

УДК 693.5

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-2-95-105

*В.А. ОНКАЕВ, Н.С. СЕРПОКРЫЛОВ, А.Н. БАДРУДИНОВА,
Т.Б. ДЖАЛЬЧИНОВА, О.Ш. КЕДЕЕВА,
Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова*

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЛМЫКИЯ

Актуальность исследования обусловлена тем, что из-за сложной ситуации в мировом сообществе, а также особых климатообразующих факторов Республики Калмыкия, правительство уделяет повышенное внимание надежности зданий. Целью исследования является изучение и анализ влияния климатических условий на строительство зданий и сооружений. Методологическая база исследования основывается на сочетании различных общенаучных методов познания. В настоящем исследовании использовались методы анализа и синтеза информации, сравнительный метод, а также метод индукции и дедукции.

В процессе исследования было определено, что разрушение верхнего слоя литосферы, приводящее к образованию небольших частиц кварца, песка, содействует формированию пыли, что нужно учитывать при строительстве промышленных и гражданских объектов. Особое внимание следует направить на небольшие проемы и места, где эти частицы могут оседать. Более тщательная подготовка здания, его гидроизоляция и пылеизоляция приводят к повышению стоимости здания. Подъем грунтовых вод, их засоление также оказывают влияние на ремонтные работы и капиталовложения в строительство и жилищно-коммунальное хозяйство области.

Практическая ценность представленной работы обусловлена тем, что она может быть основой для изучения проблемы влияния климатических условий на строительство зданий и сооружений. Исследование может быть использовано как практиками, так и теоретиками, занимающимися этой проблемой.

Ключевые слова: железобетонная конструкция; оконные блоки; пылеизоляция; бетон; эксплуатация зданий.

Для цитирования: Онкаев В.А., Серпокровлов Н.С., Бадрудинова А.Н., Джальчинова Т.Б., Кедеева О.Ш. Влияние климатических условий на проектирование и строительство зданий и сооружений в Республике Калмыкия // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 2. С. 95–105.

DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-2-95-105

*V.A. ONKAEV, N.S. SERPOKRYLOV, A.N. BADRUDINOVA,
T.B. DZHALCHINOVA, O.Sh. KEDEEVA,
Kalmyk State University*

CLIMATIC CONDITION EFFECT ON BUILDING CONSTRUCTION IN THE REPUBLIC OF KALMYKIA

Purpose: The aim of the paper is to study and analyze the influence of climatic conditions on the building construction in the territory of the Republic of Kalmykia. **Methodology/approach:** A combination of different research methods, including the data analysis and synthesis, comparative method, method of induction and deduction; the related literature review. **Research find-**

ings: It is shown that difficult geological factors such as destruction of the upper layer of the lithosphere immersed in the formation of small particles of quartz, sand, contribute to the formation of dust, which must be considered in the construction of industrial and civil objects. Particular attention is paid to small openings and areas where these particles can pass. A thorough preparation of a building, its waterproofing and dust insulation leads to an increase in the building cost, which affects the economic indicators in the region. Groundwater and salinization also affect the repair and investment in construction and housing and communal services in the region. **Practical implications:** The research results can be used in theoretical studies and practice of the influence of climatic conditions on the building construction.

Keywords: reinforced concrete structure; window unit; dust; concrete; building maintenance.

For citation: Onkaev V.A., Serpokrylov N.S., Badrudinova A.N., Dzhali'chirova T.B., Kedeeva O.Sh. Vliyanie klimaticheskikh uslovii na proektirovanie i stroitel'stvo zdaniy i sooruzhenii v Respublike Kalmykiya [Climatic condition effect on building construction in the Republic of Kalmykia]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2022. V. 24. No. 2. Pp. 95–105.
DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-2-95-105

