероприятий. В конечном итоге в большинстве случаев пренебрежение общепринятыми нормами приводит к нежелательным последствиям, выражающимся в деформациях построенных зданий. В настоящей статье рассматривается один из таких случаев.

Ключевые слова: разрядно-импульсная геотехническая технология (технология ЭРТ), буроинъекционные сваи ЭРТ, грунтовые анкера ЭРТ, электроразрядная технология, инженерно-геологические элементы, монолитный обвязочный железобетонный пояс.

Для цитирования: Соколов Н.С., Зимин С.Б. Случай из геотехнической практики усиления прислоненного склона // *Жилищное строительство*. 2021. № 3. С. 38–43. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-38-43>

N.S. SOKOLOV^{1,2}, Candidate of Sciences (Engineering), Director (forstnpf@mail.ru, ns_sokolov@mail.ru), S.B. ZIMIN², Engineer

¹ I.N. Ulianov Chuvash State University (15, Moskovsky Prospect, Cheboksary, Chuvash Republic, 428015, Russian Federation)

² ООО НПФ «FORST» (109a, Kalinina Street, Cheboksary, Chuvash Republic, 428000, Russian Federation)

An Experience from the Geotechnical Practice of Reinforcing a Leaned Slope

Geotechnical construction is one of the most important branches of zero-point parts construction of objects for various purposes. The existing rich potential of geotechnical technologies makes it possible to successfully complete the tasks of arranging foundations of buildings in any engineering and geological conditions and in any territory, including slopes, ravines, embankments. Very often there are cases of construction of objects in dissected areas with alternating structurally unstable soils, moreover, additionally loaded with artificial leaned slopes. In geotechnical practice, there are still cases of construction on such slopes without proper engineering and technical support, i.e. without the presence of actually carried out engineering surveys, as well as developed anti-landslide measures. As a result, in most cases, disregard for generally accepted norms leads to undesirable consequences, expressed in deformations of the constructed buildings. This article examines one such case.

Keywords: bored electric discharge (ERT) piles, electric discharge (ERT) anchors, electric discharge technology, engineering-geologic element, strapping monolithic reinforced concrete girth.

For citation: Sokolov N.S., Zimin S.B. An experience from the geotechnical practice of reinforcing a leaned slope. *Zhiliyshchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 3, pp. 38–43. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-38-43>

Строительство объектов на территориях, не приспособленных для возведения объектов без предварительной подготовки, приобретает в последнее время немаловажное значение [1–3]. Часто строители пренебрегают понятиями устойчивости, надежности инженерно-геологических условий. Планируя строительство на неустойчивых основаниях, особенно на прислоненных склонах, они допускают больше всего ошибок, которые в конечном итоге приводят к существенному удорожанию объекта. Так, например, при

возведении объектов на таких строительных площадках необходимо учитывать как надежность склона, так и надежность самой насыпи, на которой будет размещен объект [4–9].

В процессе строительства удерживающей подпорной стенки и возведения песчаной полунасыпи с размещением на ней здания операторной и инженерной инфраструктуры автозаправочной станции (АЗС) в Чебоксарах возникли деформации и осадки основания фундаментов зданий операторской и на-

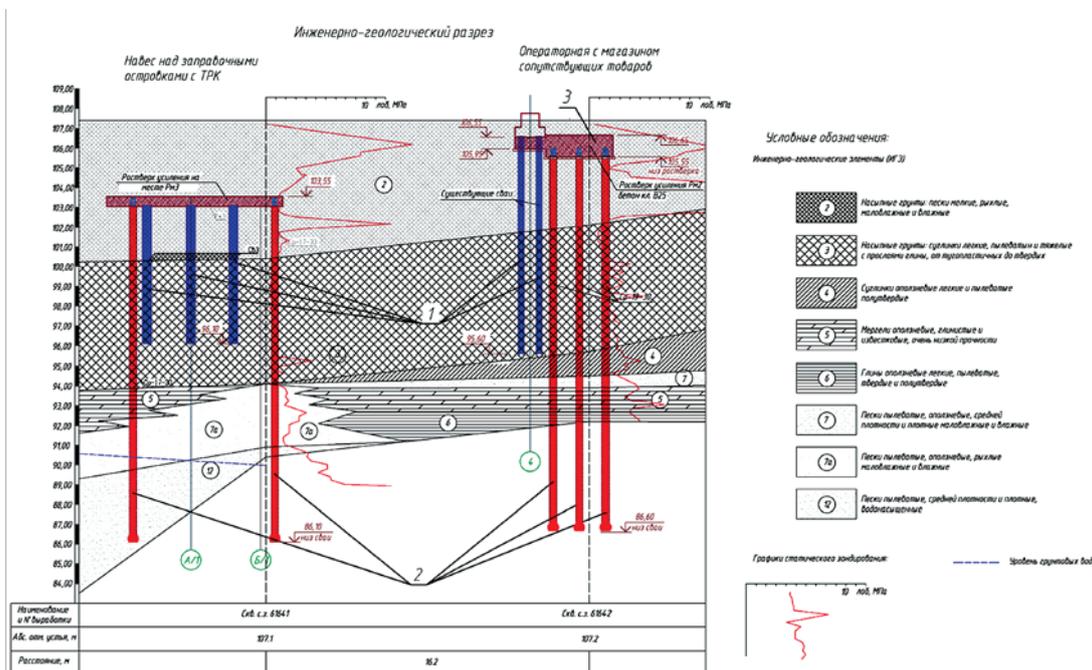


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез: 1 – существующие забивные сваи; 2 – буруинъекционные сваи ЭРТ; 3 – подводимая монолитная железобетонная консольная балка под существующие железобетонные ростверки
Fig. 1. Engineering-geological section: 1 – existing driven piles; 2 – ERT bored-injected piles; 3 – monolithic reinforced concrete cantilever beam supplied under the existing reinforced concrete grillages

веса. Для выявления причин деформаций на площадке реконструируемой АЗС № 119 ООО «ГИИЗ» были выполнены работы: «Контрольные бурения для реконструкции АЗС № 119, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Шевченко, д. 8а». Целью изысканий явилось получение инженерно-геологических данных для определения причин деформации полунасыпи с площадкой реконструируемой АЗС, расположенной на оползневом склоне, и разработки рекомендаций по их предупреждению (табл. 1).

