



ISSN 1993-3495 online

СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

2023, ТОМ 19, НОМЕР 3, 99–115

EDN: MHEFVK

УДК 624.01:72.025

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЖИЛЫХ КАМЕННЫХ ЗДАНИЙ 60–70-Х ГОДОВ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДОВ ДОНБАССА ПРИ НАЛИЧИИ РАЗЛИЧНОГО РОДА ВОЗДЕЙСТВИЙ

В. Н. Левченко¹, Т. А. Чернышева²

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,

*Российская Федерация, Донецкая Народная Республика,
286123, г. о. Макеевский, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2.*

E-mail: ¹v.n.levchenko@donnasa.ru, ²t.a.chernyshova@donnasa.ru

Получена 05 сентября 2023; принята 22 сентября 2023.

Аннотация. С развитием индустриальных методов жилищного строительства в начале 60–70-х годов прошлого века в Донецком регионе повсеместно стали возводиться дома первых массовых типовых серий в кирпиче, в крупнопанельном и крупноблочном исполнении различной этажности. Вопрос повышения несущей способности существующих стеновых конструкций жилых каменных зданий в настоящее время стоит особенно остро в связи с критическим состоянием конструкций из-за длительного срока эксплуатации и разрушений, вызванных ударными и динамическими повреждениями вследствие военных действий. Поэтому особое значение приобретают вопросы мониторинга технического состояния жилых каменных зданий с целью предупреждения возникновения аварийных ситуаций и обоснованность выбора комплекса инженерных мероприятий по их недопущению. В статье представлены сведения о наличии в общем объеме жилищного фонда городов Донбасса морально и физически устаревших жилых каменных зданий первых массовых типовых серий. Проведен аналитический обзор конструктивных решений и выполнен анализ причин повреждений и разрушений при наличии различного рода воздействий в целях накопления опыта безопасного строительства. Представлена классификация повреждений конструкций из кирпичной кладки.

Ключевые слова: жилые каменные здания, техническое состояние конструкций, типовые проекты, дефекты кирпичной кладки.

ТЕХНІЧНИЙ СТАН ЖИТЛОВИХ КАМ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬ 60–70-Х РОКІВ ЗАБУДОВИ МІСТ ДОНБАСУ ПРИ НАЯВНОСТІ РІЗНОГО РОДУ ВПЛИВІВ

В. М. Левченко¹, Т. О. Чернишева²

ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,

*Російська Федерація, Донецька Народна Республіка,
286123, м. о. Макіївський, м. Макіївка, вул. Державіна, буд. 2.*

E-mail: ¹v.n.levchenko@donnasa.ru, ²t.a.chernyshova@donnasa.ru

Отримана 05 вересня 2023; прийнята 22 вересня 2023.

Анотация. З розвитком індустріальних методів житлового будівництва на початку 60–70-х років минулого століття в Донецькому регіоні повсюдно стали зводитися будинки перших масових типових серий в цеглі, в великопанельному і великоблочному виконанні різної поверховості. Питання підвищення несучої спроможності існуючих стінових конструкцій житлових кам'яних будівель на даний час стоїть особливо гостро в зв'язку з критичним станом конструкцій через тривалий термін експлуатації і руйнування, спричинених ударними і динамічними ушкодженнями внаслідок воєнних дій. Тому особливого значення набувають питання моніторингу технічного стану житлових кам'яних будівель з метою попередження виникнення аварійних ситуацій та обґрунтованість вибору комплексу інженерних заходів



щодо їх усунення. У статті представлені відомості про наявність в загальному обсязі житлового фонду міст Донбасу морально і фізично застарілих житлових кам'яних будівель перших масових типових серій. Проведено аналітичний огляд конструктивних рішень і виконано аналіз причин пошкоджень і руйнувань при наявності різного роду впливів з метою накопичення досвіду безпечного будівництва. Представлена класифікація пошкоджень конструкцій з цегляної кладки.

