

СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ

ISSN 2073-7416

BUILDING AND RECONSTRUCTION

№5 (97) 2021

Теория инженерных сооружений.
Строительные конструкции

The theory of engineering
constructions. Construction
design

Безопасность зданий
и сооружений

Building and structure
safety

Архитектура
и градостроительство

Architecture
and urban development

Строительные материалы
и технологии

Building materials
and technology



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SCIENTIFIC-TECHNICAL JOURNAL

Главный редактор:

Колчунов В.И., *акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Заместители главного редактора:

Гордон В.А., *советник РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Коробко В.И., *д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Савин С.Ю., *канд. техн. наук, доц. (Россия)*

Скобелева Е.А., *канд. техн. наук, доц. (Россия)*

Редакция:

Акимов П.А., *акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Бакаева Н.В., *советник РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Бок Т., *д-р техн. наук, проф. (Германия)*

Булгаков А.Г., *д-р техн. наук, проф. (Германия)*

Данилевич Д.В., *канд. техн. наук, доц. (Россия)*

Емельянов С.Г., *чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Карпенко Н.И., *акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Колесникова Т.Н., *д-р арх., проф. (Россия)*

Колчунов В.И., *д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Коробко А.В., *д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Король Е.А., *чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Кривошапко С.Н., *д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Лефай З., *д-р техн. наук, проф. (Франция)*

Мелькумов В.Н., *д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Орлович Р.Б., *д-р техн. наук, проф. (Польша)*

Птичкина Г.А., *д-р арх., проф. (Россия)*

Реболж Д., *д-р техн. наук, проф. (Словения)*

Римшин В.И., *чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Сергейчук О.В., *д-р техн. наук, проф. (Украина)*

Серпик И.Н., *д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Тамразян А.Г., *д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Травуш В.И., *акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Трещев А.А., *д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Тур В.В., *д-р техн. наук, проф. (Белоруссия)*

Турков А.В., *д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Федоров В.С., *акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Федорова Н.В., *советник РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Чернышов Е.М., *акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. (Россия)*

Шах Р., *д-р техн. наук, проф. (Германия)*

Яковенко И.А., *д-р техн. наук, проф. (Украина)*

Исполнительный редактор:

Юрова О.В., *(Россия)*

Адрес редакции:

302030, Орловская обл., г. Орёл, ул. Московская,

д. 77.

Тел.: +79065704999

<http://oreluniver.ru/science/journal/str>

E-mail: str_and_rek@mail.ru

Зарегистрировано в Федеральной службе

по надзору в сфере связи, информационных

технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство: ПИ №ФС 77-67169

от 16 сентября 2016 г.

Подписной индекс **86294**

по объединенному каталогу «Пресса России»

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2021

Содержание

Теория инженерных сооружений. Строительные конструкции

Замалиев Ф.С., Тамразян А.Г. К расчету сталежелезобетонных ребристых плит для восстанавливаемых перекрытий.....	3
Корсун В.И., Карпенко С.Н., Макаренко С.Ю., Недорезов А.В. Современные критерии прочности для бетонов при объемных напряженных состояниях.....	16
Кузнецов В.С., Шурушкин А.А. Усилия в зданиях призматической формы при различном распределении ветрового воздействия.....	31

Безопасность зданий и сооружений

Андросова Н.Б., Колчунов В.И. Живучесть рамно-стержневого железобетонного каркаса здания в запредельных состояниях.....	40
Ильющенко Т.А., Федорова Н.В. Критерий динамической прочности предварительно напряженных железобетонных конструкций при сложном сопротивлении.....	51
Осовских О.Е. Экспериментальные исследования фрагмента железобетонного каркаса многоэтажного здания при сложном напряженном состоянии.....	62

Архитектура и градостроительство

Гурьева Е.И., Грибцова А.А. Реновация прибрежных территорий на примере центральной набережной города Волгограда.....	74
Холодова Е.В., Шпаков И.В. Архитектура, реконструкция и история усадьбы А.С. Шумакова в городе Курске.....	84

Строительные материалы и технологии

Желдаков Д.Ю., Турсуков С.А., Хусаинов И.Р. Процессы химической коррозии, протекающие в материале крупноблочной пористой керамике.....	93
Стронгин А.С. Теоретическое обоснование применения активированных вытяжных зонтов при обеспыливании технологического транспорта складских помещений.....	106
Щиржецкий Х.А., Алешкин В.М., Субботкин А.О. Оценка акустики храмовых зданий и сооружений на основе параметра меры высоты.....	115

Editor-in-Chief
Kolchunov V.I., doc. sc. tech., prof. (Russia)

Editor-in-Chief Assistants:
Gordon V.A., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Korobko V.I., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Savin S.Yu., candidate sc. tech., docent (Russia)
Skobeleva E.A., candidate sc. tech., docent (Russia)

Editorial Board
Akimov P.A., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Bakaeva N.V., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Bock T., doc. sc. tech., prof. (Germany)
Bulgakov A.G., doc. sc. tech., prof. (Germany)
Danilevich D.V., candidate sc. tech., docent. (Russia)
Emelyanov S.G., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Karpenko N.I., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Kolesnikova T.N., doc. arc., prof. (Russia)
Kolchunov V.I., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Korobko A.V., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Korol E.A., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Krivoshapko S.N., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Lafhaj Z., doc. sc. tech., prof. (France)
Melkumov V.N., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Orlovic R.B., doc. sc. tech., prof. (Poland)
Ptichnikova G.A., doc. arc., prof. (Russia)
Rebolj D., doc. sc. tech., prof. (Slovenia)
Rimshin V.I., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Sergeyev O.V., doc. sc. tech., prof. (Ukraine)
Serpik I.N., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Tamrazyan A.G., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Travush V.I., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Treschev A.A., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Tur V.V., doc. sc. tech., prof. (Belorussia)
Turkov A.V., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Fedorov V.S., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Fedorova N.V., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Chernyshov E.M., doc. sc. tech., prof. (Russia)
Schach R., doc. sc. tech., prof. (Germany)
Iakovenko I.A., doc. sc. tech., prof. (Ukraine)

Managing Editor:
Yurova O.V. (Russia)

The edition address:
302030, Oryol region., Oryol, Moskovskaya Street, 77
+7 (4862) 73-43-49
<http://oreluniver.ru/science/journal/sir>
E-mail: str_and_rek@mail.ru

Journal is registered in Russian federal service for monitoring communications, information technology and mass communications
The certificate of registration:
ПИ №ФС 77-67169 from 16.09.2016 г.

Index on the catalogue of the «Pressa Rossii»
86294

© Orel State University, 2021

Contents

Theory of engineering structures. Building units

- Zamaliyev F.S., Tamrazyan A.G.** To calculation of steel-reinforced concrete ribbed plates for refurbished floors..... 3
- Korsun V.I., Karpenko S.N., Makarenko S.Yu., Nedorezov A.V.** Modern strength criteria for concrete under triaxial stress states..... 16
- Kuznetsov V.S., Shurushkin A.A.** Internal forces in the frame of building of prismatic form under different distribution of wind pressure..... 31

Building and structure safety

- Androsova N.B., Kolchunov V.I.** Survivability of the frame-rod reinforced concrete building framework in accidental action..... 40
- Iliushchenko T.A., Fedorova N.V.** Dynamic strength criteria of prestressed reinforced concrete structures with combined strength..... 51
- Osovskikh O.E.** Experimental studies of a fragment of a reinforced concrete frame of a multi-storey building under complex stress state..... 62

Architecture and town-planning

- Gureva E.I., Gribtsova A.A.** Renovation of the coastal areas on the example central embankment of the city of Volgograd..... 74
- Kholodova E.V., Shpakov I.V.** Architecture, reconstruction and history estates of A.S. Shumakov in the city of Kursk..... 84

Construction materials and technologies

- Zheldakov D.Y., Tursukov S.A., Khusainov I.R.** Chemical corrosion processes occurring in the material of large-block porous ceramics..... 93
- Strongin A.S.** Theoretical substantiation of the use of activated exhaust hoods for dedusting technological transport of warehouse premises..... 106
- Schirjetsky Ch.A., Aleshkin V.M., Subbotkin A.O.** Assessment of the acoustics of temple buildings and structures based on the parameter measure of height..... 115

Ф.С. ЗАМАЛИЕВ¹, А.Г. ТАМРАЗЯН²

¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Казань, Россия

²ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
г. Москва, Россия

К РАСЧЕТУ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕБРИСТЫХ ПЛИТ ДЛЯ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Аннотация. Проанализирован отечественный опыт восстановления перекрытий старинных зданий. Дана оценка опыта применения деревожелезобетонных, сталежелезобетонных конструкций перекрытий и методов расчета несущих элементов составного сечения. Отмечено, что действующие нормы проектирования и существующие методы расчета сталежелезобетонных конструкций гражданских зданий и мостовых сооружений используют упрощенные методы расчета и не отражают фактическое напряженно-деформированное состояние изгибаемого элемента, не учитывают начальные доэксплуатационные деформации и напряжения и не приводят к экономичным проектным решениям. Иногда приводят к некорректным результатам. Из условий равновесия составного элемента представлены выражения внутренних моментов и усилий сталежелезобетонных изгибаемых элементов с учетом доэксплуатационных усилий. Приведены результаты собственных экспериментов, где показаны, что в период твердения бетона балки и плиты получают деформации в виде обратного прогиба (выгиб), а в сечениях сталежелезобетонных элементов возникают внутренние напряжения. Приведены формулы для расчета прогибов изгибаемых элементов с учетом их начальных деформаций.

Для сопоставления результатов расчета предложенного метода расчета сталежелезобетонных элементов с учетом начальных деформаций и напряжений использованы данные собственных экспериментов и даны сравнения. Показана удовлетворительная сходимость результатов.

Ключевые слова: сталежелезобетонные перекрытия, несущая способность, расчетная модель, прочность, деформации, начальные напряжения.

F.S. ZAMALIEV¹, A.G. TAMRAZYAN²

¹FSBEI HE "Kazan State University of Architecture and Civil Engineering", Kazan, Russia

²FSBEI HE "National Research Moscow State University of Civil Engineering", Moscow, Russia

TO CALCULATION OF STEEL-REINFORCED CONCRETE RIBBED PLATES FOR REFURBISHED FLOORS

Abstract. Analyzes national experience of restoring the old buildings floors. An assessment of the wood-reinforced concrete using experience, steel-reinforced concrete floor structures and methods for calculating load-bearing elements of a composite section is given. It is noted that the current design standards and existing methods for calculating steel-reinforced concrete structures of civil buildings and bridge structures use simplified calculation methods and do not reflect the actual stress-strain state of a bent element, do not take into account the initial pre-operational deformations and stresses, and do not lead to economical design solutions. Sometimes they lead to incorrect results. Expressions of internal moments and forces of steel-reinforced concrete bending elements are presented from the equilibrium conditions of a composite element, taking into account pre-operational forces. The results of our own experiments are presented, where it is shown that during the hardening of concrete, beams and slabs receive deformations in the form of reverse deflection (bending), and internal stresses arise in the sections of steel-reinforced concrete elements. Formulas are given for calculating the deflections of bending elements taking into account their initial deformations.

To compare the calculation results of the proposed method for calculating steel-reinforced concrete elements, taking into account the initial deformations and stresses, the data of our own experiments were used and comparisons were given. Satisfactory convergence of the results is shown.

Keywords: *steel-reinforced concrete floors, bearing capacity, design model, strength, deformations, initial stresses.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сборно-монолитное перекрытие: пат. 133549 Рос. Федерация. №2913119949/03; заяв. 29.04.2013; опубл. 20.10.2013, бюл. №29. 2 с.
2. Сборно-монолитное перекрытие: пат. 170084 Рос. Федерация. №2016117340; заяв. 04.05.2016; опубл. 13.04.2017, бюл. №11. 2с.
3. Мирсаяпов И.Т., Абдрахманов И.С. ДЕРЕВОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ГОРОДОВ // проблемы реконструкции и возрождения исторических городов // Материалы Российского научно-практического семинара. Казань, 1999. С. 8-21.
4. Абдрахманов И.С. Прочность и деформативность деревожелезобетонных изгибаемых элементов при статических и повторных нагружениях // автореферат дисс. д.т.н. М., 2009. 43с.
5. Абдрахманов И.С. Вопросы безопасности при реконструкции и реставрации архитектурных памятников // Журнал ПГС. М.: 2009. №2. С. 48-50.
6. Кулиш В.И. Клееные деревянные мосты с железобетонной плитой. М.: Транспорт, 1979. 160с.
7. Замалиев, Ф.С. Выявление доэксплуатационных напряжений и деформации стальных балок – ребер сталежелезобетонного перекрытия // Вестник МГСУ. 2013. № 7. С. 33-39.
8. Замалиев Ф.С., Биккинин Э.Г. Экспериментальные исследования начального напряженно-деформированного состояния сталежелезобетонных балок и плит // Известия КазГАСУ, 2015. № 2 (32). С. 139-153.
9. Роджер П. Джонсон, Руководство для проектировщиков к Еврокоду 4: Проектирование сталежелезобетонных конструкций (перевод с англ.) [Roger P. Jonson. Designers guide to EUROCODE 4: Design of composite steel and concrete structures EN 1994 – 1 -1] М.: МГСУ, 2013. 412 с.
10. Алмазов В.О. Проблемы использования еврокодов в России // Промышленное и гражданское строительство. 2012. №7. С. 36-38.
11. Гишман Е.Е. Проектирование стальных конструкций, объединенных с железобетоном, в автодорожных мостах. М.: Автотрансиздат, 1956. 231с.
12. Гишман М.Е. Расчет комбинированных конструкций мостов с учетом усадки и сил искусственного регулирования // Бетон и железобетон. М., 1963. №2.
13. Гольшев А.Б., Полищук В.П., Колпаков Ю.А. Расчёт сборно-монолитных конструкций с учётом фактора времени. Киев: Будивельник, 1969. 219 с.
14. Гольшев А.Б., Полищук В.П., Руденко И.В. Расчет железобетонных стержневых систем с учетом фактора времени. Киев: Будивельник, 1984. 126 с.
15. Стрелецкий Н.Н. Сталежелезобетонные пролетные строения мостов // 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981. 360 с.
16. Salmon Ch.G. Handbook of composite construction Engineering // Ch.2: Composite steel-concrete construction. - New York, 1982. pp 41-79.
17. Баширов Х.З., Казаков Д.В. Расчет прогибов обычных и составных внецентренножатых железобетонных конструкций // Строительная механика и расчет сооружений. М., 2012. №3. С. 2-9.
18. Баширов Х.З. Железобетонные составные конструкции транспортных зданий и сооружений. Автореферат диссертации д.т.н., М.: 2013, 48 с.
19. Замалиев Ф.С. Эксперименты на сталежелезобетонных конструкциях по выявлению фактического напряженно-деформированного состояния, вплоть до их разрушения // Механика разрушения строительных материалов и конструкций: материалы Международной научно-технической конференции (VIII Академические чтения РААСН). Казань, 2014. С. 88-96.
20. Добровичская И.В. Совершенствование методики расчета сталежелезобетонных автодорожных мостов с комплексным учетом конструктивно-технологических факторов. Автореферат диссертации к.т.н., М.: 2008, 21 с.
21. Тамразян А.Г., Арутюнян С.Н. К оценке надежности сталежелезобетонных плит перекрытий с профилированными настилами. Вестник гражданских инженеров. 2015. №6(53). С. 52-57.
22. Тамразян А.Г., Филимонова Е.А. Рациональное распределение жесткости плит по высоте здания с учетом работы перекрытия на сдвиг. Вестник МГСУ. 2013. №11. С. 84-90.
23. Тамразян А.Г., Арутюнян С.Н. К учету профилированного настила как рабочей арматуры при расчете монолитных сталежелезобетонных плит перекрытий. Промышленное и гражданское строительство. 2016. №7. С. 64-68.