Необходимо отметить, что в качестве усиления оснований фундаментов зданий операторской и навеса использованы призматические забивные сваи (рис. 1–5). Причем сваи находятся в недоуплотненных

**Таблица 1
Table 1**

**Инженерно-геологические данные
Engineering-geological data**

№ п/п	Задачи инженерно-геологических изысканий
1	Сбор и анализ материалов ранее выполненных инженерных изысканий
2	Выявление и картирование местоположения участков распространения опасных инженерно-геологических процессов на территории изысканий
3	Изучение геолого-литологического строения территории изысканий
4	Изучение гидрогеологических условий территории изысканий
5	Изучение физико-механических свойств грунтов лабораторными и полевыми методами
6	Определение наличия специфических грунтов и их характеристик
7	Оценка устойчивости склона для обоснования проектных решений по инженерной защите территории
8	Расчет проектных оползневых давлений для проектирования проекта оползневых мероприятий (ПОМ)

**Таблица 2
Table 2**

**Описание инженерно-геологических элементов
Description of engineering-geological elements**

Инженерно-геологические элементы (ИГЭ)	Наименование инженерно-геологического элемента	Стратиграфические индексы
ИГЭ № 1	Насыпные грунты: пески мелкие, плотные, средней плотности и рыхлые, маловлажные и влажные	(tQh)
ИГЭ № 2	Насыпные грунты: суглинки легкие, пылеватые и тяжелые с прослоями глины, от тугопластичных до твердых	tQh
ИГЭ № 3	Суглинки легкие и пылеватые мягкопластичные	aQh-p
ИГЭ № 4	Пески мелкие, средней плотности и плотные, водонасыщенные	aQh-p
ИГЭ № 5	Гравийно-галечниковые грунты	aQh-p
ИГЭ № 6	Суглинки оползневые, легкие и пылеватые, от мягкопластичных до полутвердых	aQh-p
ИГЭ № 7	Мергели оползневые, глинистые и известковые, очень низкой прочности	dpQ(P ₃ S+v)
ИГЭ № 8	Глины оползневые, легкие и пылеватые, твердые и полутвердые	dpQ(P ₃ S+v)
ИГЭ № 9	Пески пылеватые, оползневые, рыхлые, средней плотности и плотные, маловлажные и влажные	dpQ(P ₃ S+v)
ИГЭ № 10	Пески пылеватые, оползневые, рыхлые, средней плотности и плотные, водонасыщенные	dpQ(P ₃ S+v)
ИГЭ № 11	Мергели глинистые и известковые, очень низкой прочности	P ₃ S+v
ИГЭ № 12	Глины легкие и пылеватые, твердые и полутвердые	P ₃ S+v
ИГЭ № 13	Пески пылеватые, средней плотности и плотные, маловлажные и влажные	P ₃ S+v
ИГЭ № 14	Пески пылеватые, средней плотности и плотные, водонасыщенные	P ₃ S+v
ИГЭ № 15	Алевриты (суглинки) легкие и пылеватые, твердые	P ₃ S+v

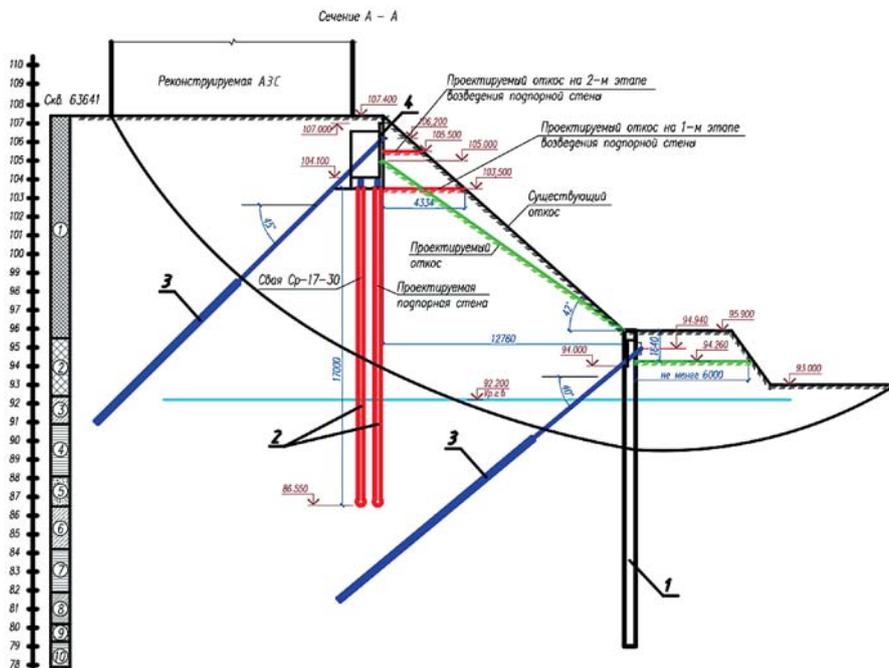


Рис. 2. Поперечное сечение прислоненного откоса с противооползевыми заглубленными железобетонными конструкциями: 1 – существующая подпорная стена из буронабивных свай диаметром 500 мм; 2 – буронабъекционные сваи ЭРТ усиления основания в два ряда; 3 – грунтовые анкера ЭРТ усиления склона; 4 – монолитная угловая железобетонная подпорная стена