Ключові слова: житлові кам'яні будівлі, технічний стан конструкцій, типові проекти, дефекти цегляної кладки.

THE TECHNICAL CONDITION OF STONE BUILDINGS OF THE 60–70S OF THE DEVELOPMENT OF THE CITIES OF DONBASS IN THE PRESENCE OF VARIOUS KINDS OF IMPACTS

Victor Levchenko¹, Tamara Chernysheva²

*FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture»,
Russian Federation, 286123, Makeevka, Derzhavin st., 2.*

E-mail: ¹v.n.levchenko@donnasa.ru, ²t.a.chernyshova@donnasa.ru

Received 05 September 2023; accepted 22 September 2023.

Abstract. With the development of industrial methods of housing construction in the early 60–70s of the last century, houses of the first mass standard series in brick, in large-panel and large-block design of various storeys began to be built everywhere in the Donetsk region. The issue of increasing the load-bearing capacity of existing wall structures of residential stone buildings is currently particularly acute due to the critical condition of the structures due to the long service life and destruction caused by shock and dynamic damage due to military operations. Therefore, the issues of monitoring the technical condition of residential stone buildings in order to prevent the occurrence of emergency situations and the validity of the choice of a set of engineering measures to prevent them are of particular importance. The article presents information about the presence of morally and physically obsolete residential stone buildings of the first mass standard series in the total volume of the housing stock of the cities of Donbass. An analytical review of design solutions was carried out and an analysis of the causes of damage and destruction in the presence of various kinds of impacts was carried out in order to gain experience in safe construction. The classification of damage to structures made of brickwork is presented.

Keywords: residential stone buildings, technical condition of structures, standard projects, defects of brickwork.

Анализ проблемы

Современные тенденции в строительстве, а именно – увеличение этажности зданий, уплотнение городской застройки, насыщение инженерными коммуникациями – неизменно приводят к возникновению и последующему увеличению негативного техногенного воздействия проводимого строительства на уже построенные объекты, расположенные в сложных инженерно-геологических условиях, таких как просадочные грунты, оползни, карсты, подтопления и подрабатываемые территории. Вследствие этого происходят неравномерные осадки основания, которые обуславливают перераспределение усилий в надземных частях здания, вызывая повреждение

несущих конструкций, снижение эксплуатационных качеств зданий и долговечности материалов. Проблема повышения несущей способности существующих стеновых конструкций жилых зданий 60–70-х годов застройки на Донбассе в настоящее время стоит особенно остро в связи с критическим состоянием этих конструкций из-за большого срока службы и разрушений, вызванных ударными и динамическими повреждениями вследствие военных действий. Влияние динамических воздействий в основном сказывается на дефектах наружных стен зданий, построенных в сложных инженерно-геологических условиях. Необходимость усиления строительных конструкций зданий в процессе эксплуатации

возникает не только при реконструкции, но и вследствие преждевременного коррозионного и механического износа, а также различных повреждений.

Актуальность темы исследования

Актуальность данной темы обусловливается наличием значительного объема строительных работ, связанных с реконструкцией или капитальным ремонтом зданий 60–70-х годов застройки и необходимостью прогнозирования повреждений, установлением их причин и методик усиления, поскольку при должном внимании и поддержании старого жилого фонда в пригодном состоянии он может еще служить длительное время.

Цель исследования

Целью исследования является анализ причин повреждений и разрушений жилых зданий 60–70-х годов застройки при наличии различного рода воздействий и их влияние на эксплуатационную пригодность зданий в целом.

Основной материал исследования

Характеристика конструктивных решений жилых зданий 60–70-х годов застройки Донбасского региона.

С развитием индустриальных методов жилищного строительства на Донбассе в начале 60–70-х годов повсеместно возводились дома первых массовых типовых серий в кирпиче и в крупнопанельном исполнении (рис. 1).