Введение

Из-за сложных ситуаций в мировом сообществе, активных климатических изменений и т. д. правительство Республики Калмыкия уделяет повышенное внимание надежности зданий [1]. В регионе с каждым годом нарастают объемы строительной промышленности. В какой-то мере это говорит о финансовом благополучии общества. Начал развиваться частный сектор, увеличилась доля в кредитно-ипотечной системе. Также возросли объемы использования молодыми семьями материнского капитала. На Прикаспийской равнине в разные годы жили многие кочевые народы. Почти за две тысячи лет проживания там они оставили свой след, который отражается в верхней части литосферы. Кочевые племена не строили больших поселков, у них были небольшие поселения, в которых жили пастухи и коневоды. Для более обширного понимания проблем региона исследователями было изучено геологическое прошлое района [2]. По этой проблеме опубликовано достаточно много работ. Такие параметры, как надежность и долговечность, которые в конечном итоге влияют на финансово-экономические показатели региона, зависят от физико-механических и химических свойств грунта, особенно при выборе участков под фундамент и дальнейшей эксплуатации зданий и сооружений. При этом необходимо учитывать особенности геологии и климата региона [3].

Земли Республики Калмыкия расположены в пустынно-полупустынной зоне, только центральная и северо-западная части региона образованы степью. Нередкие пыльные бури, суховеи, исключительно высокие температуры, приводящие к жаре, отрицательно воздействуют на окружающую среду и самочувствие человека. Геоэкологические последствия хозяйственной деятельности общества грозят экологическими катастрофами. Все это приводит к общераспространенным респираторным заболеваниям людей и животных. В случае сильных пыльных бурь вся территория республики оказывается под покровом пыли. Эта пыль, особенно в сельской местности, просачивается

в жилые помещения. В 2021 г. пыль достигла столицы Республики Калмыкия. Современные окна и двери не могут справиться с данной проблемой [4]. Исследования по этому вопросу в г. Элисте, столице Республики Калмыкия, ведутся давно, учеными была создана база данных и геоинформационная система, было выполнено экологическое зонирование Элисты, а также рассмотрены вопросы воздействия автотранспорта на окружающую среду. Для оценки экологической проблемы исследователи рассмотрели работы, посвященные изучению образования песков, пустынь и общих геологических факторов, их воздействию на здоровье населения, а также на состояние растений и животных. Экологическое равновесие степного населенного пункта во многом зависит от состояния окружающей среды в этом районе [5].

Также важно рассмотреть энергетический сектор, т. к. энергия в республику поступает в основном из соседних регионов. Для выполнения данной задачи в последние годы было решено приступить к созданию восстанавливаемых источников энергии. В настоящее время в Республике Калмыкия строится несколько солнечных и ветряных электростанций для выработки дополнительной энергии. Солнечные батареи и ветряные генераторы начали применяться на отдельных фермах и в пастбищных поселках. Рассматривается вопрос применения солнечных модулей для откачки воды из колодцев с дальнейшей ее очисткой. Это становится главным вопросом в строительной промышленности, т. к. необходимо строить небольшие очистные сооружения. Кроме того, в настоящее время готовится программа применения солнечных модулей при постройке школ, а также других строений и сооружений. При проектировании, строительстве, а в дальнейшем в процессе эксплуатации важно применять знания, полученные учеными строительной отрасли [6].

Целью исследования является изучение и анализ влияния климатических условий на строительство зданий и сооружений на территории Республики Калмыкия.

Материалы и методы

Методологическая база исследования основывается на сочетании различных общенаучных методов познания. В статье выполнен обзор имеющихся публикаций по рассматриваемым вопросам. Методами синтеза и анализа информации было определено, что такое геологический фактор, как разрушение верхнего слоя литосферы приводит к образованию небольших частиц кварца, песка. Было выявлено, что образованные частицы содействуют формированию пыли, что важно учитывать при строительстве промышленных и гражданских объектов.

Основная цель при анализе литературных источников заключалась в том, чтобы собрать научные данные по исследуемой теме, рассмотреть перспективы исследования и сформулировать рабочую гипотезу. В процессе анализа литературы, в частности, было определено, что подъем грунтовых вод, их засоление оказывают существенное влияние на объем ремонтных работ и, соответственно, на капиталовложения в строительство и жилищно-коммунальное хозяйство области. Также определено, что для фактической оценки

влияния транспорта на экологию города необходимо брать пробы воздуха и грунтов с федеральных трасс, проходящих по окраинам города.