REFERENCES

1. Sborno-monolitnoe perekrytie: pat. 133549 Ros. Federaciya. №2913119949/03; zayav. 29.04.2013; opubl. 20.10.2013, byul. №29. 2 s.
2. Sborno-monolitnoe perekrytie: pat. 170084 Ros. Federaciya. №2016117340; zayav. 04.05.2016; opubl. 13.04.2017, byul. №11. 2s.
3. Mirsayapov I.T., Abdrahmanov I.S. Derevozhelezobetonnye konstrukcii pri rekonstrukcii istoricheskikh gorodov // problemy rekonstrukcii i vozrozhdeniya istoricheskikh gorodov // Materialy Rossijskogo nauchno-prakticheskogo seminar. Kazan', 1999. S. 8-21.
4. Abdrahmanov I.S. Prochnost' i deformativnost' derevozhelezobetonnyh izgibaemyh elementov pri staticheskikh i povtornyh nagruzheniyah // avtoreferat diss. d.t.n. M., 2009. 43s.
5. Abdrahmanov I.S. Voprosy bezopasnosti pri rekonstrukcii i restavracii arhitekturnyh pamyatnikov// ZHurnal PGS. M., 2009. №2. S. 48-50.
6. Kulish V.I. Kleenye derevyannye mosty s zhelezobetonnoj plitoy. M.: Transport, 1979. 160 s.
7. Zamaliev, F.S. Vyyavlenie doeksploatatsionnyh napryazhenij i deformacii stal'nyh balok – reber stalezhelezobetonного perekrytiya // Vestnik MGSU. 2013. № 7. S. 33-39.
8. Zamaliev F.S., Bikkinin E.G. Eksperimental'nye issledovaniya nachal'nogo napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya stalezhelezobetonnyh balok i plit // Izvestiya KazGASU, 2015. № 2 (32). S. 139-153.
9. Rodzher P. Dzhonson, Rukovodstvo dlya proektirovshchikov k Evrokodu 4: Proektirovanie stalezhelezobetonnyh konstrukcij (perevod s angl.) [Roger P. Jonson. Designers guide to EUROCODE 4: Design of composite steel and concrete structures EN 1994 – 1 -1] M.: MGSU, 2013. 412 s.
10. Almazov V.O. Problemy ispol'zovaniya evrokodov v Rossii // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2012. №7. S. 36-38.
11. Gibshman E.E. Proektirovanie stal'nyh konstrukcij, ob"edinennyh s zhelezobetonom, v avtodorozhnyh mostah. M.: Avtotransizdat, 1956. 231 s.
12. Gibshman M.E. Raschet kombinirovannyh konstrukcij mostov s uchedom usadki i sil iskusstvennogo regulirovaniya // Beton i zhelezobeton. M., 1963. №2.
13. Golyshev A.B. Polishchuk V.P., Kolpakov YU.A. Raschyot sborno-monolitnyh konstrukcij s uchyotom faktora vremeni. Kiev: Budivel'nik, 1969. 219 s.
14. Golyshev A.B., Polishchuk V.P., Rudenko I.V. Raschet zhelezobetonnyh sterzhnevnyh sistem s uchedom faktora vremeni. Kiev: Budivel'nik, 1984. 126 s.
15. Streleckij N.N. Stalezhelezobetonnye proletnye stroeniya mostov // 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Transport, 1981. 360 s.
16. Salmon Ch.G. Handbook of composite construction Engeneering // Ch.2: Composite steel-concrete construction. - New York, 1982. Pp 41-79.
17. Bashirov H.Z., Kazakov D.V. Raschet progibov obychnykh i sostavnyh vnecentrennoszhatykh zhelezobetonnyh konstrukcij // Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenij. M. 2012. №3. S. 2-9.
18. Bashirov H.Z. ZHelezobetonnye sostavnye konstrukcii transportnyh zdaniy i sooruzhenij. Avtoreferat dissertacii d.t.n., M.: 2013. 48 s.
19. Zamaliev F.S. Eksperimenty na stalezhelezobetonnyh konstrukciyah po vyyavleniyu fakticheskogo napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya, vplot' do ih razrusheniya // Mekhanika razrusheniya stroitel'nyh materialov i konstrukcij: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii (VIII Akademicheskie chteniya RAASN). Kazan', 2014. S. 88-96.
20. Dobrochinskaya I.V. Sovershenstvovanie metodiki rascheta stalezhelezobetonnyh avtodorozhnyh mostov s kompleksnym uchedom konstruktivno-tehnologicheskikh faktorov. Avtoreferat dissertacii k.t.n., M.: 2008, 21 s.
21. Tamrazyan A.G., Arutyunyan S.N. K ocenke nadezhnosti stalezhelezobetonnyh plit perekrytij s profilirovannymi nastilami. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2015. №6(53). S. 52-57.
22. Tamrazyan A.G., Filimonova E.A. Racional'noe raspredelnie zhestkosti plit po vysote zdaniya s uchedom raboty perekrytiya na sdvig. Vestnik MGSU. 2013. №11. S. 84-90.
23. Tamrazyan A.G., Arutyunyan S.N. K uchetu profilirovannogo nastila kak rabochej armatury pri raschete monolitnyh stalezhelezobetonnyh plit perekrytij. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2016. №7. S. 64-68.

Информация об авторах:

Замалиев Фарит Сахапович

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ), г. Казань, Россия, кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и испытания сооружений.

E-mail: zamaliev49@mail.ru

Тамразян Ашот Георгиевич

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой железобетонных и каменных конструкций.

E-mail: tamrazian@mail.ru

Information about authors:

Zamaliyev Farit S.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia,

candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Metal Structures and Testing of Structures

E-mail: zamaliev49@mail.ru

Tamrazyan Ashot G.

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow, Russia,

doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Reinforced Concrete and Stone Structures.

E-mail: tamrazian@mail.ru

В.И. КОРСУН¹, С.Н. КАРПЕНКО², С.Ю. МАКАРЕНКО³, А.В. НЕДОРЕЗОВ³
¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия
² Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН, г. Москва, Россия
³ Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка, Украина

СОВРЕМЕННЫЕ КРИТЕРИИ ПРОЧНОСТИ ДЛЯ БЕТОНОВ ПРИ ОБЪЕМНЫХ НАПРЯЖЕННЫХ СОСТОЯНИЯХ

Аннотация. Достоверная оценка прочности и деформаций бетона в условиях неодноосных напряженных состояний важна для повышения надежности проектных решений. Классические теории прочности непригодны для таких материалов, как бетон, вследствие сложного сдвига-отрывного механизма разрушения его структуры. Приведено описание определяющих соотношений критериев прочности Г.А. Гениева, Г.А. Гениева – Н.М. Аликовой, Е.С. Лейтеса, А.В. Яшина, С.Ф. Клованича – Д.И. Безушко, К.Ж. Уиллам – Е.П. Варнке и Н.И. Карпенко. Выполнена оценка соответствия расчетных величин прочности опытным данным в условиях одно-, двух- и трехосных напряженных состояний. Определены критерии прочности, описывающие наиболее близко опытные данные в характерных областях напряженного состояния. Установлено, что наиболее разработанными являются условия прочности С.Ф. Клованича – Д.И. Безушко, К.Ж. Уиллам – Е.П. Варнке и Н.И. Карпенко. Критерии Е.С. Лейтеса и А.В. Яшина с достаточной точностью описывают опытные данные в условиях плоского напряженного состояния. Условия прочности Г.А. Гениева и Г.А. Гениева – Н.М. Аликовой требуют осторожного применения с учетом их отклонений от опытных данных в отдельных областях трехосных напряженных состояний. Определены программы нагружений в процессе экспериментальных исследований прочности бетона с целью более точного выявления форм функций меридиональных и девиаторных кривых.

Ключевые слова: бетон, многоосные напряженные состояния, критерии прочности, анализ.

V.I. KORSUN¹, S.N. KARPENKO², S.Yu. MAKARENKO³, A.V. NEDOREZOV³
¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia
² Research Institute of Building Physics RAASN, Moscow, Russia
³ Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makiyivka, Ukraine

MODERN STRENGTH CRITERIA FOR CONCRETE UNDER TRIAXIAL STRESS STATES

Abstract. Reliable assessment of the strength and deformations of concrete under multiaxial stress states is important for increasing the accuracy of analysis and design. Classical strength theories do not work for such materials as concrete due to the complex shear-pryout mechanism of its structural failure. Description of the key relations of strength criteria established by G.A. Geniev, G.A. Geniev – N.M. Alikova, E.S. Leites, A.V. Yashin, S.F. Klovanych – D.I. Bezushko, K.J. Willam – E.P. Warnke and N.I. Karpenko is given. Assessment of the compliance of the design strength with the experimental data under uni-, bi- and triaxial stress states is made. Strength criteria that most closely describe the experimental data in the specific areas of the stress state are determined. It has been found out that the most developed strength conditions are the ones developed by S.F. Klovanych – D.I. Bezushko, K.J. Willam – E.P. Warnke and N.I. Karpenko. The criteria introduced by E.S. Leites and A.V. Yashin describe the experimental data under conditions of the plane stress state with sufficient accuracy. The strength conditions established by G.A. Geniev and G.A. Geniev – N.M. Alikova require careful use, taking into account their deviations from the experimental data in certain areas of triaxial stress states. Loading programs in the process of experimental research of concrete strength aimed at identifying the forms of functions of meridional and deviatoric curves more accurately have been determined.

Keywords: concrete, multiaxial stress state, strength criteria, analysis.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балан Т. А. Вариант критерия прочности структурно-неоднородных материалов при сложонапряженном состоянии [Текст] // Проблемы прочности. 1986. № 2. С. 21–26.
2. Бамбура А. Н., Давиденко А. И. Экспериментальные исследования закономерности деформирования бетона при двухосном сжатии [Текст] // Строительные конструкции. 1989. Вып. 42. С. 95–100.
3. Буслер Л. Э. Разрушение бетона в условиях двухосного сжатия-растяжения [Текст] // Новые исследования по технологии, расчету и конструированию железобетонных конструкций: сборник научных трудов / Под ред. Б. А. Крылова и Н. Н. Коровина. М.: НИИЖБ, 1980. С. 9–15.
4. Гвоздев А. А., Бич П. М. Прочность бетона при двухосном напряженном состоянии [Текст] // Бетон и железобетон. 1974. № 7. С. 10–11.
5. Гениев Г. А., Киссюк В. Н., Тюпин Г. А. Теория пластичности бетона и железобетона [Текст]. М.: Стройиздат, 1974. 316 с.
6. Гениев Г. А., Аликова Н. М. Вариант условия прочности бетона [Текст] // Теоретические исследования в области строительной механики пространственных систем: сборник научных трудов / Под ред.: М. И. Ерхов. М.: ЦНИИСК, 1976. С. 21–27.
7. Карпенко Н. И., Карпенко С. Н. Составной критерий прочности бетона при объемном напряженном состоянии // Бетон и железобетон – взгляд в будущее: научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону (Москва, 12-16 мая 2014 г.): в 7 т. Т.4. Ремонт, восстановление и усиление железобетонных конструкций. Моделирование и математические методы. Общие вопросы бетоноведения. Организация строительства и контроль качества. М.: МГСУ. 2014. С. 156-165.
8. Карпенко Н. И., Белостоцкий А. М., Павлов А. С., Акимов П. А., Карпенко С. Н., Петров А. Н. Обзор критериев прочности железобетонных конструкций. Часть 1: Традиционные подходы и разработки отечественных ученых // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2019 году: Сб. науч. тр. РААСН. М.: Издательство АСВ, 2020. С. 281-289.
9. Карпенко Н. И., Белостоцкий А. М., Павлов А. С., Акимов П. А., Карпенко С. Н., Петров А. Н. Обзор критериев прочности железобетонных конструкций. Часть 2: Разработки зарубежных ученых // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2019 году: Сб. науч. тр. РААСН. М.: Издательство АСВ, 2020. С. 290-298.
10. Клованич С. Ф., Безушко Д. И. Численный эксперимент по исследованию деформационных теорий пластичности бетона [Текст] // Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры. 2006. Вып. 22. С. 122–130.
11. Корсун В. И., Баев А. М. Влияние температур от –50 до +150 °С на прочность и деформации тяжелого бетона при плоском напряженном состоянии [Текст] // Новые технологические решения для строительной промышленности Донбасса: сборник научных трудов / Редакционная коллегия: Е. В. Горохов (отв. ред.) и др. Киев: УМВ ВО, 1989. С. 129–136.
12. Корсун В.И., Калмыков Ю.Ю. Ортотропное деформирование бетона при одноосных напряженных состояниях // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. 2004. № 2004-2(44). С. 28-34.
13. Корсун В.И., Макаренко С.Ю., Недорезов А.В. Сопоставительный анализ критериев прочности бетона для одноосных напряженных состояний // Современное промышленное и гражданское строительство. 2014. Т. 10. №1. С. 65-78.
14. Кулик И. И. Прочность бетона при плоском сжатии-растяжении [Текст] // Вопросы строительства и архитектуры. Минск, 1977. Вып. № 7. С. 92–98.
15. Лейтес Е. С. К уточнению одного из условий прочности бетона [Текст] // Поведение бетонов и элементов железобетонных конструкций при воздействии различной длительности: сборник научных трудов / Под ред.: А. А. Гвоздева, С. М. Крылова. М.: НИИЖБ, 1980. С. 37–40.
16. Перваков В. Н. Прочность тяжелого бетона при трехосном напряженном состоянии «растяжение-сжатие-сжатие» [Текст] // Новое в технологии, расчете и конструировании железобетонных конструкций: сборник научных трудов / Под ред.: Б. А. Крылова. М.: НИИЖБ, 1984. С. 90–96.
17. Филоненко-Бородич М. М. Механические теории прочности [Текст]. М.: Издательство Московского Университета, 1961. 94 с.
18. Яшин А. В. Критерии прочности и деформирования бетона при простом нагружении для различных видов напряженного состояния [Текст] // Расчет и конструирование железобетонных конструкций: сборник научных трудов / Под ред. А. А. Гвоздева. М.: НИИЖБ, 1977. С. 48–57.
19. Яшин А. В. Макромеханика разрушения при сложных (многоосных) напряженных состояниях [Текст] // Прочностные и деформационные характеристики элементов бетонных и железобетонных конструкций: сборник научных трудов / Под ред. А. А. Гвоздева, Ю. П. Гуши. М.: НИИЖБ, 1981. С. 3–29.
20. Chen Q.; Zhang Y.; Zhao T.; Wang Z.; Wang Z. Mesoscale Modelling of Concretes Subjected to Triaxial Loadings: Mechanical Properties and Fracture Behaviour. *Materials* **2021**, *14*, 1099. <https://doi.org/10.3390/ma14051099>

21. Javanmardi P. Experimental study of triaxial behavior of concrete under lateral confining stress. *Open Civ. Eng. J.* 2017, 11, 281–291, doi:10.2174/1874149501711010281.
22. Malecot Y., Daudeville L., Dupray F., Poinard C., Buzaud E. Strength and damage of concrete under high triaxial loading // *European Journal of Environmental and Civil Engineering*. 2010. №14(6-7). P. 777-803.
23. Vu X. H., Malecot Y., Daudeville L., Buzaud E. Experimental analysis of concrete behavior under high confinement: Effect of the saturation ratio // *International Journal of Solids and Structures*. 2009. №46(5). P. 1105-1120.
24. Hampel T, Speck K, Scheerer S, et al. High-performance concrete under biaxial and triaxial loads. *ASCE J Eng Mech*, 2009,135: 1274–1280
25. Korsun V.I., Kalmykov Yu.Yu., Makarenko S.Yu. A version of the failure criterion modification for plane concrete. (2017). *Key Engineering Materials*. 755, pp. 300-321. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.755.300>
26. Kupfer H. Das Verhalten des Betons unter zweiachsiger Beanspruchung // *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden*, 1968. № H.6. P. 1515–1518.
27. Schröder S., Opitz H. Festigkeit und Verformungseigenschaften des Betons bei zweiachsiger Druckbeanspruchung // *Bauplanung-Bautechnik*. 1968. 22. Jg. Heft 4. P. 190 – 196.
28. Wang, H.; Song, Y. Behavior of mass concrete under biaxial compression- tension and triaxial compression- compression- tension. *Mater. Struct.* 2009, 42, 241–249, doi:10.1617/s11527- 008- 9381- y.
29. Willam K. J., Warnke E. P. Constitutive model for the triaxial behavior of concrete // *Int. Assoc. Bridge. Struct. Eng.* 1974. V. 19. P. 1–31.

REFERENCES

1. Balan T.A. Variant criteria prochnosti strukturno-neodnorodnykh materialov pri slojnonapryagennom sostoyanii [Variant of criterion of strength of structure and nonuniform materials in the process of combined stress state] // *Problemi prochnosti*, 1986, Number 2, Pp. 21-26. (rus)
2. Bambura A.N.; Davidenko A.I. Experimental'nye issledovaniya zakonmernosti deformirovaniya betona pri dvykhnosnom sgatii [Experimental investigation of behavior of straining of concrete in the process of biaxial compression] // *Stroitel'nye konstruktssii*. 1989, Issue 42, Pp. 95-100. (rus)
3. Busler L.E. Razrushenie betona v usloviyakh dvykhnosnogo sjatiya-rastyajeniya // Новые исследования по технологии, расчету и конструированию железобетонных конструкций: сборник научных трудов [Concrete deterioration under the conditions of biaxial compression-declamping] // *Novye issledovaniya po technologii, raschety I konsruirovaniu gelezobetonnykh konstruktssii: Edited volume / Edited by Krylov B. A.; Korovin N. N.* Moscow: NIIZhB, 1980. Pp. 9-15. (rus)
4. Gvozdev A.A., Bich P.M. Prochnost' betona pri dvykhnosnom napryagennom sostoyanii [Concrete strength under biaxial stress state] // *Beton I gelezobeton*. 1974. Number 7. Pp. 10-11. (rus)
5. Geniev G.A., Kissiuk V.N., Tiupin G.A. Teoria plastichnosti betona i gelezobetona [Plasticity theory of concrete and reinforced concrete]. Moscow: Stroizdat, 1974. 316 p. (rus)
6. Alikova N.M., Geniev G.A. Variant usloviya prochnosti betona [Variant of strength condition of concrete] / *Teoreticheskie issledovaniya v oblasti stroitel'noi mekhaniki prostranstvennykh sistem: Edited Volume / Edited by Erhov, M. I.* Moscow: TsNIISK, 1976. Pp. 21-27. (rus)
7. Karpenko N.I., Karpenko S.N. Sostavnoi kriterii prochnosti betona pri ob'emnom napryagennom sostoyanii [Composite criterion of concrete strength under triaxia stress state] // *Beton I gelezobeton – vzglyad v budushchee: scientific proceedings of the III All-Russian (II International) Conference on Concrete and Reinforced Concrete (Moscow, May 12-16, 2014): in 7 vols. t. 4. Remont, vosstanovlenie I ysilenie gelezobetonnykh kondtrukticii. Modelirovanie I matematicheskie metody. Obshchie voprosy betonovedeniya. Organizatsia stroitel'stva I kontrol' kachestva.* Moscow: MGSU, 2014. Pp. 156-165.
8. Karpenko N.I., Belostockii A.M., Pavlov A.C., Akimov P.A., karpenko S.N., Petrov A.N. Obzor kriteriev prochnosti gelezobetonnykh konstrukticii. Chast' 1: Tradicionnye podkhody I razrabotki otechestvennykh uchenykh [Review of the strength criteria of reinforced concrete structures. Part 1: Traditional approaches and developments of Russian scientists] // *Phundamental'nye, poiskovye I prikladnye issledovaniya Rossiiskoi akademii architektury I stroitel'nykh nauk po nauchnomy obespecheniu razvitiya architektury, gradostroitel'stva I stroitel'noi otrasli Rossiiskoy Federatsii v 2019 godu: Collection of scientific papers. RAASN.* Moscow: Izdatel'stvo ASV, 2020, Pp. 281-289.
9. Karpenko N.I., Belostockii A.M., Pavlov A.C., Akimov P.A., karpenko S.N., Petrov A.N. Obzor kriteriev prochnosti gelezobetonnykh konstrukticii. Chast' 1: Razrabotki zarubezhnykh avtorov [Review of the strength criteria of reinforced concrete structures. Part 2: Developments of foreign scientists] // *Phundamental'nye, poiskovye I prikladnye issledovaniya Rossiiskoi akademii architektury I stroitel'nykh nauk po nauchnomy obespecheniu razvitiya architektury, gradostroitel'stva I stroitel'noi otrasli Rossiiskoy Federatsii v 2019 godu: Collection of scientific papers. RAASN.* Moscow: Izdatel'stvo ASV, 2020, Pp. 290-298.