Fig. 2. Cross-section of the leaning slope with anti-landslide buried reinforced concrete structures: 1 – existing retaining wall made of bored piles with a diameter of 500 mm; 2 – ERT bored-injected piles in two rows for strengthening the base; 3 – ground anchors ERT for slope reinforcement; 4 – monolithic angular reinforced concrete retaining wall

насыпных грунтах. Эти сваи вообще не участвуют в усилении основания. Проектировщики допустили грубую ошибку, не заделывая нижние концы свай в надежный инженерно-геологический элемент. Продолжающийся процесс деформаций объектов говорит об этом.

На основании проведенных изысканий инженерно-геологическое строение участка доисследованных бурением новых и архивных скважин (глубина 40 м) представлено коренными породами северодвинского и вятского ярусов верхнепермского отдела (P_3s+v), в пределах плато перекрытых с поверхности насыпными грунтами (tQh); на участке оползневого склона – четвертичными оползевыми отложениями $dpQ(pgQp)$; $dpQ(P_3s+v)$ и фрагментами насыпи (tQh), а в пойме – аллювиальными отложениями р. Трусиха ($aQh-p$) – на месте старого русла спланированных техногенной насыпью (tQh).

По данным лабораторных испытаний с учетом геологического строения и литологических особенностей грунтов и в соответствии с ГОСТ 25100–2016 «Грунты. Классификация» и 20522–2012 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний» на исследованных площадках выделены 15 инженерно-геологических элементов (ИГЭ). В табл. 2 приведены описания инженерно-геологических элементов. ИГЭ № 1 и ИГЭ № 2 – насыпные грунты. Это неслажавшиеся слои – неуплотненные, представленные мелкими песками от рыхлого сложения до средней плотности, также суглинками с прослоями глины.

По заявке заказчика специалисты ООО НПФ «ФОРСТ» разработали проект противооползневых мероприятий с использованием буронабъекционных свай и грунтовых анкеров, изготавливаемых

по электроразрядной технологии – ЭРТ [8–15]. Грунтовые анкера ЭРТ длиной 20 м под углом 40° на абсолютной отметке 94.6 разработаны для обеспечения устойчивости существующей подпорной стены, устроенной из буронабивных свай усиления склона. Вследствие отсутствия у этой стены распорных заглубленных конструкций она получила горизонтальные деформации до 20 см. Устройство анкеров ЭРТ через монолитный железобетонный обвязочный пояс на этой отметке позволило стабилизировать горизонтальные деформации (рис. 2, 3). Результаты геодезических наблюдений об этом свидетельствуют.

Дополнительно разработана на абсолютной отметке 103.5 ограждающая противооползневая раскрепленная подпорная стена из двух рядов буронабъекционных свай ЭРТ с отметкой нижних концов 86.55 и грунтовых анкеров ЭРТ длиной 20 м под углом 40° (рис. 2). Сваи ЭРТ по их верхам объединены уголко-



Рис. 3. Анкерное крепление деформированного откоса на оползневом склоне на абсолютной отм. 94.6: 1 – грунтовый анкер; 2 – анкерный обвязочный пояс; 3 – уголково-монолитные железобетонные подпорные стены

Fig. 3. Anchorage of a deformed slope on a landslide slope at absolute height 94.6: 1 – ground anchor; 2 – anchor girth; 3 – angular monolithic reinforced concrete retaining walls

вой монолитной железобетонной подпорной с контрфорсами стеной, через которую пропущены грунтовыми анкера ЭРТ [16–24]. Эти противооползневые железобетонные конструкции служат для обеспечения геометрии прислоненного откоса. Выполнение противоаварийных мероприятий позволило стабилизировать деформации прислоненного склона, доведя их до нормативного состояния [25–26].

В то же время объекты, построенные на поверхности откоса, вследствие недостаточно закрепленного основания (забивные сваи не заделаны нижними концами в надежный слой) продолжают деформироваться, причем в сторону откоса. Анализируя схемы, приведенные на рис. 1, 4, 5, можно увидеть, что существующие сваи находятся в пределах толщи насыпных грунтов в недоуплотненном состоянии, т. е. несущая способность по грунту этих свай оказалась нулевой. Таким образом, существующие сваи с негативным трением дополнительно нагружают рассматриваемые объекты.

С целью стабилизации деформации вышеназванных объектов использованы буроинъекционные сваи ЭРТ с заделкой нижних концов в несжимаемое надежное основание (поз. 2 на рис. 1, 4, 5). Сваи ЭРТ для объекта навеса устроены через ростверк между существующими сваями. В связи с особой стесненностью выполнения работ по усилению основания фундаментов операторской было принято решение устройства консольной монолитной железобетонной балки, подводимой под подошву существующего ростверка (рис. 1, 4). При этом балки одновременно являлись ростверками над буроинъекционными сваями ЭРТ. Под все существующие ростверки были подведены эти конструкции, благодаря чему осадки существующих фундаментов здания операторской стабилизировались.