Результаты и обсуждение

Доля строительства в валовом региональном продукте (ВРП) области в 2021 г. составила 4,8 %, а среднегодовая численность занятых в региональной экономике – 7,4 %. По состоянию на 1 января 2021 г. в отрасли работала 391 строительная компания. По объему строительства республика значительно выросла с 2008 г. и «поднялась» с 81-го места в 2008 г. до 59-го в 2021 г. С 2012 по 2021 г. ввод зданий увеличился в 1,5 раза. В период с 2008 по 2021 г. организациями всех форм собственности введено в эксплуатацию 10 454 квартиры общей площадью 841,0 тыс. м². В структуре введенного жилья в 2008 г. более 58 % приходилось на индивидуальное жилищное строительство. С 2016 г. строительство многоквартирных домов ведется девелоперами. Установлено, что за последние три года доля строительства многоквартирных домов в общем объеме заказанного жилья превышает 69 % [7]. Далее приведены основные мероприятия, которые необходимо выполнить при обследовании и испытании зданий и сооружений в суровых климатических условиях. Основными видами деятельности являются ежедневный осмотр с ежедневным обслуживанием; регулярное обслуживание; нерегулярное обслуживание. В республике, и особенно в ее столице Элисте, необходим многофункциональный центр управления. Он должен контролировать гигиеническую зону и зону охраны природы, дорожные полосы, водоохранные зоны, зоны затопления, а также зоны особо охраняемых и культурных территорий, так же как и уровень застройки [8].

Исследователи приводят данные по выявлению основных природно-климатических факторов. Они связаны со строительными процессами на различных этапах строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Это такие параметры, как сильный ветер со скоростью более 20 м/с, приводящий к сносу временных строительных конструкций (строительных лесов). Пыль проходит практически через все конструкции и появляется в помещениях жилых домов и сооружений. Это особенно важный фактор в эксплуатации дошкольных и образовательных учреждений. Для решения данной проблемы были изучены вопросы геологии и географии территории Республики Калмыкия, а также проанализированы территории с выделением зон вредного воздействия окружающей среды и деятельности человека на окружающую среду. Из минералов в регионе в основном наблюдаются глины, кварц (песок), известняк и песчаник. Глины и супеси встречаются повсюду [9]. Также следует отметить, что на востоке от Республики Калмыкия находится завод по производству конденсатного газа (в г. Астрахани), выбросы которого за счет ветра (в основном с востока) достигают ее территории. Исследователи считают, что для качественной оценки влияния транспорта на экологию нужно брать пробы с федеральных трасс, которые проходят по окраинам города. При этом, учитывая вышесказанное, можно выделить одну особую зону, которая входит в другие зоны, а именно зону дорожного движения. Необходимо производить мониторинг зданий и сооружений на предмет наличия пыли [10].

В период строительных работ, а также при капитальном ремонте следует строго соблюдать технику безопасности, проводить уборку территорий. Ключевым фактором, воздействующим на процесс строительства, являются инженерно-геологические характеристики местности, на которой ведется строительство или планируется в будущем. Пустыни, образовавшиеся на востоке и юго-востоке Калмыкии, являются проблемой для народного хозяйства республики. Особое внимание стоит уделить строительству в данном районе. В основном это связано с поиском пресной воды, бурением скважин, обработкой колодцев и бассейнов. Причина в том, что большинство поверхностных вод в республике обладают соленостью более чем 20–40 мг/л, поэтому нужно предусматривать систему очищения воды от соли и иных примесей. Скудные осадки летом и осенью приводят к засухе и отмиранию растительного слоя. Например, в 2020 г. практически на всей территории республики не было дождя. Это привело к засухе, в результате часть скота была переселена в западные регионы [8].