10. Klovanich S.F., Bezushko D.I. Chislennyi experiment po issledovaniu deformatsionnykh teorii plastichnosti betona [Numerical experiment based on investigation of deformation plasticity theory of concrete] // Vestnik Odesskoi gosudarstvennoi akademii srtoitel'stva I arkitektury. 2006. Issue 22. Pp. 122—130. (rus)
11. Korsun V.I., Baev A.M. Vliyznie temperature ot -50 do +50°C na prochnost' I deformatsii tyazhelogo betona pri ploskom napryazhennom sostoyanii [The influence of temperature from -50 to +150 on strength and deformation of heavy concrete under plane stress] // Novye technologicheskie resheniya dlya stroitel'noy promyshlennosti Donbassa / Edited by Gorokhov, Ye. V. et al. Kyiv: UMV VO, 1989. Pp. 129—136. (rus)
12. Korsun V.I., Kalmykov Yu.Yu. Orthotropnoye deformirovanie betona pri neodnoosnykh napryazhennykh sostoyaniyakh [Orthotropic deformation of concrete under non-axial stress conditions] // Vestnik Donbasskoi gosudarstvennoi akademii srtoitel'stva I arkitektury. 2004. № 2004-2(44). Pp. 28-34. (rus)
13. Korsun V.I., Makarenko S.Yu., Nedorezov A.V. Sopostavitel'nyi analis criteriev prochnosti betona dlya neodnoosnykh napryazhennykh sostoyanii [Comparative analysis of concrete strength criteria for non-axial stress states] // Sovremennoe promyshlennoe I grazhdanskoe stroitel'stvo. 2014. T. 10. №1. Pp. 65-78.
14. Kulik I. I. Prochnost' betona pri ploskom szhtii-rastyazhenii [Concrete strength under plane compression and extension] // Voprosy stroitel'stva I arkitektury. Minsk, 1977. Issue 7. Pp. 92-98. (rus)
15. Leites E.S. K utochneniu odnogo iz uslovii prochnosti betona [To improvement one from conditions of concrete strength] // Povedenie betonov I elementov gelezobetonnykh konstruktsii pri vozdeistvii razlichnoy dlitel'nosti: Edited Volume / Edited by Gvozdev, A. A.; Krylov, S. M. Moscow: NIIZhB, 1980. Pp. 37—40. (rus)
16. Pervakov V.N. Prochnost' tyazhelogo betona pri tryokhosnom napryazhennom sostoyanii «rastyazhenie-szhatie» [Strength of heavy concrete under triaxial state of stress «extension compression»] // Novoe v technologii, raschete I konstruirovaniy gelezobetonnykh konstruktsii: Edited Volume / Edited by Krylov, S. M. Moscow: NIIZhB, 1984. Pp. 90-96. (rus)
17. Filonenko-Borodich M. M. Mekhanicheskie teorii prochnosti [Mechanical theory of strength]. Moscow: Publishing House of Moscow University, 1961. 94 p. (rus)
18. Yashin A.V. Kriterii prochnosti I deformirovaniya betona pri prostom nagruzhении dlya razlichnykh vidov napryazhennogo sostoyania [Strength criteria and straining of concrete under simple loading for different stress pattern] // raschet I konstruirovaniye gelezobetonnykh konstruktsii: Edited Volume / Edited by Gvozdev, A. A. Moscow: NIIZhB, 1977. Pp. 48-57. (rus)
19. Yashin A.V. Macromechanica razrusheniya pri slojnykh (mnogoosnykh) napryazhennykh sostoyaniyah [Macromechanic damage under the combined stress] // Prochnostnye I deformatsionnye charakteristiki elementov betonnykh I gelezobetonnykh konstruktsii: Edited Volume / Edited by Gvozdev, A. A.; Gushcha, Yu. P. Moscow: NIIZhB, 1981. Pp. 3-29. (rus)
20. Chen Q.; Zhang Y.; Zhao T.; Wang Z.; Wang Z. Mesoscale Modelling of Concretes Subjected to Triaxial Loadings: Mechanical Properties and Fracture Behaviour. *Materials* **2021**, *14*, 1099. <https://doi.org/10.3390/ma14051099>
21. Javanmardi P. Experimental study of triaxial behavior of concrete under lateral confining stress. *Open Civ. Eng. J.* 2017, *11*, 281–291, doi:10.2174/1874149501711010281.
22. Malecot Y., Daudeville L., Dupray F., Poinard C., Buzaud E. Strength and damage of concrete under high triaxial loading // *European Journal of Environmental and Civil Engineering.* 2010. №14(6-7). P. 777-803.
23. Vu X.H., Malecot Y., Daudeville L., Buzaud E. Experimental analysis of concrete behavior under high confinement: Effect of the saturation ratio // *International Journal of Solids and Structures.* 2009. №46(5). P. 1105-1120
24. Hampel T, Speck K, Scheerer S, et al. High-performance concrete under biaxial and triaxial loads. *ASCE J Eng Mech*, 2009,135: 1274–1280
25. Korsun V.I., Kalmykov Yu.Yu., Makarenko S.Yu. A version of the failure criterion modification for plane concrete. (2017). *Key Engineering Materials.* 755. Pp. 300-321. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.755.300>
26. Kupfer H. Das Verhalten des Betons unter zweiachsiger Beanspruchung // *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universitat. Dresden*, 1968. № H.6. P. 1515–1518.
27. Schröder S., Opitz H. Festigkeit und Verformungseigenschaften des Betons bei zweiachsiger Druckbeanspruchung // *Bauplanung-Bautechnik.* 1968. 22. Jg. Heft 4. P. 190 – 196.
28. Wang, H.; Song, Y. Behavior of mass concrete under biaxial compression- tension and triaxial compression- compression- tension. *Mater. Struct.* 2009, *42*, 241–249, doi:10.1617/s11527- 008- 9381- y.
29. Willam K. J., Warnke E. P. Constitutive model for the triaxial behavior of concrete // *Int. Assoc. Bridge. Struct. Eng.* 1974. V. 19. P. 1–31.

Информация об авторах:

Корсун Владимир Иванович

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия, доктор технических наук, профессор, профессор Высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства.

E-mail: korsun_vi@mail.ru

Карпенко Сергей Николаевич

Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН, г. Москва, Россия, доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории «Проблем прочности и качества в строительстве».

E-mail: niisf_lab9@mail.ru

Макаренко Сергей Юрьевич

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, Украина, ассистент кафедры технической и прикладной механики.

E-mail: makarenko_sergejj@mail.ru

Недорезов Андрей Владимирович

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, Украина, кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций.

E-mail: nedorezov_a_v@mail.ru

Information about authors:

Korsun Vladimir I.

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia, doctor in technical sciences, professor, professor of the Higher School of Industrial, Civil and Road Construction.

E-mail: korsun_vi@mail.ru

Karpenko Sergey N.

Research Institute of Building Physics RAASN, Moscow, Russia, doctor in technical sciences, chief research engineer of the laboratory "Problems of strength and quality in construction".

E-mail: niisf_lab9@mail.ru

Makarenko Sergey Yu.

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makiyivka, Ukraine, assistant in the department of Technical and Applied Mechanics.

E-mail: makarenko_sergejj@mail.ru

Nedoresov Andrej V.

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makiyivka, Ukraine, candidate in technical sciences, associate Professor of the department of Reinforced Concrete Structures.

E-mail: nedorezov_a_v@mail.ru

В.С. КУЗНЕЦОВ¹, А.А. ШУРУШКИН¹¹ФГБОУ «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
(НИУ МГСУ), г. Москва, Россия

УСИЛИЯ В ЗДАНИЯХ ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПРИ РАЗЛИЧНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Аннотация. Рассматриваются особенности воздействия ветра на здание призматического типа при различных способах определения коэффициента давления ветра по высоте. Исследование выполнено на основе изучения основных положений нормативных документов, регулирующих проектно-конструкторскую деятельность в РФ, а также актуальных публикаций отечественных и зарубежных ученых, соответствующих исследованиям данного направления. Метод исследования - структурно-аналитический анализ с использованием корреляционных зависимостей исследуемых факторов. Приводятся аналитические зависимости для определения усилий от ветра при различных способах назначения коэффициента ветровой нагрузки по высоте здания и их графическая интерпретация. Работа основана на положениях отечественных строительных норм и соответствующих сведений, содержащихся в иных отечественных и зарубежных источниках. Для призматических зданий по высоте до 80 метров имеются участки, где усилия от основной ветровой нагрузки существенно зависят от метода ее определения. Проведенное исследование свидетельствует о неоднозначности, используемых в практике проектирования параметров ветровой нагрузки, допускающих возможность превышения или недогрузки конструкций или отдельных элементов.

Ключевые слова: железобетонные здания и элементы, фронтальная поверхность, коэффициент ветровой нагрузки, усилия от ветра.

V.S. KUZNETSOV¹, A.A. SHURUSHKIN¹¹National Research Moscow State University of Civil Engineering (MGSU), Moscow, Russia

INTERNAL FORCES IN THE FRAME OF BUILDING OF PRISMATIC FORM UNDER DIFFERENT DISTRIBUTION OF WIND PRESSURE

Abstract. The features of the effect of wind on a prismatic-type building with different methods of determining the coefficient of wind pressure along the height are considered. The study was carried out on the basis of studying the main provisions of regulatory documents governing design and development activities in the Russian Federation, as well as current publications of domestic and foreign scientists, corresponding to research in this area. The research method is structural and analytical analysis using the correlation dependences of the factors under study. Analytical dependencies for determining the wind forces for various methods of assigning the wind load coefficient along the height of the building and their graphic interpretation are given. The work is based on the provisions of domestic building codes and relevant information contained in other domestic and foreign sources. For prismatic buildings with a height of up to 80 meters, there are areas where the forces from the main wind load significantly depend on the method of its determination. The conducted research indicates the ambiguity used in the practice of designing the parameters of the wind load, allowing the possibility of excess or underloading of structures or individual elements.

Keywords: reinforced concrete buildings and elements, frontal surface, wind load coefficient, wind forces.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обрушения зданий, мостов и дамб. <https://pointeresam.ru/fact/vnezapnoe-razrushenie-stroitelnykh-konstrukcij-v-rezultate-technogennykh-katastrof>.
2. Ротери Г. Катастрофа на мосту Тей: отчет следственного суда и отчет г-на Ротери об обстоятельствах, связанных с падением части моста Тей 28 декабря 1879 г. https://www.railwaysarchive.co.uk/documents/BoT_TayInquiry1880.pdf
3. Расчеты высотных сооружений при ветровом воздействии. <https://apr.ru/article/14579>.
4. Танцующий мост в Волгограде: причины, аналогии, мероприятия. Часть 1. Причины // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. Том 7. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tantsuyuschiy-most-v-volgograde-prichiny-analogii-meropriyatiya-chast-1-prichiny>.
5. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения. М.: Стройиздат, 1984. 360 с.
6. Дубинский С.И. Расчеты высотных сооружений при ветровом воздействии. http://old.inm.ras.ru/library/seminars/s9-mmgsdp/Dubinsky_100211.pdf.
7. Ким Д.А. Анализ ветрового воздействия на здания и сооружения // Инженерный вестник Дона. 2020. №12. <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6699>
8. Федеральный закон № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
9. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. М., 1985
10. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. М., 2012.
11. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. М., 2016.
12. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия. (EN 1991-1-4:2005, IDT).
13. Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ. «О техническом регулировании».

REFERENCES

1. Obrucheniya zdaniy, mostov i damb [Collapse of buildings, bridges and dams]. <https://pointeresam.ru/fact/vnezapnoe-razrushenie-stroitelnykh-konstrukcij-v-rezultate-technogennykh-katastrof>.
2. Rothery H. Tay bridge disaster. https://www.railwaysarchive.co.uk/documents/BoT_TayInquiry1880.pdf
3. Raschety vysotnykh sooruzheniy pri vetrovom vozdeystvii. <https://apr.ru/article/14579>.
4. Tantsuyushchiy most v Volgograd: prichiny, analogii, meropriyatiya. Chast' 1. Prichiny [Dancing bridge in Volgograd: reasons, analogies, activities. Part 1. Reasons]. Internet-zhurnal «Naukovedeniye». 2015. Tom 7. No 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tantsuyuschiy-most-v-volgograde-prichiny-analogii-meropriyatiya-chast-1-prichiny>.
5. Simiu E., Scanlan R. Vozdeystviye vetra na zdaniya i sooruzheniya [The impact of wind on buildings and structures]. Moscow: Stroyizdat, 1984. 360 p.
6. Dubinskiy S.I. Raschety vysotnykh sooruzheniy pri vetrovom vozdeystvii [Calculations of high-rise structures under wind action]. http://old.inm.ras.ru/library/seminars/s9-mmgsdp/Dubinsky_100211.pdf.
7. Kim D.A. Analiz vetrovogo vozdeystviya na zdaniya i sooruzheniya [Analysis of wind impact on buildings and structures]. Inzhenernyy vest-nik Dona. 2020. №12. <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6699>
8. Federal law of Russian Federation No 384 «Tekhnicheskiy reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy» [Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures].
9. Building Code of USSR SNiP 2.01.07-85. Nagruzki i vozdeystviya [Loads and impacts]. Moscow, 1985
10. Building Code of RF SP 20.13330.2011 Nagruzki i vozdeystviya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.01.07-85* [Loads and impacts. Updated edition of SNiP 2.01.07-85 *]. Moscow, 2012.
11. SP 20.13330.2016 Nagruzki i vozdeystviya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.01.07-85*. [Loads and impacts. Updated edition of SNiP 2.01.07-85 *]. Moscow, 2016.
12. Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions. (EN 1991-1-4:2005, IDT).
13. Federal law of Russian Federation. Introduced 27.12.2002, No 184-FZ. «O tekhnicheskoy regulirovaniy» [On technical regulation].

Информация об авторах:

Кузнецов Виталий Сергеевич

ФГБОУ «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), г. Москва, Россия,
кандидат технических наук, профессор кафедры Архитектурно-строительного проектирования.
E-mail: kuznetsovvs@mgsu.ru

Шурушкин Алексей Александрович

ФГБОУ «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), г. Москва, Россия,
студент Мытищинского филиала НИУ МГСУ.
E-mail: shurushkin@bk.ru

Information about authors:

Kuznetsov Vitaly S.

National Research Moscow State University of Civil Engineering (MGSU), Moscow, Russia,
candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Architectural and Construction Design.
Email: kuznetsovvs@mgsu.ru

Shurushkin Alexey A.

National Research Moscow State University of Civil Engineering (MGSU), Moscow, Russia,
student of the Mytishchi branch of the MGSU.
E-mail: shurushkin@bk.ru

Н.Б. АНДРОСОВА^{1,3}, В.И. КОЛЧУНОВ^{2,3}

¹ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия

²ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия

³ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук», г. Москва, Россия

ЖИВУЧЕСТЬ РАМНО-СТЕРЖНЕВОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА ЗДАНИЯ В ЗАПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ

Аннотация. Изложены методика и алгоритм расчета параметров живучести длительно деформируемого железобетонного каркаса здания в запредельных состояниях. Аналитические зависимости для определения значения меры ползучести приняты в соответствии с использованием приближенных зависимостей из рекомендаций НИИЖБ. На этой основе предложена методика определения изгибной жесткости поперечного сечения элементов каркаса. Сформулирован деформационный критерий особого предельного состояния с учетом неравновесных процессов длительной деформации элементов конструктивной системы. Приведены результаты численного анализа потенциала живучести длительно деформируемого железобетонного каркаса при внезапном удалении одного из конструктивных элементов с учетом предыстории длительного деформирования рассматриваемого каркаса здания при эксплуатационной нагрузке. Определена экспозиция живучести конструктивной системы с момента ее нагружения до превращения в кинематически изменяемую систему.

Ключевые слова: прогрессирующее обрушение, потенциал живучести, железобетонные конструкции, ползучесть, особое воздействие.

N.B. ANDROSOVA^{1,3}, V.I. KOLCHUNOV^{2,3}

¹Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia

²Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

³Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Moscow, Russia

SURVIVABILITY OF THE FRAME-ROD REINFORCED CONCRETE BUILDING FRAMEWORK IN ACCIDENTAL ACTION

Abstract. A methodology and an algorithm for calculating the survivability parameters of a long-term deformable reinforced concrete building frame in extreme states are presented. Analytical dependencies for determining the value of the creep measure are taken in accordance with the use of approximate dependencies from the recommendations of the NIIZHB. On this basis, a method is proposed for determining the cross-section bending stiffness of the frame elements. The deformation criterion of a special limiting state is formulated taking into account the nonequilibrium processes of prolonged deformation of the structural system elements. The numerical analysis results of the long-term deformable reinforced concrete frame survivability potential with a sudden removal of the one structural element, taking into account the long-term deformation prehistory of the considered building frame under an operating load, are presented. The exposure of the structural system survivability from the its loading moment to its transformation into a kinematically variable system has been determined.