Список литературы / References

- Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 2012. № 2. С. 17–20.
- Ilichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Experience of development of russian megacities underground space. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov*. 2012. No. 2, pp. 17–20. (In Russian).
- Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
- Ulickij V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiya gorodov [Geotechnical Support of Urban Development]. Saint Petersburg: Georeconstruction. 2010. 551 p.
- Ilichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. *Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering*, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
- Ilichev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation trenches. *Proc. of the XVth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering*. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geotechnical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.
- Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. *The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground»*, 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, No. 157NIK.
- Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. *Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan*. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.
- Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. *Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. Prague, 2003.
- Triantafyllidis Th., Schafer R. Impact of diaphragm wall construction on the stress state in soft ground and serviceability of adjacent foundations. *Proceedings of the 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. Madrid, Spain, 22–27 September 2007, pp. 683–688.
- Sokolov N.S. Ground Ancher Produced by Electric Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure. *Key Enginiring Materials*. 2018, pp. 76–81.
- Sokolov N.S. Use of the piles of effective type in geotechnical construction. *Key Enginiring Materials*. 2018, pp. 70–74. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.771.70
- Sokolov N.S. One of geotechnological technologies for ensuring the stability of the boiler of the pit. *Key Enginiring Materials*. 2018, pp. 56–69. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.771.56>
- Sokolov N.S. Regulated injection pile-electric discharge technology with multiple pile enlargements posed as an underground reinforced concrete structure with a controlled load capacity. *18 international multidisciplinary scientific GeoConference SGEM 2018 Albena Resort SPA Bulgaria*. 2018, pp. 601–608.
- Sokolov N.S. One of the geotechnical technologies to strengthen the foundation base in constraint environment in the addition of 4 floors. *18 international multidisciplinary scientific GeoConference SGEM 2018 Albena Resort SPA Bulgaria*. 2018, pp. 513–522.
- Sokolov N.S., Viktorova S.S. Method of aligning the turches of objects targe-sized foundations and in-

- creased loads on them. *Key Enginiring Materials*. 2018, pp. 1–11.
15. Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.Е. Расчет буринъекционных свай повышенной несущей способности // *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 20–26.
 15. Sokolov N.S., Sokolov A.N., Sokolov S.N., Glushkov V.E., Glushkov A.E. Calculation of Increased Bearing Capacity Bored Piles. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 20–26. (In Russian).
 16. Соколов Н.С. Фундамент повышенной несущей способности с использованием буринъекционных свай ЭРТ с многоместными уширениями // *Жилищное строительство*. 2017. № 9. С. 25–29.
 16. Sokolov N.S. The foundation of increased bearing capacity employing bored electric discharge (ЭРТ) piles with multi-seat broadening. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 9, pp. 25–29. (In Russian).
 17. Соколов Н.С., Викторова С.С. Исследование и разработка разрядного устройства для изготовления буровой набивной сваи // *Строительство: Новые технологии – новое оборудование*. 2017. № 12. С. 38–43.
 17. Sokolov N.S., Viktorova S.S. Research and Development of a Discharge Device for Manufacturing a Bored Pile. *Stroitel'stvo: novye tekhnologii – novoye oborudovaniye*. 2017. No. 12, pp. 38–43. (In Russian).
 18. Nikolay Sokolov, Sergey Ezhov, Svetlana Ezhova. Preserving the natural landscape on the construction site for sustainable ecosystem. *Journal of applied engineering science*. Vol. 15. article 482, pp. 518–523. DOI: 10.5937/jaes15-14719.
 19. Соколов Н.С. Электроимпульсная установка для изготовления буринъекционных свай // *Жилищное строительство*. 2018. № 1–2. С. 62–66.
 19. Sokolov N.S. Electric pulse installation for the manufacture of bored ppiles. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 1–2, pp. 62–66. (In Russian).
 20. Соколов Н.С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай // *Строительные материалы*. 2018. № 5. С. 44–47. <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-759-5-44-47>
 20. Sokolov N.S. One Approach to solve the Issue of Increasing the Bearing Capacity of Boring Piles. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2018. No. 5, pp. 44–47. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-759-5-44-47>
 21. Соколов Н.С., Соколов А.Н., Соколов С.Н., Глушков В.Е., Глушков А.Е. Расчет буринъекционных свай повышенной несущей способности // *Жилищное строительство*. 2017. № 11. С. 20–26.
 21. Sokolov N.S., Sokolov A.N., Sokolov S.N., Glushkov V.E., Glushkov A.E. Calculation of increased bearing capacity bored piles. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 11, pp. 20–26. (In Russian).
 22. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н., Федоров П.Ю. Использование буринъекционных свай ЭРТ в качестве оснований фундаментов повышенной несущей способности // *Промышленное и гражданское строительство*. 2017. № 9. С. 66–70.
 22. Sokolov N.S., Sokolov S.N., Sokolov A.N., Fedorov P.Yu. The Use of Electric Discharge Technology Bored Piles as increased bearing capacity foundations base. *Promyshlennoe i Grazhdanskoe Stroitel'stvo*. 2017. No. 9, pp. 66–70. (In Russian).
 23. Соколов Н.С. Технология увеличения несущей способности основания // *Строительные материалы*. 2019. № 6. С. 67–72. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-771-6-67-71>
 23. Sokolov N.S. Technology of increasing a base bearing capacity. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2019. No. 6, pp. 67–72. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-771-6-67-71>
 24. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н., Федоров П.Ю. Буринъекционные сваи ЭРТ как основания фундаментов повышенной несущей способности // *Труды Национально-технической конференции с иностранным участием «Нелинейная механика грунтов и численные методы расчетов в геотехнике и фундаментостроении»*. Воронежский государственный технический университет. Воронеж, 2019. С. 195–201.
 24. Sokolov N.S., Sokolov S.N., Sokolov A.N., Fedorov P.Yu. Bored Piles by Electric Discharge Technology (ЭРТ) as a base of increased bearing capacity foundations. *Works of the National Technical Conference with foreign participation «Nonlinear soil mechanics and numerical methods of calculation in geotechnics and foundation engineering»*. Voronezh State Technical University. Voronezh. 2019, pp. 195–201.
 25. Соколов Н.С. Разрядно-импульсная геотехническая электроразрядная технология усиления оснований // *Строительные материалы*. 2020. № 12. С. 63–65. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-787-12-63-65>
 25. Sokolov N.S. Discharge-pulse geotechnical electro discharge technology of bases strengthening. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2020. No. 12, pp. 63–65. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-787-12-63-65>
 26. Соколов Н.С. Алгоритм понижения полов подвала с использованием свай ЭРТ и грунтовых анкеров ЭРТ // *Бетон и железобетон*. 2020. № 2 (602). С. 39–47.
 26. Sokolov N.S. The algorithm of lowering floors of the basement with the use of piles ERT and ground anchors ERT. *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2020. No. 2 (602), pp. 39–47.