В работе [1] рассматривается вопрос геолого-географических характеристик Республики Калмыкия и объектов недвижимости, влияющих на экологическую обстановку при проведении строительно-монтажных работ и дальнейшей эксплуатации жилого и нежилого фонда. Калмыкия находится в сложной климатической зоне с сильными ветрами, засухами и пыльными бурями, которые доходят до столицы республики и оставляют свой негативный след в ее северных районах. Для решения вопроса были проведены экологические исследования территорий и рассмотрены данные за последние пять лет. Сильные ветры, засухи, высокие температуры летом негативно сказываются на процессе строительства и увеличивают затраты на электроэнергию. Определены участки с зонами риска для строительства.

Геологически территория Калмыцкой Республики относится к зоне степей, полупустынь и пустынь. Сильный ветер, пыльные бури, недостаток влажности приводят к неблагоприятным показателям комфорта. В работе [11] дана оценка современных геологических и экологических параметров, влияющих на строительную отрасль региона и здоровье человека. Были использованы материалы, полученные в результате экспедиции в регионы республики, исследованы образцы керна, пробы воды, климатические данные и ветровые нагрузки. Собраны видео- и фотоматериалы.

Многослойные конструктивные решения покрытий (железобетонные плиты с теплоизоляционными материалами) широко используются на практике во всем мире. В работе [12] анализируется теплопередача в кровельном покрытии из многослойных конструкций в климатических условиях Ханоя (Вьетнам) с помощью метода конечных элементов с компьютерным моделированием. Предметом исследования является изоляционная способность многослойных железобетонных покрытий под влиянием изменения температуры наружной поверхности кровельной конструкции зданий. Методы исследования основаны на численном моделировании теплообмена с внешней поверхности крыши здания на внутреннюю. Полученные результаты показывают, что многослойная железобетонная плита имеет больше преимуществ по срав-

нению с традиционным строительным решением, и эти преимущества доступны при использовании изоляционного материала из полистиролбетона.

Изменение климата и наличие общих экологических факторов, таких как экстремальные засухи, скудная растительность и поглощение воды корнями деревьев, могут оказать существенное влияние на устойчивость гражданских и инженерных сооружений. В статье [13] исследуется влияние этих факторов на структурное поведение жилых домов, построенных на ненасыщенных экспансивных глинах в полевом масштабе. С 2011 г. на юго-западе Франции ведется наблюдение за поврежденным жилым домом, построенным из термоусадочной глины, подверженной поглощению корневой воды деревьев, а также влиянию различных климатических условий с течением времени. Открытие трещин на разных сторонах здания отслеживалось с помощью датчиков перемещения. Содержание влаги в почве и всасывание контролировалось под двумя разными углами (север и юг) здания, близко к деревьям и зданию. Результаты мониторинга показывают, что поглощение корневой воды сильнее влияет на северную часть здания. Разница между раскрытием трещин в разных частях здания является результатом разницы между наложенными условиями окружающей среды.

Статья [14] посвящена изучению взаимосвязи климатических условий строительства, ремонта и эксплуатации промышленных технических систем со структурой и свойствами сварных соединений конструкционных сталей. Установлено, что основным технологическим фактором, влияющим на кристаллизацию металла шва из расплава, является подвод тепла, передаваемого источником нагрева, т. е. электрической дугой при сварке на всех интервалах образования неразъемных соединений. Результаты исследований позволили обосновать условия, при которых происходит образование неразъемных соединений. Определены частотные диапазоны регулируемого тепловложения, обеспечивающие заданный набор механических свойств сварных соединений.

Для снижения эксплуатационных расходов необходимо на этапе проектирования здания обеспечить применение энергосберегающих технологий. Это позволит эффективно использовать материальные и энергетические ресурсы, минимизируя затраты на проектирование и строительство зданий и сооружений. Одной из самых распространенных энергосберегающих технологий в строительстве является использование вентилируемых фасадных систем. Их применение в суровых климатических условиях многих регионов России требует совершенствования и уточнения существующих методик расчета влияния термических напряжений в элементах на прочностные характеристики системы, методов учета эффекта воздухообмена в воздушном зазоре.

Целью работы [15] было определение расхода воздуха в зазоре вентилируемого фасада с различной шириной зазора, высотой здания и климатическими условиями с помощью метода CFD (Computational Fluid Dynamics), моделирования конвективного теплового потока.