Keywords: progressive collapse, survivability potential, reinforced concrete structures, creep, accidental action.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алмазов В.О. Проблемы прогрессирующего разрушения // Строительство и реконструкция. 2014. №6. С. 3-10.
2. Бондаренко В.М. Силовое деформирование, коррозионные повреждения и энергосопrotивление железобетона. Курск: Юго-зап. гос. ун-т, 2016. 68 с.
3. Гениев Г.А., Пятикрестовский К.П. Вопросы длительной и динамической прочности анизотропных конструкционных материалов. ГУП ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2000. 38 с.
4. Ведяков И.И., Еремеев П.Г., Одесский П.Д., Попов Н.А., Соловьев Д.В. Анализ нормативных требований к расчету строительных конструкций на прогрессирующее обрушение // Вестник НИЦ Строительство. 2019. №2. С. 15-29.
5. Eryshev V.A., Karpenko N.I., Rimshin V.I. The Parameters Ratio in the Strength of Bent Elements Calculations by the Deformation Model and the Ultimate Limit State Method // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 753, 022076. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/753/2/022076>.
6. Трекин Н.Н. Кодыш Э.Н. Особое предельное состояние железобетонных конструкций и его нормирование // Промышленное и гражданское строительство. 2020. №3. С. 4-9.
7. Радченко А., Радченко П., Батуев С., Плевков В. Моделирование разрушения железобетонных конструкций при ударе // Architecture and Engineering. 2019. Т 4. №3. С. 22-29
8. Travush V.I., Fedorova N.V. Survivability of structural systems of buildings with special effects / В.И. Травуш, Н.В. Федорова // Magazine of Civil Engineering. 2018. №5. p. 73-80. <https://doi.org/10.18720/MCE.81.8>.
9. Тамразян А.Г. Технология расчета железобетонных конструкций при пожаре после землетрясения // Бетон и железобетон. 2020. № 1. С. 49-56.
10. Shapiro G.I., Smirnov A.V. Calculation model of typical panel building conjugation with large-span frame construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. 012090. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/456/1/012090>
11. Isobe D. Progressive Collapse Analysis of Structures. In: Progressive Collapse Analysis of Structures. Elsevier. 2018. 260 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812975-3.00001-3>.
12. Stylianidis P.M., Nethercot D.A., Izzuddin B.A., Elghazouli A.Y. Study of the mechanics of progressive collapse with simplified beam models // Engineering Structures. 2016. 117. P. 287-204. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2016.02.056>
13. Cha E.J., Ellingwood B.R. Seismic risk mitigation of building structures: The role of risk aversion. Structure safety. 2013. 40, P.11–19. <https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2012.06.004>.
14. Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н. Особое предельное состояние железобетонных конструкций при аварийных воздействиях. Бетон и железобетон – проблемы и перспективы. // Вестник НИЦ «Строительство». 2018. №1. С.120-125.
15. Клюева Н.В., Шувалов К.А. Исследование динамических догрузений в железобетонных неразрезных балках с использованием статико-динамических диаграмм // Вестник МГСУ. 2011. №2-2. С. 145-152.
16. Федорова Н.В., Кореньков П.А. Статико-динамическое деформирование монолитных железобетонных каркасов зданий в предельных и запредельных состояниях // Строительство и реконструкция. 2016. №6. С. 90-100.
17. Adam J.M., Parisi F., Sagaseta J., Lu X. Research and practice on progressive collapse and robustness of building structures in the 21st century // Engineering Structure. 2018. 173. P.122–149. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.06.082>.
18. Fedorova N. The dynamic effect in a structural adjustment of reinforced concrete structural system / Fedorova N., Kolchunov V., Tuyen V.N., Dinh Quoc P., Medyanin M. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Т. 869. С.052078. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/5/052078>.
19. Бондаренко В.М., Колчунов В.И. Концепция и направления развития теории конструктивной безопасности зданий и сооружений при силовых и средовых воздействиях // Промышленное и гражданское строительство. 2013. №2. С. 28-31.
20. Fedorova N.V., Gubanova M.S. Crack-resistance and strength of a contact joint of a reinforced concrete composite wall beam with corrosion damages under loading // Russian journal of building construction and architecture. 2018. №2. P. 6-18.
21. Kolchunov V.I., Savin S.Yu. Survivability criteria for reinforced concrete flame at loss of stability / Magazine of civil engineering. 2018. 80. P. 73-80. <https://doi.org/10.18720/MCE.80.7>.
22. Tamrazyan A.G., Mineev T.K., Zhukova L.I. Influence of chloride corrosion on probabilistic assessment of bearing capacity of beamless slabs overlap // IOP conference series: Materials science and engineering. 2019. 012117. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/661/1/012052>.
23. Kabantsev O., Mitrovic B.: Modeling post-critical deformation processes of flat reinforced concrete elements under biaxial stresses // MATEC Web of Conference. 2017. 117. P. 00071. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711700071>.

24. Li J., Yao Y. A study on creep and drying shrinkage of high performance concrete // *Cement and Concrete Research*. 2001. 31. P. 1203–1206. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(01\)00539-7](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(01)00539-7).
25. Vasanelli E., Micelli F., Aiello M.A., Plizzari G. Long term behavior of FRC flexural beams under sustained load // *Engineering Structures*. 2013. 56. P.1858–1867. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2013.07.035>.
26. Бондаренко В.М., Бондаренко С.В. Инженерные методы нелинейной теории железобетона. Москва: Стройиздат, 1982. 287 с.
27. Бондаренко В.М. Некоторые вопросы нелинейной теории железобетона. Харьков: Издательство харьковского университета, 1968. 323 с.
28. Рекомендации по учету ползучести и усадки бетона при расчете бетонных и железобетонных конструкций / НИИЖБ Госстроя СССР. Москва: Стройиздат, 1988. 120 с.
29. Беглов А.Д., Санжаровский Р.С. О методах решения уравнений ползучести бетона // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2005. №3. С. 55-63.

REFERENCES

1. Almazov V.O. Problemy progressiruyushchego razrusheniya // *Stroitel'stvo i rekonstrukciya*. 2014. №6. S. 3-10.
2. Bondarenko V.M. Silovoe deformirovanie, korrozionnye povrezhdeniya i energosoprotivlenie zhelezobetona. Kursk: YUgo-zap. gos. un-t, 2016. 68 s.
3. Geniev G.A., Pyatikrestovskij K.P. Voprosy dlitel'noj i dinamicheskoj prochnosti anizotropnyh konstrukcionnyh materialov. GUP CNIISK im. V.A. Kucherenko, 2000. 38 s.
4. Vedyakov I.I., Eremeev P.G., Odesskij P.D., Popov N.A., Solov'ev D.V. Analiz normativnyh trebovanij k raschetu stroitel'nyh konstrukcij na progressiruyushchee obrushenie // *Vestnik NIC Stroitel'stvo*. 2019. №2. S. 15-29.
5. Eryshev V.A., Karpenko N.I., Rimshin V.I. The Parameters Ratio in the Strength of Bent Elements Calculations by the Deformation Model and the Ultimate Limit State Method // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. 753, 022076. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/753/2/022076>.
6. Trekin N.N. Kodysh E.N. Osoboe predel'noe sostoyanie zhelezobetonnyh konstrukcij i ego normirovanie // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2020. №3. S. 4-9.
7. Radchenko A., Radchenko P., Batuev S., Plevkov V. Modelirovanie razrusheniya zhelezobetonnyh konstrukcij pri udare // *Architecture and Engineering*, 2019. T 4. №3. S. 22-29
8. Travush V.I., Fedorova N.V. Survivability of structural systems of buildings with special effects / V.I. Travush, N.V. Fedorova // *Magazine of Civil Engineering*. 2018. №5. p. 73-80. <https://doi.org/10.18720/MCE.81.8>.
9. Tamrazyan A.G. Tekhnologiya rascheta zhelezobetonnyh konstrukcij pri pozhare posle zemletreseniya // *Beton i zhelezobeton*. 2020. № 1. S. 49-56.
10. Shapiro G.I., Smirnov A.V. Calculation model of typical panel building conjugation with large-span frame construction // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. 012090. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/456/1/012090>
11. Isobe D. Progressive Collapse Analysis of Structures. In: *Progressive Collapse Analysis of Structures*. Elsevier. 2018. 260 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812975-3.00001-3>.
12. Stylianidis P.M., Nethercot D.A., Izzuddin B.A., Elghazouli A.Y. Study of the mechanics of progressive collapse with simplified beam models // *Engineering Structures*. 2016. 117. P. 287-204. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2016.02.056>
13. Cha E.J., Ellingwood B.R. Seismic risk mitigation of building structures: The role of risk aversion. *Structure safety*. 2013. 40, P.11–19. <https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2012.06.004>.
14. Kodysh E.N., Trekin N.N. Osoboe predel'noe sostoyanie zhelezobetonnyh konstrukcij pri avarijnyh vozdeystviyah. Beton i zhelezobeton – problemy i perspektivy // *Vestnik NIC «Stroitel'stvo»*. 2018. №1. S.120-125.
15. Klyueva N.V., SHuvalov K.A. Issledovanie dinamicheskikh dogruzenij v zhelezobetonnyh nerazreznnyh balkah s ispol'zovaniem statiko-dinamicheskikh diagramm // *Vestnik MGSU*. 2011. №2-2. S. 145-152.
16. Fedorova N.V., Koren'kov P.A. Statiko-dinamicheskoe deformirovanie monolitnyh zhelezobetonnyh karkasov zdaniy v predel'nyh i zapredel'nyh sostoyaniyah // *Stroitel'stvo i rekonstrukciya*. 2016. №6. S. 90-100.
17. Adam J.M., Parisi F., Sagaseta J., Lu X. Research and practice on progressive collapse and robustness of building structures in the 21st century // *Engineering Structure*. 2018. 173. P.122–149. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.06.082>.
18. Fedorova N. The dynamic effect in a structural adjustment of reinforced concrete structural system / Fedorova N., Kolchunov V., Tuyen V.N., Dinh Quoc P., Medyankin M. // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. T. 869. S.052078. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/5/052078>.
19. Bondarenko V.M., Kolchunov V.I. Koncepciya i napravleniya razvitiya teorii konstruktivnoj bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij pri silovyh i sredovyh vozdeystviyah // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2013. №2. S. 28-31.

20. Fedorova N.V., Gubanova M.S. Crack-resistance and strength of a contact joint of a reinforced concrete composite wall beam with corrosion damages under loading // Russian journal of building construction and architecture. 2018. №2. P. 6-18.
21. Kolchunov V.I., Savin S.Yu. Survivability criteria for reinforced concrete flame at loss of stability / Magazine of civil engineering. 2018. 80. P. 73-80. <https://doi.org/10.18720/MCE.80.7>.
22. Tamrazyan A.G., Mineev T.K., Zhukova L.I. Influence of chloride corrosion on probabilistic assessment of bearing capacity of beamless slabs overlap // IOP conference series: Materials science and engineering. 2019. 012117. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/661/1/012052>.
23. Kabantsev O., Mitrovic B. Modeling post-critical deformation processes of flat reinforced concrete elements under biaxial stresses // MATEC Web of Conference. 2017. 117, P. 00071. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711700071>.
24. Li J., Yao Y. A study on creep and drying shrinkage of high performance concrete // Cement and Concrete Research. 2001. 31. P. 1203–1206. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(01\)00539-7](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(01)00539-7).
25. Vasanelli E., Micelli F., Aiello M.A., Plizzari G. Long term behavior of FRC flexural beams under sustained load // Engineering Structures. 2013. 56. P.1858–1867. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2013.07.035>.
26. Bondarenko V.M., Bondarenko S.V. Inzhenernye metody nelinejnoj teorii zhelezobetona. Moskva: Strojizdat, 1982. 287 s.
27. Bondarenko V.M. Nekotorye voprosy nelinejnoj teorii zhelezobetona. Har'kov: Izdatel'stvo har'kovskogo universiteta, 1968. 323 s.
28. Rekomendacii po uchetu polzuchesti i usadki betona pri raschete betonnyh i zhelezobetonnyh konstrukcij / NIIZH Gosstroya SSSR. - Moskva: Strojizdat, 1988. 120 s.
29. Beglov A.D., Sanzharovskij R.S. O metodah resheniya uravnenij polzuchesti betona // Stroitel'naya mekhanika inzhenernyh konstrukcij i sooruzhenij. 2005. №3. S. 55-63.

Информация об авторах:

Андросова Наталия Борисовна

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой строительных конструкций и материалов. ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук», г. Москва, Россия, старший научный сотрудник.
E-mail: ramia84@rambler.ru

Колчунов Виталий Иванович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия, доктор технических наук, профессор кафедры железобетонных и каменных конструкций. ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук», г. Москва, Россия, главный научный сотрудник.
E-mail: asiorel@mail.ru

Information about authors:

Androsova Natalia B.

Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia, candidate of technical science, docent, head of the department of building constructions and materials. Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Moscow, Russia, starshiy nauchnyy sotrudnik.
E-mail: ramia84@rambler.ru

Kolchunov Vitaly I.

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow, Russia, doctor of Technical Sciences, professor of the department of reinforced concrete and stone structures. Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Moscow, Russia, glavniy nauchnyy sotrudnik.
E-mail: asiorel@mail.ru

Т.А. ИЛЬЮЩЕНКО^{1,2}, Н.В. ФЕДОРОВА^{2,3}

¹ФГБОУ ВО «Юго-западный государственный университет», г. Курск, Россия

²ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук», г. Москва, Россия

³ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия

КРИТЕРИЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СЛОЖНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ

***Аннотация.** Приведены критерии динамической прочности и критерия трещиностойкости для характерного плосконапряженного железобетонного элемента с предварительно напряженной арматурой в одном из направлений. Критерии построены обобщением теории пластичности бетона и железобетона Г.А. Гениева на область существования растягивающих напряжений: «растяжение-растяжение» и «сжатие-растяжение». В общем виде условие трещиностойкости и прочности предварительно напряженного железобетонного плосконапряженного элемента представлены в виде эллипса в координатах главных напряжений. При этом в отличие от критерия трещиностойкости плоского ненапряженного элемента главные оси эллипса не проходят через начало координат. Даны результаты сравнительного анализа расчетных и опытных данных трещиностойкости и прочности для предварительно напряженного железобетона приопорной зоны ригеля монолитной железобетонной рамы, испытанной на заданную проектную нагрузку и особое динамическое воздействие.*

***Ключевые слова:** предварительно напряжение, железобетонный каркас здания, трещиностойкость, прочность, особое воздействие.*

T.A. ILIUSHCHENKO^{1,2}, N.V. FEDOROVA^{2,3}

¹South West State University, Kursk, Russia

²Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Moscow, Russia

³Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

DYNAMIC STRENGTH CRITERIA OF PRESTRESSED REINFORCED CONCRETE STRUCTURES WITH COMBINED STRENGTH

***Abstract.** Dynamic strength criteria and crack resistance criteria are given for a typical plane-stressed reinforced concrete element with prestressed reinforcement in one direction. The criteria are constructed by generalizing the theory of plasticity of concrete and reinforced concrete G.A. Geniev on the area of existence of tensile stresses: "tension- tension" and "compression- tension". In general terms, the crack resistance condition and strength condition of a prestressed reinforced concrete plane-stressed element are presented in the form of an ellipse in the coordinates of the main stresses. In this case, in contrast to the criteria of crack resistance of a flat unstressed element, the principal axes of the ellipse don't pass through the origin. The results of a comparative analysis of the calculated and experimental data on crack resistance and strength for prestressed reinforced concrete in the support zone of the beam of a monolithic reinforced concrete frame tested for a given design load and a special dynamic effect are given.*

***Keywords:** prestressing, reinforced concrete building frame, crack resistance, strength, special impact.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 385.1325800.2018. Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения / 385.1325800.2018. СП – М.: Минстрой России, 2018.– 33с.
2. UFC 4-023-03. Unified Facilities Criteria (UFC). Design of Buildings to Resist Progressive Collapse Text. Department of Defense USA, 2010. 176 p
3. GSA. Alternate path analysis & design guidelines for progressive collapse resistance, Washington, D.C., October 2016. 203 p.
4. ДБН В.1.2-14-2009. Общие принципы обеспечения надежности и конструктивной безопасности зданий, сооружений строительных конструкций и оснований. К.: Минрегионстрой Украины, 2009. 43 с.
5. Клюева Н.В., Кореньков П.А. Методика экспериментального определения параметров живучести железобетонных рамно-стержневых конструктивных систем // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 2. С. 44-48.
6. Колчунов В.И., Осовских Е.В., Алькади С.А. Деформирование и разрушение железобетонных рамно-стержневых пространственных конструктивных систем многоэтажных зданий в запредельных состояниях // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 8. С. 73-77.
7. Fedorova N.V., Ngoc V.T. Deformation and failure of monolithic reinforced concrete frames under special actions // Journal of Physics: Conference Series. 2019. (1425). С. 012033.
8. Y. Xiao, Y.B. Zhao, F.W. Li, S. Kunnath, H.S. Lew, Collapse test of a 3-story half-scale RC frame structure, Struct. Congr. 2013, American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2013. Pp. 11–19.
9. H.M. Elsanadedy, T.H. Almusallam, Y.A. Al-Salloum, H. Abbas, Investigation of precast RC beam-column assemblies under column-loss scenario, Constr. Build. Mater. 142 (2017) 552–571.
10. Huynh C.T., Park J., Kim J. and Hyunhoon Progressive Collapse Resisting Capacity of Reinforced Concrete Beam-Column Sub-Assemblage // Magazine of Concrete Research. 2011. Vol. 63. Issue 4. Pp. 297-310.
11. Yu J., Gan Y.P., Liu J. Numerical study of dynamic responses of reinforced concrete infilled frames subjected to progressive collapse // Advances in Structural Engineering. 2020. С. 1369433220965273
12. Y.-L. Fan, J. Wang, and H.-L. Wang, Experimental study on collapse performance of one-story reinforced concrete frames using external prestressing tendons // Journal of Central South University. 2018. Vol. 49. N. 5. P. 1244–1253.
13. Yi W. J., He Q. F., Xiao Y., Kunnath S. K.: Experimental study on progressive collapse resistant behavior of reinforced concrete frame structures. ACI, 105(4), 2008. Pp. 433.
14. Yang T., Chen W., Han Z. Experimental Investigation of Progressive Collapse of Prestressed Concrete Frames after the Loss of Middle Column //Advances in Civil Engineering. 2020. T. 2020.
15. Qian K., Li Z. Z., Cen F. X., Li B. Strengthening RC Frames against Disproportionate Collapse by Post-Tensioning Strands //Structures Conference 2018: Blast, Impact Loading, and Response; and Research and Education. – Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2018. С. 283-290.
16. Qian K., Li B., Ma J. X. Load-carrying mechanism to resist progressive collapse of RC buildings // Journal of Structural Engineering. 2015. T. 141. № 2. С. 04014107
17. Fedorova N.V., Iliushchenko T.A. Influence of pre-stressing over parameters of diagram of static-dynamic deformation of RC elements // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2019. T. 687. № 3. С. 033033
18. Гениев Г.А., Колчунов В.И., Клюева Н.В. и др. Прочность и деформативность железобетонных конструкций при запроектных воздействиях: монография. М.: АСВ, 2004. 216 с.
19. Колчунов В.И., Клюева Н.В., Андросова Н.Б., Бухтиярова А.С. Живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях. М.: АСВ, 2014. 208 с.
20. Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Тюпин Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона. М.: Стройиздат, 1974. 316 с.
21. Kolchunov V.I., Iliushchenko T.A. Crack resistance criterion of plane stress RC elements with prestressed reinforcement // Journal of Physics: Conf. Series, 2020. Vol. 1425. 012095
22. СП 63.13330.2018 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».
23. Ильющенко Т.А., Колчунов В.И., Федоров С.С. Трещиностойкость преднапряженных железобетонных рамно-стержневых конструкций при особых воздействиях // Строительство и реконструкция. 2021. № 1(93). С. 74-84.
24. Гениев Г.А. Об оценке динамических эффектов в стержневых системах из хрупких материалов // Бетон и железобетон. 1992. №9. С. 25-27.