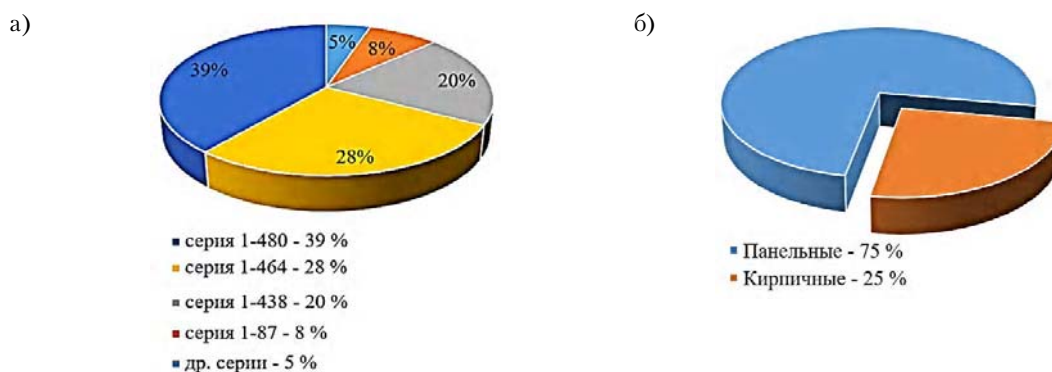


Рисунок 1 – Диаграмма количества жилых зданий 60–70-х годов застройки городов Донбасса в процентном соотношении: а) по типовым проектам первых массовых серий; б) по материалу стен.

Объем и относительный состав домов первого периода индустриального домостроения, в общем объеме жилищного фонда городов

Донбасса, в настоящее время составляет от 5 до 39 процентов. Исходные данные представлены в табл. 1–2.

Таблица 1. Состав жилых домов первых массовых серий 60–70-х годов застройки Донбасского региона

Показатель	Серия 1–438	Серия 1–464	Серия 1–480	Серия 1–87	Другие серии
Площадь, тыс. м ²	3 139,7	4 396,1	6 123,4	1 255,9	784,9
Удельный вес, %	20	28	39	8	5

Таблица 2. Этажность и материал стен жилых домов первых массовых серий 60–70-х годов застройки Донбасского региона

Показатель	Дома всех серий	Дома всех серий 5 этажей	Дома всех серий панельные	Дома всех серий кирпичные
Количество домов	4 690	4 690	3 517	1 173
Площадь, тыс. м ²	15 700	15 700	11 775,4	3 924,6
Удельный вес, %	21,99	100	75	25

Жилищный фонд первых массовых серий – это малогабаритное экономичное жилье, предназначенное для посемейного заселения. В период 60–70-х гг. XX в. он успешно осуществлял решение острой жилищной проблемы. Однако и сейчас этот фонд остается востребованным в секторе социального жилья с устойчивой динамикой спроса на вторичном рынке жилья, хотя полностью исчерпал свой моральный износ и не отвечает современным требованиям комфортности проживания людей. Данные дома имеют невысокий архитектурно-планировочный стандарт малометражных квартир, низкое качество строительно-отделочных работ, невыразительную архитектуру и однообразный внешний облик зданий и всей застройки в целом, наличие повреждений наружных стен. Неэффективные звукоизоляционные материалы и акустические характеристики ограждений не отвечают современным нормативным требованиям. Низкий уровень теплозащиты является причиной высоких затрат на их отопление, система горячего водоснабжения, как правило, выполнена по «открытому типу», т. е. в качестве горячей воды используется теплоноситель, что не соответствует стандартам водоснабжения [1, 2].

Пятиэтажные жилые здания, построенные по типовым проектам серий 1–438, 1–464, 1–480, 1–87 в основном четырех-, трех- или двухсекционные (рис. 2).