Одной из проблем современного строительства является небольшой срок службы железобетонных конструкций, особенно в суровых климатических условиях и грунтах, насыщенных морской или соленой водой. Проблема не только в обеспечении высокой морозостойкости бетона, но и в том, чтобы

найти способ ее контролировать, что обычно занимает довольно много времени. Разрушение бетона при циклическом замораживании происходит не только из-за образования льда в порах бетона, но и из-за термического напряжения бетона льдом, а также выщелачивания портландита и старения цементного геля – основной структуры, элемента из затвердевшего цементного теста. Это означает, что прочность бетона может быть обеспечена за счет сохранения тонкой структуры затвердевшего цементного теста, предотвращения кристаллизации геля от внешних воздействий или повышения его щелочности. В работе [16] был предложен метод оценки характеристик цементного теста и влияния его на долговечность и морозостойкость бетона.

Факторы окружающей среды существенно влияют на состояние бетона. Цель исследования статьи [17] – поиск и определение технических решений для увеличения долговечности бетона, подверженного воздействию факторов климата и окружающей среды, путем оценки реакции бетонных поверхностей на солнечный свет, высокие температуры и влажные погодные условия. Результаты исследования в теплых и тропических регионах показывают, что колебания температуры приводят к расширению и сжатию бетона, особенно в зданиях с плохой теплоизоляцией. Другой областью исследования являлся анализ роли таких факторов окружающей среды, как соленость, влажность, температура, которые оказывают значительное влияние на бетонные поверхности, особенно во влажных и прибрежных районах.

Высокая водопроницаемость бетонных поверхностей увеличивает проникновение в конструкцию воды, что может привести к коррозии железных компонентов, арматуры и накоплению солей в порах. Поэтому предлагается использовать бетон с высокой плотностью и низкой пористостью для предотвращения диффузии воды в бетонные поверхности [Там же].

Долговечность железобетонных конструкций зависит от характера их взаимодействия с различными факторами окружающей среды, что описывается с помощью общих моделей внешних воздействий, таких как действие различных нагрузок, климат, влияние агрессивной среды и другие воздействия и их сочетания. В статье [18] был приведен пример расчета долговечности на основе коррозии бетона и арматуры. Выбранный защитный слой и диаметр арматуры проверяли на предмет общей коррозии. Среднее значение срока службы в годах определяли, исходя из карбонизации защитного слоя бетона и образования в нем трещин. Проанализированы методы прогнозирования ресурса железобетонных конструкций. Срок службы конструкции определяется с учетом оценки технического состояния конструкции по внешним признакам. Теоретически показано влияние различных факторов путем введения многофакторной меры ущерба. Проанализированы расчеты для прогнозирования срока службы конструкций и определения долговечности.

В последние десятилетия новые оконные конструкции нашли широкое применение в России. Современные оконные конструкции обычно изготавливаются из комбинаций материалов с разными теплофизическими свойствами. Большинство из них рассчитано на европейские климатические условия. Эксплуатация в России может привести к значительным термическим деформациям оконных элементов. При этом следует учитывать, что термические дефор-

мации различных оконных элементов (рамы, створки, стойки) могут привести к изменению основных рабочих параметров конструкции. Эти параметры в настоящее время не стандартизованы действующим законодательством. В работе [19] проведено большое количество экспериментальных исследований оконных блоков из поливинилхлорида, алюминиевых сплавов и других материалов с целью оценки влияния термической деформации на свойства оконных блоков. На основании проведенных исследований зафиксировано существенное влияние термической деформации конструкций на теплотехнические характеристики, минимальную температуру на внутренней поверхности, изменение воздухопроницаемости оконных блоков и снижение их теплоизоляции. Выявленный таким образом физический процесс напрямую влияет на поддержание комфорта, микроклимата в помещении, затраты на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха в зданиях. С учетом разнообразных климатических регионов России необходимы: комплексная оценка основных эксплуатационных характеристик оконных блоков, разработка мероприятий по снижению влияния термической деформации на свойства оконных блоков и выбор оптимальных технических решений для конкретного региона.