REFERENCES

1. SP 385.1325800. 2018. Zashchita zdaniy i sooruzheniy ot progressiruyushchego obrusheniya. Pravila proektirovaniya. Osnovnye polozheniya [Protection of buildings and structures from progressive collapse. Design rules. The main provisions]. M.: Standartinform, 2018. S. 19 (rus)
2. UFC 4-023-03. Unified Facilities Criteria (UFC). Design of Buildings to Resist Progressive Collapse Text. Department of Defense USA, 2010. 176 p.
3. GSA. Alternate path analysis & design guidelines for progressive collapse resistance, Washington, D.C., October 2016, 203 p.
4. DBN V.1.2-14-2009. Obshchiye printsipy obespecheniya nadezhnosti i konstruktivnoy bezopasnosti zdaniy, sooruzheniy stroitel'nykh konstruksiy i osnovaniy [General principles of ensuring the reliability and structural safety of buildings, structures of structures and foundations]. Kiev: Minregionstroy Ukrainy, 2009. 43 p. (ukr)
5. Klyueva N.V., Koren'kov P.A. Metodika eksperimental'nogo opredeleniya parametrov zhivuchesti zhelezobetonnykh ramno-sterzhnevyykh konstruktivnykh sistem [Method of experimental determination of parameters of survivability of reinforced concrete frame-bar structural systems] // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2016. No2. S.44-48. (rus)
6. Kolchunov V.I., Osovskih E.V., Al'kadi S.A. Deformirovanie i razrushenie zhelezobetonnykh ramno-sterzhnevyykh prostranstvennykh konstruktivnykh sistem mnogoetazhnykh zdaniy v zapredel'nykh sostoyaniyakh [Deformation and destruction of reinforced concrete frame-bar spatial structural systems of multi-storey buildings in extreme states] // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2017. №. 8. S. 73-77. (rus)
7. Fedorova N.V., Ngoc V.T. Deformation and failure of monolithic reinforced concrete frames under special actions // *Journal of Physics: Conference Series*. – IOP Publishing. 2019. T. 1425. №. 1. C. 012033
8. Y. Xiao, Y.B. Zhao, F.W. Li, S. Kunnath, H.S. Lew, Collapse test of a 3-story half-scale RC frame structure, *Struct. Congr.* 2013, American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2013. Pp. 11–19.
9. H.M. Elsanadedy, T.H. Almusallam, Y.A. Al-Salloum, H. Abbas, Investigation of precast RC beam-column assemblies under column-loss scenario // *Constr. Build. Mater.* 142 (2017) 552–571.
10. Huynh C. T., Park, J., Kim J. and Hyunhoon Progressive Collapse Resisting Capacity of Reinforced Concrete Beam-Column Sub-Assemblage // *Magazine of Concrete Research*. 2011. Vol. 63. Issue 4. Pp. 297-310.
11. Yu J., Gan Y. P., Liu J. Numerical study of dynamic responses of reinforced concrete infilled frames subjected to progressive collapse // *Advances in Structural Engineering*. 2020. C. 1369433220965273
12. Y.-L. Fan, J. Wang, and H.-L. Wang, Experimental study on collapse performance of one-story reinforced concrete frames using external prestressing tendons // *Journal of Central South University*. 2018. Vol. 49. No. 5. P. 1244–1253.
13. Yi, W. J., He, Q. F., Xiao, Y., Kunnath, S. K.: Experimental study on progressive collapse resistant behavior of reinforced concrete frame structures // *ACI*, 105(4), 2008. Pp. 433.
14. Yang T., Chen W., Han Z. Experimental Investigation of Progressive Collapse of Prestressed Concrete Frames after the Loss of Middle Column // *Advances in Civil Engineering*. 2020. T. 2020.
15. Qian K., Li Z. Z., Cen F. X., Li B. Strengthening RC Frames against Disproportionate Collapse by Post-Tensioning Strands // *Structures Conference 2018: Blast, Impact Loading, and Response; and Research and Education*. – Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2018. C. 283-290.
16. Qian K., Li B., Ma J. X. Load-carrying mechanism to resist progressive collapse of RC buildings // *Journal of Structural Engineering*. 2015. T. 141. №. 2. C. 04014107
17. Fedorova N.V., Iliushchenko T.A. Influence of pre-stressing over parameters of diagram of static-dynamic deformation of RC elements // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – IOP Publishing, 2019. T. 687. №. 3. C. 033033.
18. Geniev G.A., Kolchunov V.I., Klyueva N.V. i dr. Prochnost' i deformativnost' zhelezobetonnykh konstrukcij pri zaproektnykh vozdeystviyakh [Strength and deformability of reinforced concrete structures under beyond design basis impacts]. M.: ASV, 2004. 216 s. (rus)
19. Kolchunov V.I., Klyueva N.V., Androsova N.B., Buhtiyarova A.S. Zhivuchest' zdaniy i sooruzheniy pri zaproektnykh vozdeystviyakh [Survivability of buildings and structures under beyond design basis impact]. M.: ASV, 2014. 208 s. (rus)
20. Geniev G.A., Kissyuk V.N., Tyupin G.A. Teoriya plastichnosti betona i zhelezobetona [The theory of plasticity of concrete and reinforced concrete]. M.: Strojizdat, 1974. 316 s. (rus)
21. Kolchunov V.I., Iliushchenko, T.A. Crack resistance criterion of plane stress RC elements with prestressed reinforcement // *Journal of Physics: Conf. Series*, 2020. Vol. 1425. 012095
22. SP 63.13330.2018. Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii. Osnovnye polozheniya [Concrete and reinforced concrete structures. Basic Provisions.]. M.: Standartinform, 2018. S. 152 (rus)
23. Iliushchenko T.A., Kolchunov V.I., Fedorov S.S. Treshchinostojkost' prednapryazhennykh zhelezobetonnykh ramno-sterzhnevyykh konstrukcij pri osobykh vozdeystviyakh [Crack resistance of prestressed reinforced concrete frame-rod structures under special influences] // *Stroitel'stvo i rekonstrukciya*. 2021. № 1(93). S. 74-84. (rus)
24. Geniev G.A. Ob ocenke dinamicheskikh effektiv v strezhnevyykh sistemakh iz hрупkikh materialov [On the assessment of dynamic effects in rod systems made of brittle materials] // *Beton i zhelezobeton*. 1992. №9. S. 25-27. (rus)

Информация об авторах:

Ильющенко Татьяна Александровна

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия,
аспирант кафедры уникальных зданий и сооружений.

Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН Российская Федерация, г. Москва, Россия,
инженер НИИСФ РААСН.

E-mail: tatkhalina93@yandex.ru

Федорова Наталия Витальевна

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия,
доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой АСП, директор филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи.

Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН Российская Федерация, г. Москва, Россия,
ведущий научный сотрудник НИИСФ РААСН.

E-mail: FedorovaNV@mgsu.ru

Information about authors:

Ilyushchenko Tatiana A.

Southwest State University, Kursk, Russia,
postgraduate student of unique buildings and structures.

Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Moscow,
Russia,

engineer.

E-mail: tatkhalina93@yandex.ru

Fedorova Natalia V.

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU), Moscow, Russia,

doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Architectural and Construction Design, Director of
the branch of Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU) in Mytishchi.

Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Moscow,
Russia,

leading researcher.

E-mail: FedorovaNV@mgsu.ru

О.Е. ОСОВСКИХ¹

¹ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФРАГМЕНТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ПРИ СЛОЖНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментальных исследований и расчетного анализа железобетонной пространственной рамы – фрагмента каркаса многоэтажного здания в предельных и запредельных состояниях. Выполнена серия испытаний на проектные и запроектные воздействия в стадии работы конструкции без трещин. Динамический расчет рассматриваемой конструктивной системы выполнен в режиме прямого интегрирования уравнений движения. Установлены особенности деформирования рамы до и после запроектного воздействия, вызывающего внезапную структурную перестройку конструктивной системы. Получено удовлетворительное согласование результатов расчета с результатами испытаний.

Ключевые слова: пространственная рама, железобетон, составное сечение, сложное напряженное состояние, двухуровневая расчетная схема, деформации.

О.Е. OSOVSKIKH¹

¹SouthwestState University, Kursk, Russia

EXPERIMENTAL STUDIES OF A FRAGMENT OF A REINFORCED CONCRETE FRAME OF A MULTI-STOREY BUILDING UNDER COMPLEX STRESS STATE

Abstract. The article presents the results of experimental research and computational analysis of a reinforced concrete spatial frame - a fragment of the frame of a multi-storey building in limiting and out-of-limit states. A series of tests for design and beyond design impacts was performed at the stage of construction without cracks. The dynamic calculation of the considered structural system was carried out in the mode of direct integration of the equations of motion. The features of frame deformation before and after the beyond design basis impact, causing a sudden structural restructuring of the structural system, have been established. Satisfactory agreement of the calculation results with the test results is obtained.

Keywords: spatial frame, reinforced concrete, composite section, complex stress state, two-level design scheme, deformations.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон №384 – ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Москва, 2010.
2. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения (с Изменением N 1) М.: Минстрой России, 2019.
3. Travush V.I., Fedorova N.V. Survivability of structural systems of buildings with special effects // Magazine of Civil Engineering. 2018. № 5 (81). С. 73-80.
4. Alkadi S.A., Osovskiyh O.E., Fedorova N.V. Analysis of reinforced concrete space frame deformation with composite sections elements // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Novosibirsk, 2018. С. 012033.

5. Колчунов В.И., Осовских Е.В., Филатова С.А. Способ экспериментального определения динамических догрузений в рамно-стержневых конструктивных системах и устройство, реализующее его. Патент на изобретение RU 2622496 С, 15.06.2017. Заявка № 2016128903 от 15.07.2016.
6. Клюева Н.В., Кореньков П.А. Методика экспериментального определения параметров живучести железобетонных рамно-стержневых конструктивных систем // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 2. С. 44-48.
7. Федорова Н.В., Кореньков П.А., Ву Н.Т. Методика экспериментальных исследований деформирования монолитных железобетонных каркасов зданий при аварийных воздействиях. // Строительство и реконструкция. 2018. № 4 (78). С. 42-52.
8. Родевич В.В., Арзамасцев С.А. Экспериментальные исследования железобетонных элементов, работающих на изгиб с кручением, при статическом и кратковременном динамическом воздействиях. // Жилищное строительство. 2014. № 10. С. 15-18.
9. Perelmutter A.V., Kabantsev O.V. About the problem of analysis resistance bearing systems in failure of a structural element. // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2018. T. 14. № 3. С. 103-113.
10. Кабанцев О.В., Перельмутер А.В. О методах анализа сопротивления несущих систем в режимах отказа конструктивного элемента // В сборнике: "Лолейтовские чтения-150". Современные методы расчета железобетонных и каменных конструкций по предельным состояниям. Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения профессора, автора методики расчета железобетонных конструкций по стадии разрушения, основоположника советской научной школы теории железобетона, основателя и первого заведующего кафедрой железобетонных конструкций Московского инженерно-строительного института (МИСИ) А.Ф. Лолейта. Под редакцией А.Г. Тамразяна. 2018. С. 132-137.
11. Осовских О.Е. Программа для обработки тензометрических данных динамических испытаний Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2021616294, 20.04.2021. Заявка № 2021615148 от 13.04.2021

REFERENCES

1. Federal Law No. 384 - FZ "Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures". Moscow, 2010.
2. SP 385.1325800.2018 Protection of buildings and structures from progressive collapse. Design rules. Basic Provisions (with Amendment No. 1) М.: Ministry of Construction of Russia, 2019
3. Survivability of structural systems of buildings with special effects Travush V.I., Fedorova N.V. // Magazine of Civil Engineering. 2018. № 5 (81). С. 73-80.
4. Kolchunov V.I., Osovskikh E.V., Filatova S.A. Sposob eksperimental'nogo opredeleniya dinamicheskikh dogruzhenij v ramno-sterzhnevyykh konstruktivnykh sistemah i ustrojstvo, realizuyushchee ego [A method for the experimental determination of dynamic additional loading in frame-rod structural systems and a device that implements it]. Invention patent RU 2622496 C, 15.06.2017. Application No. 2016128903 dated 15.07.2016.
5. Alkadi S.A., Osovskiyh O.E., Fedorova N.V. Analysis of reinforced concrete space frame deformation with composite sections elements // In the collection: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Novosibirsk, 2018. С. 012033.
6. Klyueva N.V., Korenkov P.A. Metodika eksperimental'nogo opredeleniya parametrov zhivuchesti zhelezobetonnykh ramno-sterzhnevyykh konstruktivnykh sistem [The method of experimental determination of the parameters of survivability of reinforced concrete frame-bar structural systems] // Industrial and civil construction. 2016. No. 2. S. 44-48.
7. Fedorova N.V., Korenkov P.A., Wu N.T. Metodika eksperimental'nykh issledovaniy deformirovaniya monolitnykh zhelezobetonnykh karkasov zdaniy pri avarijnykh vozdeystviyakh [Technique of experimental studies of deformation of monolithic reinforced concrete frames of buildings under emergency impacts] // Stroitel'stvo i rekonstruktsiya. 2018. No. 4 (78). S. 42-52.
8. Rodevich V.V., Arzamastsev S.A. Eksperimental'nye issledovaniya zhelezobetonnykh elementov, rabotayushchih na izgib s krucheniem, pri staticheskom i kratkovremennom dinamicheskom vozdeystviyakh [Experimental studies of reinforced concrete elements operating in torsional bending under static and short-term dynamic effects] // Zhilishchnoe stroitel'stvo. 2014. No. 10. S. 15-18.
9. Perelmutter A.V., Kabantsev O.V. About the problem of analysis resistance bearing systems in failure of a structural element. // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2018. T. 14. № 3. С. 103-113.
10. Kabantsev O.V., Perelmutter A.V. O metodah analiza soprotivleniya nesushchih sistem v rezhimakh otказа konstruktivnogo elementa [On the methods of analysis of the resistance of bearing systems in the modes of failure of a structural element]. // In the collection: "Loleit readings-150". Modern methods for calculating reinforced concrete and masonry structures by limiting states. Collection of reports of the International Scientific and Practical Conference

dedicated to the 150th anniversary of the birth of the professor, the author of the method for calculating reinforced concrete structures by the stage of destruction, the founder of the Soviet scientific school of the theory of reinforced concrete, the founder and first head of the department of reinforced concrete structures of the Moscow Civil Engineering Institute (MISI) A. F. Loleita. Edited by A.G. Tamrazyan. 2018.S. 132-137.

11. Osovskikh O.E. Programma dlya obrabotki tenzometricheskikh dannyh dinamicheskikh ispytaniy [Program for processing tensometric data of dynamic tests]. Certificate of registration of the computer program RU 2021616294, 20.04.2021. Application No. 2021615148 dated 04/13/2021

Информация об авторе:

Осовских Ольга Евгеньевна

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия,
аспирант кафедры уникальных зданий и сооружений.

E-mail: olga-osa@mail.ru

Information about author:

Osovskikh Olga E.

Southwest State University, Kursk, Russia,
postgraduate of the department of unique buildings and structures.