УДК 699.86:697.1

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-44-47>

О.Д. САМАРИН, канд. техн. наук (samarin-oleg@mail.ru)

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

Аналитический расчет энтальпии наружного воздуха в теплый период года с использованием данных СП 131.13330.2018

Актуальность исследования связана с необходимостью иметь сведения о расчетных параметрах наружного климата при проектировании систем обеспечения микроклимата гражданских зданий и с неполнотой таких данных в основном нормативном документе РФ в данной области – СП 131.13330.2018 «Строительная климатология». Предметом исследования являются принципы выбора энтальпии наружного воздуха в теплый период года для расчета систем кондиционирования воздуха. Цель исследования состоит в получении методики вычисления расчетной энтальпии наружного воздуха в теплый период года с учетом только данных таблицы 4.1 СП 131 без использования графической интерполяции по карте в Приложении к СП 131. Задача исследования – выявление корреляционных зависимостей для климатических параметров, существенных для рассматриваемого метода, и построение расчетной формулы для энтальпии наружного воздуха по параметрам «Б». Использовано сочетание вероятностно-статистического подхода с базовыми соотношениями термодинамики влажного воздуха, позволяющее получить аналитическое выражение для энтальпии наружного воздуха, справедливое в пределах основной части территории РФ. Приведены корреляционные соотношения между относительной влажностью наружного воздуха и температурой по параметрам «Б», а также для поправочного коэффициента к расчетной формуле, получаемого сопоставлением ее результатов с данными карты в Приложении к СП 131, и дана оценка точности этого коэффициента.

Ключевые слова: наружный климат, теплый период, энтальпия, температура, относительная влажность, корреляция.

Для цитирования: Самарин О.Д. Аналитический расчет энтальпии наружного воздуха в теплый период года с использованием данных СП 131.13330.2018 // *Жилищное строительство*. 2021. № 3. С. 44–47.

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-44-47>

O.D. SAMARIN, Candidate of Sciences (Engineering) (samarin-oleg@mail.ru)

National Research Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

Analytical Calculation of the Outdoor Air Enthalpy in the Warm Period of the Year Using Data SP 131.13330.2018

The relevance of the research is related to the need to have information about the calculated parameters of the outdoor climate in the design of systems for providing microclimate of civil buildings and the lack of such data in the main regulatory document of the Russian Federation in this area – SP 131.13330.2018. The research is based on the principles of choosing the enthalpy of outdoor air in the warm season for the calculation of air conditioning systems. The purpose of the study is to obtain a method for calculating the uniform enthalpy of outdoor air in the warm period of the year, taking into account only the data in table 4.1 of SP 131 without using graphical interpolation on the map in The Appendix to the SP 131. The task of the study is to identify correlations for climate parameters that are essential for the method under consideration, and to construct a calculation formula for the outdoor air enthalpy according to parameters «B». A combination of probabilistic and statistical approach with basic relations of thermodynamics of humid air is used, which allows us to obtain an analytical expression for the enthalpy of outdoor air, which is valid within the main part of the territory of the Russian Federation. Correlations between the relative humidity of outdoor air and temperature for parameters «B» are given, as well as for the correction coefficient to the calculation formula obtained by comparing its results with the map data in The Appendix to the SP 131, and the accuracy of this coefficient is estimated.

Keywords: outdoor climate, warm period, enthalpy, temperature, relative humidity, correlation.

For citation: Samarina O.D. Analytical calculation of the outdoor air enthalpy in the warm period of the year using data SP 131.13330.2018. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2021. No. 3, pp. 44–47. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-3-44-47>

Вопрос правильного определения параметров состояния наружного воздуха в районе строительства имеет первостепенное значение для проектирования систем обеспечения внутреннего микроклима-

та зданий, так как от этого зависит установленная мощность оборудования этих систем и их годовое потребление энергии, а для систем вентиляции и кондиционирования воздуха – как правило, также и

сама возможность применения тех или иных элементов установок в соответствии с требуемыми процессами обработки притока. В Российской Федерации основным действующим на сегодняшний момент нормативным документом, содержащим сведения о параметрах наружного климата для различных населенных пунктов, является СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» (далее – СП 131). В нем приводится достаточно многообразная информация, как правило, позволяющая эффективно осуществлять процесс проектирования. Вместе с тем в некоторых случаях она может оказаться неполной, в основном когда речь идет о потребности в значениях климатических параметров с обеспеченностью, отличающейся от принятой в данном документе, либо при рассмотрении режимов работы климатических систем в течение года.