Колебания температуры и усадка бетона влияют на поведение конструкции, снижают прочность материалов и изменяют их долю в термической деформации. Эта проблема в основном касается неутепленных зданий, которые имеют большие горизонтальные размеры и чувствительны к нагреванию и усадке. В работе [20] проведено исследование деформаций значительного по длине здания. Эти деформации вызваны климатическими температурными изменениями и эффектами усадки, что вызывает структурные напряжения и приводит к структурной нестабильности. Для обеспечения безопасности протяженных зданий разработана модель трехэтажного каркаса и проанализирована картина деформации внутри с использованием метода распределения напряжений. Теоретические предсказания согласуются с экспериментальными измерениями.

Выводы

В связи с активизацией информационных, миграционных, экономических и технологических потоков проблемы в отраслях промышленности и строительства становятся особенно явными. В этих условиях Республика Калмыкия стала одной из ключевых областей геополитической зоны Каспийского моря и Северного Кавказа.

Проанализировав работы исследователей, можно сделать следующий вывод: Республика Калмыкия находится в регионе с непростыми климатическими условиями. Сильные ветры, пылевые бури, нестабильные значения температуры и влажности, засухи и засоленность почвы – все это негативно влияет на строительные конструкции, ведет к уменьшению долговечности этих конструкций и зданий в целом, а также отражается на стоимостных показателях зданий и сооружений как при строительстве, так и при их эксплуатации. Поэтому при проектировании и строительстве зданий сооружений на территории Республика Калмыкия необходимо тщательно учитывать все природно-климатические факторы, присущие этому региону.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sangadzhiev M.M., Arashaev A.V., Ochirov V.A., Araev N.G., Badmaev D.E. Influence of climatic factors on the construction industry of Kalmykia // *Innovation and Investment*. 2020. V. 11. P. 246–248.
2. Verkhovsky A.A., Zimin A.N., Potapov S.S. The applicability of modern translucent walling for climatic regions of Russia // *Housing Construction*. 2015. V. 6. P. 16–19.
3. Tamrazyan A.G. The assessment of reliability of punching reinforced concrete beamless slabs under the influence of a concentrated force at high temperatures // *Procedia Engineering*. 2016. V. 153. P. 715–720.
4. Verkhovskiy A., Umniakova N. Application features external curtain walls in cold climate conditions // *Construction of Optimized Energy Potential*. 2017. V. 20. № 2. P. 129–134.
5. Maj M., Ubysz A., Tamrazyan A. Durability of polyurethane – cement floors // *MATEC Web of Conferences*. 2018. V. 251. № 5. Article number: 02026.
6. Tamrazyan A.G. Calculation of reinforced concrete plates with hole at long-term loading // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. V. 365. № 5. Article number: 052021.
7. Al-Nasrawi A.K.M., Hamylton S.M., Jones B.G. An assessment of anthropogenic and climatic stressors on estuaries using a spatio-temporal GIS-modelling approach for sustainability: Towamba estuary, southeastern Australia // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2018. V. 190. № 7. Article number: 375.
8. Min'ko N.I., Dobrinskaya O.A., Bulgakov A.S. Technological features of using secondary products in the production of silicate materials // *Glass Physics and Chemistry*. 2018. V. 44. № 3. P. 238–243.
9. An M., Wang Y., Yu Z. Damage mechanisms of ultra-high-performance concrete under freeze – thaw cycling in salt solution considering the effect of rehydration // *Construction and Building Materials*. 2019. V. 198. P. 546–552.
10. Gartner E., Maruyama I., Chen J. A new model for the C-S-H phase formed during the hydration of Portland cements // *Cement and Concrete Research*. 2017. V. 97. P. 95–106.
11. Badrudinova A.N., Muchkinova L.I., Khulkhacheva S.D., Mantusov A.B., Dorzhinova Z.B. Geological and environmental factors in industrial and civil construction and their impact on the economy of the region (Republic of Kalmykia) // *Innovation and Investment*. 2020. V. 9. P. 230–233.
12. Vu D.T., Korol E., Hoang N.H. Analysis of the effectiveness of thermal insulation of a multi-layer reinforced concrete slab using layer of concrete with low thermal conductivity under the climatic conditions of Vietnam // *MATEC Web of Conferences*. 2018. V. 251. № 5. Article number: 04026.
13. Assadollahi H., Nowamooz H. The effect of environmental factors on the stability of residential buildings built on expansive clays // *Recent Advancements on Expansive Soils* / Edited by J.S. McCartney, L.R. Hoyos. Cham : Springer, 2019. P. 132–147.
14. Saraev Y.N., Golikov N.I., Maksimova E.M., Sidorov M.M. Influence of low temperature on structure and impact strength of structural steels welded joints // *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. V. 1546. Article number: 012068.
15. Petritchenko M.R., Kotov E.V., Nemova D.V., Tarasova D.S., Sergeev V.V. Numerical simulation of ventilated facades under extreme climate conditions // *Magazine of Civil Engineering*. 2018. V. 77. № 1. P. 130–140.
16. Shuldyakov K., Trofimov B., Kramar L. Stable microstructure of hardened cement paste – A guarantee of the durability of concrete // *Case Studies in Construction Materials*. 2020. V. 12. Article number: e00351.
17. Alshammari M.M.H., Al-Nasrawi A.K.M., Abdullah A.J. Sustainable solutions for exposed concrete surfaces to climatic influences – Within various regions: An industrial-geographic letter to civil-constructors // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019. V. 10. № 1. P. 242–254.
18. Tamrazyan A.G., Koroteev D.D. Assessment of the durability of corrosion-damaged prefabricated reinforced concrete structures // *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. V. 1687. № 124. Article number: 012009.