E-mail: olga-osa@mail.ru

Е.И. ГУРЬЕВА¹, А.А. ГРИБЦОВА¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Россия

РЕНОВАЦИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НАБЕРЕЖНОЙ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА

Аннотация. Целями исследования явились вопросы предпосылки к реновации прибрежной территории Волгограда для формирования устойчивого развития территорий Волгоградской агломерации. В статье приведены результаты градостроительного анализа: функциональное зонирование территории набережной; схема реорганизации территории в границах разработки концепции; схема классификации озелененных территорий и ретроспективного материала. Обосновывается актуальность развития городских рекреационных пространств, прибрежных территорий, преобразования и модернизация уже сложившейся застройки в контексте решения проблем градостроительной деятельности. Приведены требования к оценке по каждому характерному показателю, влияющему на преобразование существующего облика Волгограда для повышения туристического потенциала. Установлено, что планировочные и архитектурно-пространственные решения набережной г. Волгоград пешеходно-транспортная – двухъярусная: при этом верхние и нижние ярусы имеют различное функциональное назначение.

Ключевые слова: реновация, градостроительство, город, озеленение, прибрежные территории, набережная.

E.I. GUREVA¹, A.A. GRIBTSOVA¹

¹Voronezh state technical University, Voronezh, Russia

RENOVATION OF THE COASTAL AREAS ON THE EXAMPLE CENTRAL EMBANKMENT OF THE CITY OF VOLGOGRAD

Abstracts. The objectives of the study were the questions of the prerequisites for the renovation of the coastal territory of Volgograd for the formation of sustainable development of the territories of the Volgograd agglomeration. The article presents the results of an urban planning analysis: functional zoning of the embankment territory; a scheme for the reorganization of the territory within the boundaries of the concept development; a scheme for the classification of green areas and retrospective material. The article substantiates the relevance of the development of urban recreational spaces, coastal areas, transformation and modernization of existing buildings in the context of solving the problems of urban development. The requirements for evaluation for each characteristic indicator that affects the transformation of the existing image of Volgograd to increase the tourist potential are given. It is established that the planning and architectural and spatial solutions of the Volgograd embankment are pedestrian-transport – two-tiered: the upper and lower tiers have different functional purposes.

Keywords: renovation, urban development, city, landscaping, coastal areas, embankment.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Енин А.Е., Гурьев С.Н., Сукочева С.А. Проблемы благоустройства городской набережной (на примере Петровской набережной в городе Воронеже) // Архитектурные исследования. 2018. № 1 (13). С. 83-93.
2. Теодоронский В.С. О методах ландшафтно-визуальной оценки открытых пространств в районах набережных Москвы-реки // В сборнике: Великие реки 2019 Труды научного конгресса 21-го Международного научно-промышленного форума: в 3-х томах. 2019. С. 106-109.

3. Крыжевски О., Шкотова О.В. Тенденции благоустройства набережных в современных городах // Академическая публицистика. 2019. № 11. С. 306-313.
4. Косарева Л.В., Граница Ю.В. Мониторинг состояния озеленения набережной г. Йошкар-олы // Вестник ландшафтной архитектуры. 2019. № 19. С. 30-32.
5. Полный рейтинг городов России по качеству жизни в 2018 году [Электронный ресурс]. – URL: https://www.domofond.ru/statya/polnyy_reyting_gorodov_rossii_po_kachestvu_zhizni_v_2018_godu/7679 (дата обращения: 26.11.2019).
6. Ананьева А.А., Пуляевская О.В. Влияние градостроительных особенностей рекреационных объектов города на психологическое состояние человека // Социальная компетентность. 2017. Т. 2. № 4 (6). С. 66-70.
7. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2016): Принят Государственной Думой 22 декабря 2004 г. Одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 19.11.2019).
8. Гурьева Е.И., Ульянкина В.А. Воздействие человеческой деятельности на ландшафт (на примере г. Липецк) // Архитектурные исследования. 2018. № 3 (15). С. 71-80.
9. Кругляк В.В., Семенютина А.В., Гурьева Е.И. Модели архитектоники рекреационных насаждений для адаптивных систем озеленения // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2017. № 3. С. 108-112.
10. Глазычев В.Л. Устроение российского пространства // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2009. № 1 (11). С. 41-44.
11. Соловьева Е.А. Человек в городской среде: история и перспективы психологических исследований // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 4 (29). С. 195-200.
12. Хорькова Г.Р. Формирование безбарьерного городского пространства в контексте средового подхода // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 5 (34). С. 42-46.
13. Шмелева И.А. Проблема взаимодействия человека с окружающей средой: области и аспекты психологического исследования // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2010. № 3. С. 105-120.
14. Jirku A., Schroder T. Berlin eine Stadt amWasser// Garten + Landschaft. 2000. №2. - S. 9-16.
15. Jodidio, Philip. Architecture now! Architektur heute / Г architecture d'aujourd'hui / Philip Jodidio London.: Tashen, 2002.

REFERENCES

1. Enin A.E., Guryev S.N., Sukocheva S.A. Problems of urban embankment improvement (on the example of Petrovskaya embankment in Voronezh) // Architectural research. 2018. No. 1 (13). Pp. 83-93.
2. Teodoronsky V.S. On methods of landscape and visual assessment of open spaces in the Moscow river embankment areas // In the collection: Great rivers 2019 Proceedings of the scientific Congress of the 21st International scientific and industrial forum: in 3 volumes. 2019. Pp. 106-109.
3. Kryzhevsky O., Shkotova O.V. Trends in embankment improvement in modern cities // Academic journalism. 2019. No. 11. Pp. 306-313.
4. Kosareva L.V., Border Yu.V. Monitoring of the state of landscaping of the embankment of Yoshkar-Ola // Bulletin of landscape architecture. 2019. No. 19. Pp. 30-32.
5. Full rating of Russian cities by quality of life in 2018 [Electronic resource]. - URL: https://www.domofond.ru/statya/polnyy_reyting_gorodov_rossii_po_kachestvu_zhizni_v_2018_godu/7679 (accessed: 26.11.2019).
6. Ananyeva A.A., Pulyevskaya O.V. Influence of town-planning features of recreational objects of the city on the psychological state of a person // Social competence. 2017. Vol. 2. No. 4 (6). Pp. 66-70.
7. Town-Planning code of the Russian Federation: Federal law No. 190-FZ of 29.12.2004 (as amended on 03.07.2016) (with amendments). and add., Intro. effective from 01.09.2016): Adopted by the State Duma on December 22, 2004. Approved by the Federation Council on December 24, 2004. [Electronic resource]. - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (accessed: 19.11.2019).
8. Guryeva E.I., Ulyankina V.A. Impact of human activity on the landscape (on the example of Lipetsk) // Architectural research. 2018. No. 3 (15). Pp. 71-80.
9. Kruglyak V.V., Semenyutina A.V., Gureva E. I. Models of architectonics of recreational plantings for adaptive gardening systems // Bulletin of the Voronezh state University. Series: Geography. Geoecology. 2017. no. 3. Pp. 108-112.
10. Glazychev V.L. Organization of the Russian space // Proceedings of the Kazan state University of architecture and civil engineering. 2009. No. 1 (11). Pp. 41-44.

11. Solovyova E.A. Man in the urban environment: history and prospects of psychological research // Bulletin of civil engineers. 2011. No. 4 (29). Pp. 195-200.
12. Khorikova G.R. Formation of a barrier-free urban space in the context of the environmental approach // Bulletin of civil engineers. 2012. No. 5 (34). Pp. 42-46.
13. Shmeleva I.A. The Problem of human interaction with the environment: areas and aspects of psychological research // Bulletin of the Moscow University. Series 14: Psychology. 2010. no. 3. Pp. 105-120.
14. Jirku A., Schroeder T. Berlin is the city of amWasser// garden + land. 2000. no. 2. Pp. 9-16.
15. Jodidio, Philip. Architecture now! Architektur heute / G architecture d'aujourd'hui / Philip Jodidio London: TASCHEN, 2002.

Информация об авторах:

Гурьева Елена Ивановна

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Россия, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры градостроительства.

E-mail: gurjeva_el@mail.ru

Грибцова Анастасия Алексеевна

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Россия, магистр кафедры градостроительства.

E-mail: anastasiacntrol@yandex.ru

Information about authors:

Gureva Elena Iv.

Voronezh state technical University, Voronezh, Russia, PhD agricultural Sciences, associate Professor of urban planning.

E-mail: gurjeva_el@mail.ru

Gribtsova Anastasiya Al.

Voronezh state technical University, Voronezh, Russia, master's degree in urban planning.

E-mail: anastasiacntrol@yandex.ru

Е.В. ХОЛОДОВА¹, И.В. ШПАКОВ²

¹Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства (НИИТИАГ)
Филиал ФГБУ "ЦНИИП Минстроя России", г. Москва, Россия

²ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

АРХИТЕКТУРА, РЕКОНСТРУКЦИЯ И ИСТОРИЯ УСАДЬБЫ А.С. ШУМАКОВА В ГОРОДЕ КУРСКЕ

Аннотация. Исследование основано на выявленных архивных и печатных источниках, натурных исследованиях авторов.

Научная новизна и значимость исследования основана на выявлении архивных и печатных источников, которые позволяют более обоснованно реконструировать образную и материальную структуру утраченных элементов исследуемого главного усадебного дома усадьбы А.С. Шумакова в г. Курске.

Исследование выполнено за счет средств Государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2021 г. в рамках Плана фундаментальных научных исследований Минстроя России и РААСН, тема 1.2.2.

Ключевые слова: архитектура, строительство, реконструкция, композиция, планировка, главный дом, усадьба.

E.V. KHOLODOVA¹, I.V. SHPAKOV²

¹Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning (NIITIAG) Branch of the Federal State Budgetary Institution "TsNIIP of the Ministry of Construction of Russia", Moscow, Russia

²Kursk State Institute, Kursk, Russia

ARCHITECTURE, RECONSTRUCTION AND HISTORY ESTATES OF A.S. SHUMAKOV IN THE CITY OF KURSK

Abstract. The research is based on identified archival and printed sources, field studies of the authors.

The scientific novelty and significance of the study is based on the identification of archival and printed sources that allow for a more reasonable reconstruction of the figurative and material structure of the lost elements of the main manor house of the estate of A.S. Shumakov in Kursk.

The research was carried out at the expense of the State Program of the Russian Federation "Development of Science and Technology" for 2021 within the framework of the Plan of Fundamental Scientific Research of the Ministry of Construction of Russia and the Russian Academy of Sciences, topic 1.2.2.

Keywords: architecture, construction, reconstruction, composition, layout, main house, manor.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российский государственный архив древних актов. Ф. 1356. Оп. 1. Д. 2011.
2. Фотография Сергиево-Казанского собора 1858 г. // Церковно-архивный кабинет Московской духовной академии.
3. Государственный архив Курской области (ГАКО). Ф. 325. Оп. 1. Д. 176.
4. ГАКО. Ф. 143. Оп. 1. Д. 183.
5. ГАКО. Ф. 143. Оп. 1. Д. 74.
6. ГАКО. Ф. 54. Оп. 1. Д. 1258.
7. ГАКО. Ф. 1. Оп. 1. Д. 7941.
8. Календарь и памятная книжка Курской губернии на 1890 г. Издание Курского Губернского Статистического Комитета. — Курск: Типография губернского правления, 1889.

9. Памятная книжка Курской губернии на 1892 г. Издание Курского Губернского Статистического Комитета. Составлена Секретарем Комитета Т.И. Вержбицким. — Курск: Типография губернского правления, 1892.
10. Памятная книжка Курской губернии на 1893 г. Издание Курского Губернского Статистического Комитета. Составлена Секретарем Комитета Т.И. Вержбицким. — Курск: Типография губернского правления, 1893.
11. Памятная книжка Курской губернии на 1894 г. Издание Курского Губернского Статистического Комитета. Составлена Секретарем Комитета Т.И. Вержбицким. — Курск: Типография губернского правления, 1894.
12. Курский адрес-календарь. 1909. — Курск: Типо-Литография Губернского Правления, 1909.
13. Курский адрес-календарь. 1910. — Курск: Типо-Литография Губернского Правления, 1910.
14. Курский адрес-календарь. 1911. — Курск: Типо-Литография Губернского Правления, 1911.
15. Курский адрес-календарь. 1912. — Курск: Типо-Литография Губернского Правления, 1912.
16. Курский адрес-календарь. 1913. — Курск: Типо-Литография Губернского Правления, 1913.
17. Курский адрес-календарь. 1914. — Курск: Электрическая Типо-Литография Губернского Правления, 1914.
18. Курский адрес-календарь. 1915. — Курск: Электрическая Типо-Литография Губернского Правления, 1915.
19. Курский адрес-календарь. 1916. — Курск: Электрическая Типо-Литография Губернского Правления, 1916.
20. ГАКО. Ф. 143. Оп. 1. Д. 73.
21. Шпаков И. В. Архитектурный ансамбль провинциальной улицы города Курска второй половины XIX – середины XX веков : справочное издание : рукопись — Курск, 2021.
22. ГАКО. Ф. Р-200. Оп. 1. Д. 23.
23. ГАКО. Ф. Р-866. Оп. 1. Д. 266.
24. Весь Курск. Справочник всех государственных, кооперативных, промышленных, партийных и других учреждений. — Курск : Курская правда, 1923.
25. Курская полиция: взгляд через столетия: [иллюстрированная монография] / В. В. Коровин, Г. А. Салтык, Н. А. Постников [и др.] ; Управление Министерства внутренних дел Российской Федерации по Курской области. — Курск : ПОЛСТАР, 2018. — 575 с.
26. Зарубин Д. Июль 1942. Старый Оскол : документальное повествование. — Екатеринбург : Ridero, 2017.
27. ГАКО. Ф. Р-866. Оп. 1. Д. 238.
28. Немецкая аэрофотосъемка Курска. Июнь 1943 года. — Изображение : электронное // Аэрофотосъемка Второй Мировой Войны. — URL: <http://warfly.ru/?lat=51.729325&lon=36.188971&z=17> (дата обращения: 07.06.2020).
29. Курск. Опорный план Центра / Мособлпроект. — Москва : Мособлпроект, 1946. // Архив архитектора Е. В. Холодовой.
30. ГАКО. Ф. Р-623. Оп. 4. Д. 121.
31. ГАКО. Ф. Р-5346. Оп. 1. Д. 12.
32. Холодова Е. В. Зодчие Курского края XVII–XXI веков: ил. биограф. словарь / Елена Васильевна Холодова ; Кур. гос. ун-т. — Курск : Крона, 2003. — 279 с.
33. ГАКО. Ф. Р-5293. Оп. 1. Д. 64.
34. Технический паспорт на жилой дом и земельный участок по ул. Горького № 16. Составлен по состоянию на 28 июля 1971 г. — Курск, 1971.
35. Обл. Курская, г. Курск, ул. Горького, д. 16. — Текст : электронный // Реформа ЖКХ : сайт / ГК Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства. URL: <https://www.reformagkh.ru/myhouse/profile/view/6578791> (дата обращения: 07.06.2020).

REFERENCES

1. The Russian State Archive of Ancient Acts. F. 1356. Op. 1. d. 2011.
2. Photograph of the Sergiev-Kazan Cathedral in 1858 // Church Archive cabinet of the Moscow Theological Academy.
3. State archive of Kurskoy oblasti (GAKO). F. 325. Op. 1. D. 176.
4. ГАКО. Ф. 143. Оп. 1. Д. 183.
5. ГАКО. Ф. 143. Оп. 1. Д. 74.
6. ГАКО. Ф. 54. Оп. 1. Д. 1258.
7. ГАКО. Ф. 1. Оп. 1. Д. 7941.
8. Calendar and memorial book of Kursk province in 1890 Publication of the Kursk Provincial Statistical Committee. - Kurск: Printing house of the provincial government, 1889.

9. Commemorative book of the Kursk province for 1892 Edition of the Kursk Provincial Statistical Committee. Compiled by the Secretary of the Committee T.I. Verzhbitsky. - Kursk: Printing House of the provincial Government, 1892.
10. Commemorative book of the Kursk province for 1893 Edition of the Kursk Provincial Statistical Committee. Compiled by the Secretary of the Committee T.I. Verzhbitsky. - Kursk: Printing House of the provincial Government, 1893.
11. Commemorative book of the Kursk province for 1894 Edition of the Kursk Provincial Statistical Committee. Compiled by the Secretary of the Committee T.I. Verzhbitsky. - Kursk: Printing House of the provincial government, 1894.
12. Kursk address-calendar. 1909. - Kursk: Typo-lithography of the Provincial Government, 1909.
13. Kursk address-calendar. 1910. - Kursk: Typo-lithography of the Provincial Government, 1910.
14. Kursk address-calendar. 1911. - Kursk: Typo-lithography of the Provincial Government, 1911.
15. Kursk address-calendar. 1912. - Kursk: Type-lithography of the Provincial Government, 1912.
16. Kursk address-calendar. 1913. - Kursk: Typo-lithography of the Provincial Government, 1913.
17. Kursk address-calendar. 1914. - Kursk: Electric Typo-Lithography of the Provincial Government, 1914.
18. Kursk address-calendar. 1915. - Kursk: Electric Typo-lithography of the Provincial Government, 1915.
19. Kursk address-calendar. 1916. — Kursk: Electric Tipo-Lithography Provincial Government, 1916.
20. GAKO. F. R-143. Op. 1. D. 73.
21. Shpakov V. I. Architectural ensemble of the provincial streets of the city of Kursk second half of the XIX – mid XX century : reference book : the manuscript — Kursk, 2021.
22. GAKO. F. R-200. Op. 1. D. 23.
23. GAKO. F. R-866. Op. 1. D. 266.
24. The whole of Kursk. Directory of all state, cooperative, industrial, party and other institutions. - Kursk : Kurskaya Pravda, 1923.
25. Kursk Police: a look through the centuries: [illustrated monograph] / V. V. Korovin, G. A. Saltyk, N. A. Postnikov [et al.] ; Department of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation for the Kursk region. - Kursk : POLSTAR, 2018— - 575 p.
26. Zarubin D. July 1942. Stary Oskol : a documentary narrative. - Yekaterinburg : Ridero, 2017.
27. GAKO. F. R-866. Op. 1. D. 238.
28. German aerial photography of Kursk. June 1943. - Image : electronic // Aerial Photography Of The Second World War. - URL: <http://warfly.ru/?lat=51.729325&lon=36.188971&z=17> (date of application: 07.06.2020).
29. Kursk. The reference plan of the Center / Mosoblproekt. - Moscow : Mosoblproekt, 1946. // Archive of architect E. V. Kholodova.
30. GAKO. F. R-623. Op. 4. D. 121.
31. GAKO. F. R-5346. Op. 1. D. 12.
32. Kholodova E. V. Architects of the Kursk Region of the XVII-XXI centuries: ill. biographer. dictionary / Elena Vasilyevna Kholodova ; Kur. gos. un-T. - Kursk : Krona, 2003. - 279 p.
33. GAKO. F. R-5293. Op. 1. D. 64.
34. Technical passport for a residential building and a land plot on Gorky Street No. 16. Compiled as of July 28, 1971 - Kursk, 1971.
35. Kursk region, Kursk, Gorky str., 16. - Text : electronic // Housing and Communal Services Reform : website / GC Fund for Assistance to Housing and Communal Services Reform. - URL: <https://www.reformagkh.ru/myhouse/profile/view/6578791> (accessed: 06/07/2020).