Для этой цели используются различные способы моделирования наружного климата и представления получаемых данных. Большинство существующих в настоящее время подходов в этой области основаны на понятии так называемого типового, или представительного года [1–5] либо на статистических и вероятностно-статистических моделях, сущность которых заключается в установлении зависимостей между климатическими параметрами с помощью анализа действительных климатических данных [6–8], а также методов теории вероятности и математической статистики [9–10].

Рассмотрим применение вероятностно-статистического метода в сочетании с базовыми теоретическими соотношениями термодинамики влажного воздуха для решения вопроса об определении расчетных климатических параметров в теплый период года. Для проектирования систем кондиционирования воздуха в этом режиме необходимо знание следующих основных климатических характеристик: температуры наружного воздуха по параметрам «Б» $t_{нБ}$, °С, и его энтальпии $I_{нБ}$, кДж/кг. Соответствующие значения приводятся в СП 131, однако определенное неудобство связано с тем обстоятельством, что температуры $t_{нБ}$ содержатся в табл. 4.1 СП 131 в виде конкретных числовых величин, а для определения $I_{нБ}$ требуется карта в Приложении (рис. А.5), на которую нанесены изолинии энтальпии. Это вызывает необходимость прибегать к графической интерполяции, которая в любом случае дает значительную погрешность, как из-за малого масштаба карты и ограниченного числа непосредственно нанесенных на нее населенных пунктов, из-за чего расположение многих городов нужно отыскивать по их географическим координатам, так и вследствие криволинейности изолиний.

Разумеется, наилучшим выходом из такого положения представляется перенесение данных по $I_{нБ}$ в табл. 4.1 в числовом формате. Однако можно попытаться воспользоваться уже имеющимися там сведениями, чтобы получить величину $I_{нБ}$ расчетным путем. Это, конечно, касается и параметров «А», требуемых для проектирования систем вентиляции. Как известно, основная формула для вычисления энтальпии влажного воздуха I , кДж/кг, может быть записана следующим образом [11]:

$$I = 1,005t + 2,49d, \quad (1)$$

где d – влагосодержание воздуха, г/кг, а числовые коэффициенты представляют собой соответственно удельную теплоемкость сухого воздуха, кДж/(кг·К), и удельную теплоту парообразования воды, кДж/г. Здесь в первом приближении пренебрегаем их зависимостью от температуры воздуха t , °С. Поскольку величина $t_{нБ}$ уже имеется в табл. 4.1 СП 131, необходимо определить значение d . Это можно сделать, очевидно, через относительную влажность наружного воздуха φ_H , %, и давление насыщенного пара $P_{нас} = f(t)$, Па, откуда получаем парциальное давление водяного пара во влажном воздухе $P_{вп} = P_{нас} \varphi_H / 100$, и окончательно имеем:

$$d = 6,3 \frac{P_{вп}}{B} = 0,063 \frac{P_{нас} \varphi_H}{B}, \quad (2)$$

где B – барометрическое давление, гПа, в районе строительства, которое также приводится в табл. 4.1 СП 131, а для $P_{нас}$ можно привести, например, такое выражение:

$$P_{нас} = 1,8424 \cdot 10^{11} \exp\left(\frac{-5331}{t+273,15}\right). \quad (3)$$

Таким образом, остается решить вопрос с величиной φ_H . В табл. 4.1 СП 131 для нее приводятся два варианта, каждый из которых по физическому смыслу не вполне соответствует условиям, для которых определяются параметры «Б», но все же представляется, что наиболее близкой к ним является средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее теплого месяца (колонка 9). Поскольку температура $t_{нБ}$ выше среднемесячной, а между значениями t_H и φ_H в теплый период года существует достаточно четкая отрицательная корреляция (рис. 1), можно предположить, что соответствующая величина φ_H будет несколько завышенной и в рассчитанную по формулам (1)–(3) энтальпию $I_{нБ}$ необходимо будет вводить некоторый понижающий коэффициент. Соответствующее поле корреляции t_H и φ_H по данным табл. 4.1 СП 131 для 28 городов РФ, расположенных в равнинной местности, для исклю-

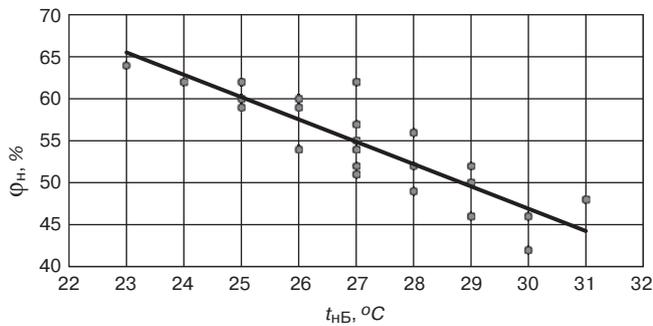


Рис. 1. Корреляционная зависимость между значениями $t_{нБ}$ и φ_n по данным СП 131