19. Verkhovskiy A., Bryzgalin V., Lyubakova E. Thermal deformation of window for climatic conditions of Russia // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. V. 463. Article number: 032048.
20. Dang Y., Liu Y. Deformation of overlong isolated buildings caused by thermal and concrete shrinkage. URL: <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2013/139159/> (date of application: 22.11.2021).

REFERENCES

1. Sangadzhiev M.M., Arashaev A.V., Ochirov V.A., Araev N.G., Badmaev D.E. Influence of climatic factors on the construction industry of Kalmykia. *Innovation and Investment*. 2020. V. 11. Pp. 246–248.
2. Verkhovsky A.A., Zimin A.N., Potapov S.S. The applicability of modern translucent walling for climatic regions of Russia. *Housing Construction*. 2015. V. 6. Pp. 16–19.
3. Tamrazyan A.G. The assessment of reliability of punching reinforced concrete beamless slabs under the influence of a concentrated force at high temperatures. *Procedia Engineering*. 2016. V. 153. Pp. 715–720.
4. Verkhovskiy A., Umniakova N. Application features external curtain walls in cold climate conditions. *Construction of Optimized Energy Potential*. 2017. V. 20. No. 2. Pp. 129–134.
5. Maj M., Ubysz A., Tamrazyan A. Durability of polyurethane – cement floors. *MATEC Web of Conferences*. 2018. V. 251. No. 5. Article number: 02026.
6. Tamrazyan A.G. Calculation of reinforced concrete plates with hole at long-term loading. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. V. 365. No. 5. Article number: 052021.
7. Al-Nasrawi A.K.M., Hamylton S.M., Jones B.G. An assessment of anthropogenic and climatic stressors on estuaries using a spatio-temporal GIS-modelling approach for sustainability: Towamba estuary, southeastern Australia. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2018. V. 190. No. 7. Article number: 375.
8. Min'ko N.I., Dobrinskaya O.A., Bulgakov A.S. Technological features of using secondary products in the production of silicate materials. *Glass Physics and Chemistry*. 2018. V. 44. No. 3. Pp. 238–243.
9. An M., Wang Y., Yu Z. Damage mechanisms of ultra-high-performance concrete under freeze–thaw cycling in salt solution considering the effect of rehydration. *Construction and Building Materials*. 2019. V. 198. Pp. 546–552.
10. Gartner E., Maruyama I., Chen J. A new model for the C-S-H phase formed during the hydration of Portland cements. *Cement and Concrete Research*. 2017. V. 97. Pp. 95–106.
11. Badrudinova A.N., Muchkinova L.I., Khulkhachieva S.D., Mantusov A.B., Dorzhinova Z.B. Geological and environmental factors in industrial and civil construction and their impact on the economy of the region (Republic of Kalmykia). *Innovation and Investment*. 2020. V. 9. Pp. 230–233.
12. Vu D.T., Korol E., Hoang N.H. Analysis of the effectiveness of thermal insulation of a multi-layer reinforced concrete slab using layer of concrete with low thermal conductivity under the climatic conditions of Vietnam. *MATEC Web of Conferences*. 2018. V. 251. No. 5. Article number: 04026.
13. Assadollahi H., Nowamooz H. The effect of environmental factors on the stability of residential buildings built on expansive clays. In: Recent Advancements on Expansive Soils, J.S. McCartney, L.R. Hoyos, eds., Cham: Springer, 2019. Pp. 132–147.
14. Saraev Y.N., Golikov N.I., Maksimova E.M., Sidorov M.M. Influence of low temperature on structure and impact strength of structural steels welded joints. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. V. 1546. Article number: 012068.
15. Petritchenko M.R., Kotov E.V., Nemova D.V., Tarasova D.S., Sergeev V.V. Numerical simulation of ventilated facades under extreme climate conditions. *Magazine of Civil Engineering*. 2018. V. 77. No. 1. Pp. 130–140.
16. Shuldyakov K., Trofimov B., Kramar L. Stable microstructure of hardened cement paste – A guarantee of the durability of concrete. *Case Studies in Construction Materials*. 2020. V. 12. Article number: e00351.