Информация об авторах:

Холодова Елена Васильевна

Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства (НИИТИАГ) Филиал ФГБУ "ЦНИИП Минстроя России", г. Москва, Россия,
кандидат архитектуры, ведущий научный сотрудник, член Союза архитекторов России; советник РААСН; эксперт по проведению государственной историко-культурной экспертизы.
E-mail: tora-9@yandex.ru

Шпаков Илья Владимирович

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия,
кандидат исторических наук, заведующий отделом формирования и сопровождения электронных ресурсов научной библиотеки.
E-mail: shiva16@yandex.ru

Information about authors:

Kholodova Elena V.

Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning (NIITIAG) Branch of the Federal State Budgetary Institution "TSNIP of the Ministry of Construction of Russia", Moscow, Russia, candidate of Architecture, leading researcher, member of the Union of Architects of Russia; adviser to the RAASN; expert in conducting state historical and cultural expertise.

E-mail: tora-9@yandex.ru

Shpakov Ilya V.

Kursk State University, Kursk, Russia, candidate of Historical Sciences, Head of the Department of Formation and Maintenance of Electronic Resources of the Scientific library.

E-mail: shiva16@yandex.ru

Д.Ю. ЖЕЛДАКОВ¹, С.А.ТУРСУКОВ², И.Р. ХУСАИНОВ³

¹ Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), г. Москва, Россия

² Министерство строительства и архитектуры Республики Башкортостан (Минстрой РБ), г. Уфа, Россия

³ Уфимский государственный научно-технический Университет (УГНТУ), г. Уфа, Россия

ПРОЦЕССЫ ХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В МАТЕРИАЛЕ КРУПНОБЛОЧНОЙ ПОРИСТОЙ КЕРАМИКЕ

***Аннотация.** Крупноблочная пористая керамика, поступающая на рынок строительных материалов, имеет ряд неоспоримых качеств: низкая теплопроводность, малая плотность, высокие эстетические качества. По своим конструктивным особенностям данный материал является современным прототипом использовавшихся в строительстве с XIX века пустотелых кирпичей. Натурные исследования работы ограждающих конструкций с использованием пустотелых кирпичей показали, что во многих случаях кирпичи, уложенные в ограждающие конструкции зданий 60-80 лет назад подверглись существенному разрушению. При этом механизм разрушения не зависит от политермической нагрузки на материал. Выдвинутая гипотеза о том, что разрушение связано с химической деструкцией материала было исследовано с применением разработанной методики определения химической стойкости материала стеновой керамики. Проведенные исследования подтвердили выдвинутую гипотезу. Исследования химической стойкости материала крупноблочной пористой керамики должно быть учтено в технологии производства керамики.*

***Ключевые слова:** крупноблочная пористая керамика, химическая деструкция материала, долговечность, лабораторные исследования.*

D.Y. ZHELDAKOV¹, S.A. TURSUKOV², I.R. KHUSAINOV³

¹Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (NIISF RAASN), Moscow, Russia

²Ministry of Construction and Architecture of the Republic of Bashkortostan (Minstroy RB), Ufa, Russia

³Ufa State University of Science and Technology (USNTU), Ufa, Russia

CHEMICAL CORROSION PROCESSES OCCURRING IN THE MATERIAL OF LARGE-BLOCK POROUS CERAMICS

***Abstract.** Large-block porous ceramics, which enter the market of building materials, have a number of undeniable qualities: low thermal conductivity, low density, high aesthetic qualities. According to its design features, this material is a modern prototype of hollow bricks used in construction since the nineteenth century. Field studies of the work of enclosing structures using hollow bricks have shown that in many cases, the bricks laid in the enclosing structures of buildings 60-80 years ago were significantly destroyed. In this case, the destruction mechanism does not depend on the polythermal load on the material. The hypothesis that the destruction is associated with the chemical destruction of the material was investigated using the developed method for determining the chemical resistance of the material of wall ceramics. The conducted studies confirmed the hypothesis. Studies of the chemical resistance of the material of large-block porous ceramics should be taken into account in the production technology of ceramics.*

***Keywords:** large-block porous ceramics, chemical destruction of the material, durability, laboratory tests.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ищук М.К. «Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки». М., 2009 г.
2. Понаморов О.И., Комов В.М., Ломова Л.М. «Использование пустотелого поризованного камня и кирпича в строительстве» // «Строительные материалы». 1999 г.
3. Логвинов А.В. «История возникновения пустотелых крупноформатных керамических камней» // «Стройпрофиль». 2010. №8. С.5-10.
4. Ананьев А.И. Долговечность и теплозащитные свойства наружных кирпичных стен старинных зданий // АВОК, 2018. № 2. С. 52-55.
5. Салахов А.М. Керамика для строителей и архитекторов. Казань: ИД «Парадигма», 2009.
6. Рубцов О.И., Боброва Е.Ю., Жуков А.Д., Зиновьева Е.А. Керамический кирпич, камни и полнокирпичные стены // Строительные материалы. 2019. № 9. С. 8–13. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-774-9-8-13>.
7. Семёнов А.А. О состоянии отечественного рынка керамических стеновых материалов // Строительные материалы. 2016. № 8. С. 9-14.
8. Оперативные данные Государственного комитета Республики Башкортостан по строительству и архитектуре (дата обращения 15.03.2020).
9. Zheldakov D.Yu. The Brick Material Durability in Brickwork 2020; AlfaBuild; Volume 15 Article No 1504, doi: 10.34910/ALF. 15.4
10. Желдаков Д.Ю. Химическая коррозия кирпичной кладки. Протекание процесса // Строительные материалы. 2019. № 4. С. 36-43.
11. Litvan G. Testing the frost susceptibility of bricks. In *Masonry: Past and Pres.* 1975. Pp 123-132.
12. Fagerlund G. The international cooperative test of the critical degree of saturation method of assessing the freeze // thaw resistance of concrete *Mat. and Str.* 1977. 58(10). Pp 231–253.
13. Pashinskij V.A., Sidej V.N. Metodika ocenivaniya dolgovechnosti stroitel'noj keramiki po kriteriju morozostojkosti. [Method of evaluating the durability of building ceramics by the criterion of frost resistance]. TOGU. *Novye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii FAD TOGU.* 2015. No. 3. Pp. 273-279.
14. Желдаков Д.Ю. Методы исследования кинетики процесса химической коррозии материалов кирпичной кладки // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 11 (731). С. 74-86.
15. Zheldakov D., Tursukov S. The Durability of Large-Block Hollow Ceramics Published under licence by IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1079, Chapter 4. 2021 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1079 052018

REFERENCES

1. Ishhuk M.K. «Otechestvenny`j opy`t vozvedeniya zdaniy s naruzhny`mi stenami iz oblegchennoj kladki» [Domestic experience in the construction of buildings with external walls made of lightweight masonry]. М., 2009.
2. Ponomarev O.I., Komov V.M., Lomova L.M. «Ispol'zovanie pustotelogo porizovannogo kamnya i kirpicha v stroitel'stve» [The use of hollow porized stone and brick in construction] // «Stroitel'ny`e materialy`. 1999.
3. Logvinov A.V. «Istoriya vznikoveniya pustotel`x krupnoformatny`x keramicheskix kamnej» [The history of the appearance of hollow large-format ceramic stones] // «Strojprofil`. 2010. №8. S.5-10.
4. Anan'ev A.I. Dolgovechnost` i teplozashhitny`e svoystva naruzhny`x kirpichny`x sten starinny`x zdaniy [Durability and heat-protective properties of external brick walls of ancient buildings] // АВОК, 2018. № 2. С. 52-55.
5. Salaxov A.M. Keramika dlya stroitelej i arxitektorov [Ceramics for builders and architects]. Kazan`: ID «Paradigma», 2009.
6. Rubczov O.I., Bobrova E.Yu., Zhukov A.D., Zinov`eva E.A. Keramicheskij kirpich, kamni i polnokirpichny`e steny` [Ceramic bricks, stones and full-brick walls] // Stroitel'ny`e materialy`. 2019. № 9. S. 8–13. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-774-9-8-13>.
7. Semyonov A.A. O sostoyanii otechestvennogo ry`nka keramicheskix stenovy`x materialov [About a Condition of the Domestic Market of Ceramic Wall Materials]. // Stroitel'nye Materialy. 2016. No. 08. Pp. 9-14. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2016-740-8-9-15>.
8. Operativny`e dannyy`e Gosudarstvennogo komiteta Respubliki Bashkortostan po stroitel'stvu i arxitekture (data obrashheniya 15.03.2020). [Operational data of the State Committee of the Republic of Bashkortostan on Construction and Architecture (Date of access 15.03.2020)]. (In Russian).
9. Zheldakov D.Yu. The Brick Material Durability in Brickwork 2020; AlfaBuild; Volume 15. Article No 1504, doi: 10.34910/ALF. 15.4
10. Zheldakov D.Yu. Ximicheskaya korroziya kirpichnoj kladki. Protekanie processa [Chemical corrosion of brick masonry. Processing running]. // Stroitel'nye Materialy. 2019. No. 04. Pp. 36-43. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-769-4-36-43>.

11. Litvan G. Testing the frost susceptibility of bricks. In *Masonry: Past and Pres.* 1975. Pp 123-132.
12. Fagerlund G. The international cooperative test of the critical degree of saturation method of assessing the freeze // thaw resistance of concrete *Mat. and Str.* 1977. 58(10). Pp. 231–253.
13. Pashinskij V.A., Sidej V.N. Metodika ocenivaniya dolgovechnosti stroitel'noj keramiki po kriteriju morozostojkosti. [Method of evaluating the durability of building ceramics by the criterion of frost resistance]. TOGU. *Novye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii FAD TOGU.* 2015. No. 3. Pp: 273-279.
14. Zheldakov D.Yu. Metody` issledovaniya kinetiki processa ximicheskoj korrozii materialov kirpichnoj kladki. [Methods of investigation of kinetics of chemical corrosion process of materials of masonry]. // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo.* 2019. No. 11 (731). Pp. 78-86. DOI: 10.32683/0536-1052-2019-731-11-74-86 (In Russian).
15. D. Zheldakov and S. Tursukov *The Durability of Large-Block Hollow Ceramics* Published under licence by IOP Publishing Ltd IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1079, Chapter 4. 2021 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1079 052018

Информация об авторах:

Желдаков Дмитрий Юрьевич

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН), г. Москва, Россия, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник.
E-mail: djeld@mail.ru

Турсуков Сергей Алексеевич

Министерство строительства и архитектуры Республики Башкортостан (Минстрой РБ), г. Уфа, Россия, начальник отдела промышленности строительных материалов, строительной индустрии и новых технологий.
E-mail: serega_722@mail.ru

Хусайнов Ильгиз Рустэмович

Уфимский государственный научно-технический Университет (УГНТУ), г. Уфа, Россия, лаборант Научно-образовательного центра инновационных технологий.
E-mail: ki271@ya.ru

Information about authors:

Zheldakov Dmitry Ur.

Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (NIISF RAASN), Moscow, Russia, candidate of technical science, senior researcher.
E-mail: djeld@mail.ru

Tursukov Sergey Al.

Ministry of Construction and Architecture of the Republic of Bashkortostan (Minstroy RB), Ufa, Russia, head of the Department of Building Materials Industry, Construction industry and New Technologies.
E-mail: serega_722@mail.ru

Husainov Ilgiz R.

Ufa State University of Science and Technology (USNTU), Ufa, Russia, laboratory assistant of the Scientific and Educational Center for Innovative Technologies.
E-mail: ki271@ya.ru

А.С. СТРОНГИН¹

¹ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН), г. Москва, Россия,

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВИРОВАННЫХ ВЫТЯЖНЫХ ЗОНТОВ ПРИ ОБЕСПЫЛИВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Аннотация. Строгие требования к параметрам микроклимата и чистоте воздуха предъявляются к складским помещениям, особенно для хранения пищевых продуктов. Опыт эксплуатации складских помещений выявил необходимость периодического обеспыливания технологического транспорта (электрокаров и штабелеров), которое выполняется при техническом обслуживании продувкой сжатым воздухом и сопровождается сильным запылением окружающей среды. Кроме того, наблюдается образование мелкодисперсной пыли в секциях складирования поддонов.

Устранение отмеченных недостатков эффективно достигается применением активированных вытяжных зонтов, формирующих слаботурбулентные воздушные струи, локализирующие источник загрязнения. Для оценки эффективности применения активированных зонтов использован интегральный метод, базирующийся на законах сохранения импульса, массы и энергии. На примере представительного объекта проиллюстрирован расчёт параметров активированных вытяжных зонтов.

Ключевые слова: логистический комплекс, хранение пищевых продуктов, обеспыливание оборудования, вытяжной зонт, слаботурбулентные струи, сохранение баланса количества движения.

A.S. STRONGIN¹

¹Research Institute of Building Physics Russian Academy of Architecture and Construction Sciences NIISF RAASN, Moscow, Russia.

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE USE OF ACTIVATED EXHAUST HOODS FOR DEDUSTING TECHNOLOGICAL TRANSPORT OF WAREHOUSE PREMISES

Abstract. Strict requirements for microclimate parameters and air cleanliness are imposed on warehouses, especially for food storage. Experience in the operation of storage facilities has shown the need for periodic dust removal of technological vehicles (electric cars and stackers), which is performed during maintenance by blowing compressed air and is accompanied by a strong dusting of the environment. In addition, the formation of fine dust in the pallet storage sections is observed.

The elimination of the noted drawbacks is effectively achieved by using activated exhaust hoods, which form weakly turbulent air jets that localize the source of pollution. To assess the effectiveness of the use of activated hoods, an integral method based on the laws of conservation of momentum, mass and energy was used. The example of a representative object illustrates the calculation of the parameters of activated exhaust hoods.

Keywords: logistic complex, food storage, equipment dedusting, exhaust hood, low-turbulent jets, maintaining the balance of momentum.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов А.Н., Повышение энергоэффективности инженерного оборудования крупных торгово-производственных центров на примере гипермаркетов сети «Глобус» // Инженерные системы. СПб.: АВОК Северо-Запад, 2017. №4.
2. Агафонова И.А., Отопление и вентиляция современных складских комплексов // АВОК, 2019. №2.