Fig. 1. Correlation between the values of $t_{нБ}$ and φ_n according to SP 131

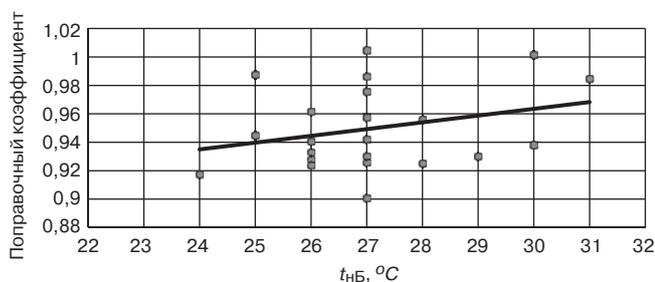


Рис. 2. Корреляционная зависимость между $t_{нБ}$ и поправочным коэффициентом в формуле (5) для расчета величины $I_{нБ}$

Fig. 2. Correlation between the $t_{нБ}$ and the correction factor in the formula (5) for calculating the value of $I_{нБ}$

чения высотных эффектов показано на рис. 1. Тогда корреляционную зависимость можно записать в следующем виде:

$$\varphi_n = 126,7 - 2,66t_n. \quad (4)$$

Здесь коэффициент корреляции $r = 0,87$, что позволяет считать такую зависимость статистически значимой и практически достоверной.

Сопоставление результатов вычислений по выражениям (1)–(3) со значениями $I_{нБ}$, определяемыми непосредственно по карте (рис. А.5 СП 131), дает

Список литературы

1. Умнякова Н.П. Климатические параметры типового года для теплотехнических инженерных расчетов // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2016. № 8 (984). С. 48–51.
2. Кобышева Н.В., Ключева М.В., Кулагин Д.А. Климатические риски теплоснабжения городов // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2015. № 578. С. 75–85.
3. Naji S., Alengaram U.J., Jumaat M.Z., Shamshirband S., Basser H., Keivani A., Petković D. Application of adaptive neuro-fuzzy methodology for estimating building energy consumption // *Renewable*

среднее значение поправочного коэффициента к (1), равное $0,95 \pm 0,03$. Таким образом, предположение о некотором превосходстве величины φ_n , отнесенной к 15 часам наиболее теплого месяца, над реально наблюдаемой в условиях параметров «Б» подтверждается, о чем свидетельствует также рис. 1 и соотношение (4). Точность полученного результата заведомо находится в пределах погрешности инженерных расчетов и особенно погрешности графического определения $I_{нБ}$ по карте, поэтому может быть признана вполне удовлетворительной. На рис. 2 изображено поле корреляции поправочного коэффициента и величины $t_{нБ}$ для тех же населенных пунктов.

Нетрудно заметить, что коэффициент корреляции в данном случае составляет всего $r = 0,28$, поэтому никакой статистически значимой взаимосвязи в данном случае не наблюдается. Можно убедиться, что аналогичный результат будет получен, если будем искать зависимость поправочного коэффициента и от любых других параметров, приведенных в табл. 4.1 СП 131, например от V или φ_n . Следовательно, поправочный коэффициент необходимо принимать постоянным и равным 0,95. Более того, в силу наличия корреляции между $t_{нБ}$ и φ_n с некоторой потерей точности можно ограничиться даже одним значением $t_{нБ}$, вычисляя каждый раз φ_n по формуле (4). В этом случае погрешность увеличивается только до 4%. Это также лежит в пределах обычной точности инженерных расчетов.

Таким образом, получена методика вычисления расчетной энтальпии наружного воздуха в теплый период года с учетом только данных табл. 4.1 СП 131 без использования графической интерполяции по рис. А.5. Методика имеет простой инженерный вид и обеспечивает точность, достаточную для большинства приложений, с одновременным удобством пользования, особенно в условиях применения электронных таблиц Excel.

References

1. Umnyakova N.P. Climatic parameters of typical year for thermal engineering calculations. *BST: Byulleten' stroitel'noy tekhniki*. 2016. No. 8 (984), pp. 48–51. (In Russian).
2. Kobysheva N.V., Klyuyeva M.V., Kulagin D.A. Climatic risks of city heat supply. *Trudy Glavnoy geofizicheskoy observatorii im. A.I. Voeykova*. 2015. No. 578, pp. 75–85. (In Russian).
3. Naji S., Alengaram U.J., Jumaat M.Z., Shamshirband S., Basser H., Keivani A., Petković D. Application of adaptive neuro-fuzzy methodology for estimating building energy consumption. *Renewable*