17. *Alshammari M.M.H., Al-Nasrawi A.K.M., Abdullah A.J.* Sustainable solutions for exposed concrete surfaces to climatic influences – Within various regions: An industrial-geographic letter to civil-constructors. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2019. V. 10. No. 1. Pp. 242–254.
18. *Tamrazyan A.G., Koroteev D.D.* Assessment of the durability of corrosion-damaged prefabricated reinforced concrete structures. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. V. 1687. No. 124. Article number: 012009.
19. *Verkhovskiy A., Bryzgalin V., Lyubakova E.* Thermal deformation of window for climatic conditions of Russia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. V. 463. Article number: 032048.
20. *Dang Y., Liu Y.* Deformation of overlong isolated buildings caused by thermal and concrete shrinkage. 2013. Available: www.hindawi.com/journals/mpe/2013/139159/. (accessed November 22, 2021).

Сведения об авторах

Онкаев Виктор Аджиевич, канд. техн. наук, доцент, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 358009, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, onkaev7978-1@murdoch.in

Серпукрылов Николай Сергеевич, докт. техн. наук, профессор, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 358009, г. Элиста, ул. Пушкина, 11.

Бадрудинава Амина Нажмудиновна, канд. техн. наук, доцент, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 358009, г. Элиста, ул. Пушкина, 11.

Джалъчинова Тамара Борисовна, канд. техн. наук, доцент, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 358009, г. Элиста, ул. Пушкина, 11.

Кедеева Ольга Шавишиновна, канд. с.-х. наук, доцент, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 358009, г. Элиста, ул. Пушкина, 11.

Authors Details

Viktor A. Onkaev, PhD, A/Professor, Kalmyk State University, 11, Pushkin Str., 358009, Elista, Kalmykia, onkaev7978-1@murdoch.in

Nikolai S. Serpokrylov, DSc, Professor, Kalmyk State University, 11, Pushkin Str., 358009, Elista, Kalmykia.

Amina N. Badrudinova, PhD, A/Professor, Kalmyk State University, 11, Pushkin Str., 358009, Elista, Kalmykia.

Tamara B. Dzhalchinova, PhD, A/Professor, Kalmyk State University, 11, Pushkin Str., 358009, Elista, Kalmykia.

Olga Sh. Kedeeva, PhD, A/Professor, Kalmyk State University, 11, Pushkin Str., 358009, Elista, Kalmykia.