3. Гримитлин А.М., Дацюк Т.А. Отопление и вентиляция производственных помещений: Изд.-во «АВОК Северо-запад», СПб. 2007. ISBN 5-902146-19-4
4. "Industrial ventilation" Design Guide Book, chapter 7, Editors: H. Goodfellow and E. Tahti. Academic Press, 2001.
5. Гримитлин А.М., Стронгин А.С. Воздушные завесы для зданий и технологических установок: - СПб.: Изд.-во «Лань», 2018. 136с. ISBN 978-5-8114-3276-9.
6. Ventilation Guide for Automotive Industry. Editor: Alexander Zhivov. HVAC Engineering, 2000.
7. Шепелев И.А. Аэродинамика воздушных потоков в помещении. М.: Стройиздат, 1978. 144 с.
8. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях. – 3 изд., «АВОК Северо-Запад», Санкт-Петербург, 2004. 320 с.
9. Эльтерман В.М. Вентиляция химических производств. - 3-е изд., перераб. - М., Химия, 1980. 288 с.
10. Эльтерман В.М. Охрана воздушной среды на химических и нефтехимических предприятиях. М., Химия, 1985. 160 с.
11. Zhivov A. Application of the Momentum Conservation method to the Overhead Push-Pull Hood Design // Proceedings of Seminar «Specially Engineered Local Exhaust and Intelligent Exhaust Systems», Zurich, Switzerland. 2003.
12. Strongin A. Optimization of Local Exhaust Designs for Typical Industrial Applications // Proceedings of the Industry Workshop «Industrial Process and Energy Optimization» Gettisbury, PA, USA, 2004.
13. G. Verhaeghe, "Study of air curtains used to restrict infiltration into refrigerated rooms," in G. Verhaeghe, M. V. Belleghem, A. Willockx, I. Verhaert, and M. D. Paepe, Heat Transfer. Fluid Mechanics and Thermodynamics, Proceedings of the 7th International Conference, pp. 1763-1769, 2010.
14. A.S. Strongin, A.M. Zhivov. Energy Efficient Air Curtains for Industrial Gates in Cold Climates. // HVAC 2021 Tallinn 10th International Conference Cold Climate HVAC & Energy 2021 // E3S Web of Conferences 246, 08005 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124608005>
15. Расчёт и подбор энергоэффективных воздушных и воздушно-тепловых завес. Пособие АВОК. // М.: АВОК-ПРЕСС, 2021.- 60 с.- ISBN 978-5-98267-108-0

REFERENCES

1. Gavrilov A.N. Povischenie energoeffektivnosti inženernogo oborudovaniya krupnich torgovo-proizvodstvennich centrov na primere gipermarketov seti «Globus».[Improving the energy efficiency of engineering equipment in large trade and production centers using the example of the Globus hypermarkets] // Ingeenering systems, St. Petersburg : ABOK Nord-West, 2017. No.4. (rus)
2. Agaphonova I.A., Otoplenie i ventilyazia sovremennich skladskich kompleksov [Heating and Ventilation of modern Warehouses] // Moscow: ABOK, 2019, No.2. (rus)
3. Grimitlin A.M., Dazuk T.A., Otoplenie i ventilyazia proizvodstvennich pomescheniy [Heating and Ventilation for industrial Premises]: ABOK Nord-West, St. Petersburg, 2007. ISBN 5-902146-19-4 (rus)
4. "Industrial ventilation" Design Guide Book, chapter 7, Editors: H. Goodfellow and E. Tahti. Academic Press, 2001.
5. Grimitlin A.M. Vozduschnie zavesi dlya zdani i tehnologicheskikh ustanovok [Air curtains for buildings and technological installations] in A.M. Grimitlin and A.S. Strongin, Doe, St.Petersburg, 2018. (rus)
6. Ventilation Guide for Automotive Industry. Editor: Alexander Zhivov. HVAC Engineering, 2000.
7. Shepelev I.A. Aerodinamika vozduschnich potokov v pomeschenii [Indoor air flow aerodynamics]. Moscow: Stroyizdat, 1978.144 p. (rus)
8. Grimitlin M.I. Raspredelenie vozduha v pomescheniyah [Indoor air distribution] – ABOK Nord-West, St. Petersburg, 2004. 320 p. (rus)
9. Elterman V.M. Ventilyazia himicheskikh proizvodstv [Ventilation of chemical plants] - Moscow., Chemistry, 1980. 288 p. (rus)
10. Elterman V.M. Ohrana vozduschnoy sredi na himicheskikh i nephtehimicheskikh predpriyatiyah [Air protection at chemical and petrochemical plants] Moscow, Chemistry, 1985. 160 p. (rus)
11. Zhivov A. Applicatihon of the Momentum Conservation method to the Overhead Push-Pull Hood Design // Proceedings of Seminar «Specially Engineered Local Exhaust and Intelligent Exhaust Systems», Zurich, Switzerland. 2003.
12. Strongin A. Optimization of Local Exhaust Designs for Typical Industrial Applications // Proceedings of the Industry Workshop «Industrial Process and Energy Optimization» Gettisbury, PA, USA, 2004.
13. G. Verhaeghe "Study of air curtains used to restrict infiltration into refrigerated rooms," in G. Verhaeghe, M.V. Belleghem, A. Willockx, I. Verhaert, and M. D. Paepe, Heat Transfer. Fluid Mechanics and Thermodynamics, Proceedings of the 7th International Conference, pp. 1763-1769, 2010.
14. Strongin A.S., Zhivov A.M. Energy Efficient Air Curtains for Industrial Gates in Cold Climates // HVAC 2021 Tallinn 10th International Conference Cold Climate HVAC & Energy 2021 // E3S Web of Conferences 246, 08005 (2021) doi.org/10.1051/e3sconf/202124608005

15. Raschet i podbor energoeffektivnih vozdušnih i vozdušno-teplovih zaves. Posobie ABOK [Calculation and Selection of energy efficient air and heat-air curtains. Calculation Guide] // Moscow: ABOK-PRESS, 2021. 60 p. ISBN 978-5-98267-108-0 (rus)

Информация об авторе:

Стронгин Андрей Семенович

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН), г. Москва, Россия,
кандидат технических наук, ст. научный сотрудник, зав. лабораторией экологической безопасности и энергетической эффективности инженерного оборудования зданий.
E-mail: strongin@yandex.ru

Information about author:

Strongin Andrei S.

Research Institute of Building Physics Russian Academy of Architecture and Construction Sciences NIISF RAASN, Moscow, Russia,
candidate in technical sciences, chief of the laboratory of ecological safety and energy efficiency building engineering equipment.
E-mail: strongin@yandex.ru

Х.А. ЩИРЖЕЦКИЙ¹, В.М. АЛЕШКИН¹, А.О. СУББОТКИН^{1,2}

¹ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН), г. Москва, Россия

²Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, г. Москва, Россия

ОЦЕНКА АКУСТИКИ ХРАМОВЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРА МЕРЫ ВЫСОТЫ

Аннотация. В работе, на основании анализа результатов натурных обследований акустики канонических молельных залов православной и мусульманской конфессий, разработано предложение по объективной оценке специфического ощущения сакральности проводимых религиозных мероприятий. Представлен новый параметр оценки этого ощущения - так называемая «мера высоты» восприятия звучания храма, с методикой его расчета и измерений. Произведена оценка связи этого параметра с известными критериями объемности и эхообразования, в зависимости от геометрии храма (в первую очередь, от высоты главного купола) и соотношения сигнал/шум по характерным зонам мест размещения прихожан.

Ключевые слова: акустика культовых сооружений, акустическое проектирование, мера объемности звучаний, акустический комфорт, молельные залы.

Ch.A. SCHIRJETSKY¹, V.M. ALESHKIN¹, A.O. SUBBOTKIN^{1,2}

¹Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Building Science (NIISF RAASN), Moscow, Russia

²Prokhorov General Physics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

ASSESSMENT OF THE ACOUSTICS OF TEMPLE BUILDINGS AND STRUCTURES BASED ON THE PARAMETER MEASURE OF HEIGHT

Abstract. In this paper, based on the analysis of the results of field surveys of the acoustics of canonical prayer halls of the Orthodox and Muslim confessions, a proposal for an objective assessment of the specific sense of sacredness of religious events is developed. A new parameter for assessing this feeling is presented-the so - called "height measure" of the perception of the sound of the temple, with the method of its calculation and measurement. The relationship of this parameter with the known volume criteria of echo formations is estimated, depending on the geometry of the church (first of all, on the height of the main dome) and the signal-to-noise ratio for the characteristic areas of the parishioners' accommodation.

Keywords: acoustics of religious buildings, acoustic design, reverberation, spatial acoustic measures, praying halls

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 31103-99 "Здания, сооружения и комплексы православных храмов" М. 2000, (Новая редакция - СП 391.1325800.2017 «Храмы православные. Правила акустического проектирования». М., 2017)
2. Щиржецкий Х.А., Сухов В.Н., Алешкин В.М. «К вопросу обеспечения условий акустического комфорта при проектировании и строительстве зданий и сооружений в комплексах православных храмов России», журнал «БСТ: Бюллетень строительной техники», №6 (2020), с.26-27
3. Щиржецкий Х.А., Алешкин В.М., Щиржецкий А.Х. «Особенности акустических требований к молельным залам канонических конфессиональных зданий и сооружений», Труды III Всероссийской Акустической конференции (РАО), С.-Петербург, 21-25 сентября 2020 г. С. 490-497.
4. Щиржецкий Х.А., Чесноков А.Н. и др. Акустика соборов Московского Кремля. "Акустический журнал", 1998. т.44. № 4.

5. Борисов Л.А., Щиржецкий Х.А. Акустика Храма Христа Спасителя. "Сборник докладов X-ой сессии Российского Акустического общества" М. 2000.
6. Алешкин В.М., Щиржецкий Х.А., Сухов В.Н. Проблематика современного состояния акустического проектирования молельных залов мечетей // Строительство и реконструкция. 2016. №3(65).
7. Алешкин В.М., Щиржецкий Х.А., Сухов В.Н. К вопросу решения проблем акустики молельных залов мечетей на примере соборной мечети в Москве. «Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли РФ в 2016 году» - М.: Сб. научных трудов РААСН, 2017. том 2.
8. Ahnert W., Feistel S., Behrens T. Speech intelligibility prediction in very large sacral venues//Architectural Acoustics Session 4pAAA. ICA 2013 Montreal, Canada 2 - 7 June 2013.
9. Щиржецкий Х.А. «Экспресс-оценка зон разборчивости речи в помещениях» // Сборник трудов н.-т. семинара в г. Севастополе, Севастополь. 2012 г.
10. Щиржецкий Х.А., Борисов Л.А. Акустика зальных помещений. М.: ж-л «Сцена», 2002. № 21.
11. Makrinenko L. Acoustics of Auditoriums in Public Buildings. Published for the Acoustical Society of America through the American Institute of Physics, 1994.
12. Barron M. Auditorium Acoustics and Architectural Design. Second Edition. Spon Press. London and New York, 2010.
13. Ahnert W., Schmidt W. «Fundamentals to perform acoustical measurements». Appendix to EASERA.
14. Kayili M. (2005). "Acoustic Solutions in Classic Ottoman Architecture", Manchester, England: Foundation for Science Technology and Civilization; also available at <http://www.fstc.co.uk>, retrieved 4 September 2007.
15. Wasim Orfali. "Room Acoustic and Modern Electro-Acoustic Sound System Design during Constructing and Reconstructing Mosques". Unpublished PhD thesis. Von der Fakultat V- Verkehrs- und Maschinensysteme der Technischen Universitat Berlin. 2007.
16. Покровский Н.Б. Расчет и измерение разборчивости речи. М.: Связьиздат, 1962.
17. Вахитов Я.Ш. Слух и речь. Л.: ЛИКИ, 1973.
18. ГОСТ Р ИСО 3382-1-2013 «Измерение акустических параметров помещений», Часть 1 «Зрительные залы».

REFERENCES

1. SP 31103-99 "Buildings, structures and complexes of Orthodox churches" М. 2000, N. edition 2017-2018.
2. Ch.A. Shchirzhetskiy, V.N. Sukhov, V.M. Aleshkin. "On the issue of ensuring the conditions of acoustic comfort in the design and construction of buildings and structures in the complexes of Orthodox churches in Russia", the journal "BST: Bulletin of building technology".No. 6 (2020). Pp. 26-27.
3. Shchirzhetskiy Ch.A., Aleshkin V.M., Shchirzhetskiy A.Ch. "Features of acoustic requirements for prayer halls of canonical confessional buildings and structures", Proceedings of the III All-Russian Acoustic Conference (RAO), St. Petersburg, September 21-25, 2020. 490-497.
4. Shchirzhetskiy Ch.A., Chesnokov A.N. and others. Acoustics of the cathedrals of the Moscow Kremlin. - "Acoustic Journal", 1998. v. 44. no. 4.
5. Borisov L.A., Shchirzhetskiy H.A. Acoustics of the Cathedral of Christ the Savior. - "Collection of reports of the X-th session of the Russian Acoustic Society" М. 2000.
6. Aleshkin V.M., Shchirzhetskiy Ch.A., Soukhov V.N. Problems of the current state of acoustic design of prayer halls in mosques. - Magazine "Construction and reconstruction", 2016. No. 3 (65).
7. Aleshkin V.M., Shchirzhetskiy Ch.A., Soukhov V.N. On the issue of solving the problems of acoustics of prayer halls of mosques on the example of the cathedral mosque in Moscow. - "Fundamental, exploratory and applied research of the RAASN on scientific support for the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2016" - М.: Sat. scientific works of RAASN, 2017. volume 2.
8. Ahnert W., Feistel S., Behrens T.. Speech intelligibility prediction in very large sacral ven-ues // Architectural Acoustics Session 4pAAA. ICA 2013 Montreal, Canada 2 - 7 June 2013.
9. Shchirzhetskiy Ch.A. "Express-assessment of speech intelligibility zones in the premises" // Collection of works of scientific-technical. seminar in Sevastopol, - Sevastopol. 2012.
10. Shchirzhetskiy Ch.A., Borisov L.A. Hall acoustics. М.: Zh-l "Scene", 2002. No. 21.
11. Makrinenko L. Acoustics of Auditoriums in Public Buildings. Published for the Acoustical Society of America through the American Institute of Physics, 1994.
12. Barron M. Auditorium Acoustics and Architectural Design. Second Edition. Spon Press. London and New York, 2010.
13. Ahnert W., Schmidt W. "Fundamentals to perform acoustical measurements". Appendix to EASERA.
14. Kayili M. (2005). "Acoustic Solutions in Classic Ottoman Architecture", Manchester, England: Foundation for Science Technology and Civilization; also available at. <http://www.fstc.co.uk>, retrieved 4 Sep-tember 2007.

15. Wasim Orfali. "Room Acoustic and Modern Electro-Acoustic Sound System Design during Constructing and Reconstructing Mosques". Unpublished PhD thesis. Von der Fakultat V-Verkehrs- und Maschinensysteme der Technischen Universität Berlin. 2007.
16. Pokrovsky N.B. Calculation and measurement of speech intelligibility. M.: Svyazizdat, 1962.
17. Vakhitov Y. Sh. Hearing and speech. L.: LIKI, 1973.
18. GOST R ISO 3382-1-2013 "Measurement of acoustic parameters of premises", Part 1 "Spectator halls".

Информация об авторах:

Щиржецкий Христофор Алексеевич

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН), лаборатория №42 «Акустика залов», г. Москва, Россия, старший научный сотрудник, кандидат технических наук.

E-mail: svn36@mail.ru

Алешкин Василий Михайлович

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН), лаборатория №42 «Акустика залов», г. Москва, Россия, ведущий инженер, аспирант (соискатель).

E-mail: wsjk@mail.ru

Субботкин Антон Олегович

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН), лаборатория №42 «Акустика залов», г. Москва, Россия, ведущий инженер.

Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, г. Москва, Россия.

E-mail: a.o.subbotkin@yandex.ru

Information about authors:

Schirjetsky Christofor Al.

Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Building Science (NIISF RAASN), Moscow, Russia, senior research fellow.

E-mail: svn36@mail.ru

Aleshkin Vasily M.

Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Building Science (NIISF RAASN), Moscow, Russia, leading engineer.

E-mail: wsjk@mail.ru

Subbotkin Anton Ol.

Research Institute of Building Physics of Russian Academy of Architecture and Building Science (NIISF RAASN), Moscow, Russia, leading engineer.

Prokhorov General Physics Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

E-mail: a.o.subbotkin@yandex.ru

Уважаемые авторы!
Просим Вас ознакомиться с основными требованиями
к оформлению научных статей

- Представляемый материал должен быть **оригинальным, не опубликованным ранее** в других печатных изданиях.
- Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется числом знаков с учетом пробелов. Рекомендуемый объем статей: **от 15000 до 45000 знаков с пробелами.**
- Статья должна быть набрана на листах формата А4 шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ – 1,25 см, правое поле – 2 см, левое поле – 2 см, поля внизу и сверху – 2 см; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.
- Статья предоставляется в электронном виде по электронной почте или через систему электронной редакции.
- В одном сборнике может быть опубликована только **одна статья одного автора**, включая соавторство.
- Если статья возвращается автору на доработку, исправленный вариант следует прислать в редакцию повторно, приложив письмо с ответами на замечания рецензента. Доработанный вариант статьи рецензируется и рассматривается редакционной коллегией вновь. Датой представления материала считается дата поступления в редакцию окончательного варианта исправленной статьи.
- Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах, списки литературы будут находиться в свободном доступе на сайте соответствующего журнала и на сайте Российской научной электронной библиотеки – РУНЭБ (Российский индекс научного цитирования).

В тексте статьи не рекомендуется применять:

- обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- для одного и того же понятия различные научные термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- произвольные словообразования;
- сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими стандартами.
- Сокращения и аббревиатуры должны расшифровываться по месту первого упоминания (вхождения) в тексте статьи.

Обязательные элементы:

- **заглавие (на русском и английском языке)** публикуемого материала должно быть точным и емким, слова, входящие в заглавие, должны быть ясными сами по себе, а не только в контексте; следует избегать сложных синтаксических конструкций, новых словообразований и терминов, а также слов узкопрофессионального и местного значения;
- **аннотация (на русском и английском языке)** кратко описывает объект исследования, мотивацию к проведению исследования, результаты исследования (рекомендуется указывать конкретные результаты и зависимости, полученные в исследовании), выводы (кратко); рекомендуемый объем – от 200 до 250 слов;
- **ключевые слова (на русском и английском языке)** – это текстовые метки, по которым можно найти статью при поиске и определить предметную область текста; обычно их выбирают из текста публикуемого материала, достаточно 5-10 ключевых слов.
- **список литературы**, на которую автор ссылается в тексте статьи; рекомендуемый объем списка литературы – не менее 20 источников.

Редакция не взимает плату с авторов за подготовку, рецензирование и размещение в открытом доступе статей.

Право использования произведений предоставлено авторами на основании п. 2 ст. 1286 Четвертой части Гражданского Кодекса Российской Федерации.

С полной версией требований к оформлению научных статей
Вы можете ознакомиться на сайте <https://construction.elpub.ru/jour/index>

Адрес издателя:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская д. 95
+7 (4862) 75-13-18

www.oreluniver.ru
E-mail: info@oreluniver.ru

Адрес редакции

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
302030, Орловская область, г. Орел, ул. Московская, 77.
+79065704999

<http://oreluniver.ru/science/journal/sir>
E-mail: str_and_rek@mail.ru

Материалы статей печатаются в авторской редакции.
Право использования произведений предоставлено авторами на основании
п. 2 ст. 1286 Четвертой части Гражданского Кодекса Российской Федерации

Технический редактор О.В. Юрова
Компьютерная верстка О.В. Юрова

Подписано в печать 08.11.2021 г.
Дата выхода в свет 19.11.2021 г.
Формат 70×108/16. Печ. л. 7,6
Цена свободная. Тираж 1000 экз.
Заказ № 153

Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95.