- and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 53, pp. 1520–1528.
4. Wang X., Mei Y., Li W., Kong Y., Cong X. Influence of sub-daily variation on multi-fractal detrended analysis of wind speed time series // *PLoS ONE*. 2016. Vol. 11. No. 1, pp. 6014–6284.
 5. De Larminat P. Earth climate identification vs. anthropic global warming attribution // *Annual Reviews in Control*. 2016. Vol. 42, pp. 114–125.
 6. Малявина Е.Г., Маликова О.Ю., Фам В.Л. Метод выбора расчетных температуры и энтальпии наружного воздуха в теплый период года // *АВОК*. 2018. № 3. С. 60–69.
 7. Малявина Е.Г., Лыонг Ф.В. Выбор расчетных температуры и энтальпии наружного воздуха по заданной обеспеченности // *СОК*. 2017. № 12 (192). С. 74–76.
 8. Малявина Е.Г., Крючкова О.Ю. Оценка энергопотребления различными центральными системами кондиционирования воздуха // *Научно-технический вестник Поволжья*. 2014. № 4. С. 149–152.
 9. Самарин О.Д. Вероятностно-статистическое моделирование годового хода температуры наружного воздуха и ее значений в теплый период // *Вестник МГСУ*. 2018. Т. 13. Вып. 3 (114). С. 378–384.
 10. Самарин О.Д., Кирушок Д.А. Оценка параметров наружного климата для обработки воздуха с косвенным испарительным охлаждением в пластинчатых рекуператорах // *Жилищное строительство*. 2018. № 4. С. 41–43.
 11. Малявина Е.Г., Самарин О.Д. Строительная теплофизика и микроклимат зданий. М.: МИСИ-МГСУ, 2018. 288 с.
- and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 53, pp. 1520–1528.
4. Wang X., Mei Y., Li W., Kong Y., Cong X. Influence of sub-daily variation on multi-fractal detrended analysis of wind speed time series. *PLoS ONE*. 2016. Vol. 11. No. 1, pp. 6014–6284.
 5. De Larminat P. Earth climate identification vs. anthropic global warming attribution. *Annual Reviews in Control*. 2016. Vol. 42, pp. 114–125.
 6. Malyavina E.G., Malikova O.Yu., Fam V.L. Method for selection of design temperatures and outside air enthalpy during warm period of the year. *AVOK*. 2018. No. 3, pp. 60–69. (In Russian).
 7. Malyavina E.G., Lyong F.V. Choice of the outdoor air design temperature and enthalpy according to the given provisions. *SOK*. 2017. No. 12 (192), pp. 74–76. (In Russian).
 8. Malyavina E.G., Kryuchkova O.Yu. Estimation of the energy consumption of the different central air condition systems. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzhya*. 2014. No. 4, pp. 149–152. (In Russian).
 9. Samarin O.D. The probabilistic-statistical modeling of the year variation of the external air temperature and its values in the warm period. *Vestnik MGSU*. 2018. Vol. 13. No. 3 (114), pp. 378–384. (In Russian).
 10. Samarin O.D., Kirushok D.A. Estimation of external climatic parameters for air treatment with indirect evaporative cooling in plate heat recovery units. *Zhilyshchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 4, pp. 41–43. (In Russian).
 11. Malyavina E.G., Samarin O.D. *Stroitel'naya teplofizika i mikroklimat zdaniy* [Construction thermophysics and microclimate of buildings]. Moscow: MISI-MGSU, 2018. 288 p.

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Учебное пособие «Промышленное и гражданское строительство. Введение в профессию»

Авторы: Грызлов В.С., Ворожбянов В.Н., Гендлина Ю.Б., Залипаева О.А., Каптюшина А.Г., Медведева Н.В., Петровская А.А., Поварова О.А., Чорная Т.Н.

Научный редактор – д-р техн. наук, проф. В.С. Грызлов

Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. 276 с.

Дана общая характеристика профессии строитель. Приведены сведения из истории развития строительной отрасли. Предложено краткое описание видов строительной продукции, особенностей проектирования строительных объектов, технологии и порядка организации возведения зданий и сооружений; раскрыты вопросы менеджмента в строительстве. Подчеркнута важность строительной науки и цифровизации строительной деятельности. Отдельная глава посвящена особенностям организации инженерно-строительного обучения. Для студентов бакалавриата, начавших обучение по направлению «Строительство». Может быть использовано для профориентационной работы с выпускниками школ.



По вопросам приобретения обращайтесь в издательство «Инфра-Инженерия»

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до пяти журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Жилищное строительство» для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи.

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНиПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.

2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–3 года в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.

2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние пять лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

Несомненно, что возможны ссылки и на классические работы, однако не следует забывать, что наука всегда развивается поступательно вперед и незнание авторами последних достижений в области исследований может привести к дублированию результатов, ошибкам в постановке задачи исследования и интерпретации данных.

ВНИМАНИЕ! С 1 января 2020 г. изменены требования к оформлению статей. Обязательно ознакомьтесь с требованиями на сайте издательства в разделе «Авторам!»

Статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 – максимальное») или *.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом не менее 100 слов на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Жилищное строительство», ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 г. в журнале «Строительные материалы»[®] был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства <http://rifsm.ru/page/7/> или журнала www.journal-hc.ru/index.php/ru/avtoram



Организатор конференции

INTERNATIONAL
ASSOCIATION OF
FOUNDATION
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

21
АПРЕЛЯ
2021

МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

«СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТЕХНИКА И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ»

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»,
В РАМКАХ 25-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКИ
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДОБЫЧИ,
ОБОГАЩЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ «MININGWORLD RUSSIA»

Генеральный
спонсор конференции



Спонсор конференции



Генеральные информационные партнеры



www.fc-union.com, info@fc-union.com, тел. +7 (495) 66-55-014, моб. +7 925 57-57-810

21-23 АПРЕЛЯ БАЙКАЛЬСКАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ

Специализированная выставка
для тех, кому необходима
информация из «первых рук»
о строительных, отделочных
материалах и технологических
решениях для строительства,
ремонта и проектирования.

г. Иркутск, ул. Байкальская, 253А
тел.: +7 (3952) 35-29-00

СибЭкспоЦентр

16+



Организатор конференции

Официальная поддержка



INTERNATIONAL
ASSOCIATION OF
FOUNDATION
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

bauma CTT RUSSIA

26-27
МАЯ 2021

VII МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,
СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ УСТРОЙСТВА ОСНОВАНИЙ
И ФУНДАМЕНТОВ»

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»,
В РАМКАХ ВЫСТАВКИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ «BAUMA CTT RUSSIA»

Генеральный спонсор конференции



Спонсоры конференции



Генеральные информационные партнеры



www.fc-union.com, info@fc-union.com
тел. +7 (495) 66-55-014, моб. +7 925 57-57-810