На каждом этаже расположены по четыре квартиры. Квартиры делятся на пять типов: однокомнатная (31 м²), двухкомнатная (41 и 45 м²), трехкомнатная (55 и 58 м²), в зависимости от площади. В домах с кирпичными стенами общая площадь квартир меньше на 1,0–1,5 м² из-за увеличения толщины внутренних стен. Однокомнатные квартиры расположены в основном в торцах зданий и из-за наличия окна и дополнительного окна с балконной дверью имеют большие теплопотери. Основная часть комнат неизолированы. Основными недостатками являются также маленькие кухни, прихожие, кладовые, иногда отсутствие балконов и лоджий, совмещенные санузлы, невозможность разместить в них современное сантехническое оборудование. Все же с необходимостью реконструкции дома представляют большой интерес, так как конструктивная система позволяет осуществить необходимую перепланировку квартир и секций и в определенных пределах получить современные квартиры.

Характерной особенностью указанных зданий является их конструктивная система, представляющая собой стеновую несущий остов, выполненный из кирпича, блоков или панелей. Наиболее распространена схема домов с наружными продольными несущими стенами и одной внутренней продольной несущей стеной. К ним относятся кирпичные дома следующих типовых серий: 1–438 (1956–1964 года постройки), разработанная

а)



б)



Рисунок 2 – Жилые дома 60–70-х годов застройки первых массовых типовых серий в кирпиче а) и крупнопанельном исполнении б).

проектной организацией «Гипроград» г. Киев (рис. 3), 1–480 (1958–1970 года постройки), разработанная проектной организацией КиевЗНИИЭП (рис. 4), 87-я (1960–1997 года постройки). Основными строительными конструкциями являются: фундаменты – ленточные, состоящие из железобетонных трапециевидных подушек по песчаному основанию и бетонных блоков, выкладываемых по высоте в один и более рядов; стены наружные – керамический или силикатный

кирпич, или крупные кирпичные блоки толщиной 0,51 м, внутренние кирпичные – 0,38 м; перегородки – гипсбетонные межквартирные толщиной 0,16 м и межкомнатные – 0,08 м; перекрытие – из сборных железобетонных пустотных плит или шатровых железобетонных панелей. Тип кровли – плоская, рулонная (рубероид). После реконструкции – вальмовая, покрытие – волнистые асбестоцементные листы. Фасад без отделки.

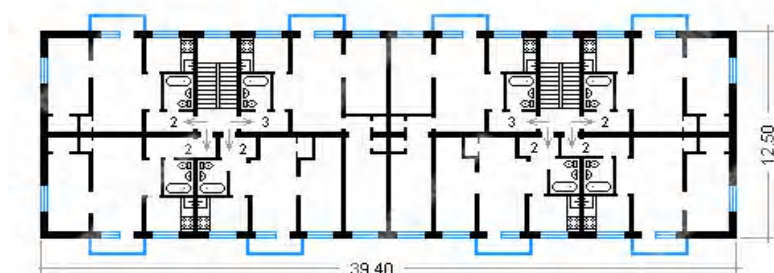


Рисунок 3 – План типового этажа (типовой проект серия 1–438).

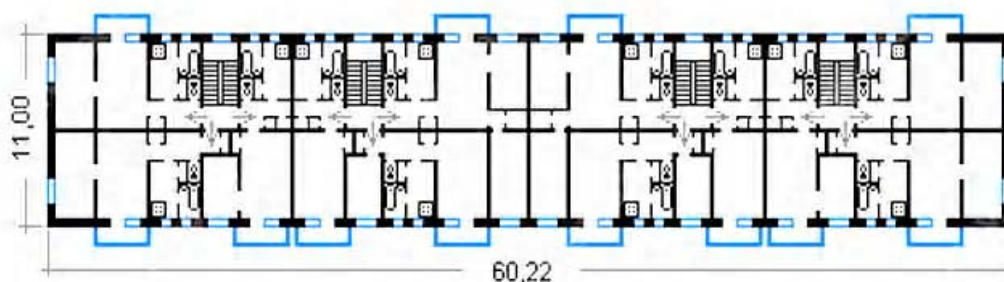


Рисунок 4 – План типового этажа (типовой проект серия 1–480–11).

Из типовых проектов полносборных крупнопанельных домов наибольшее распространение получили проекты серии 1–464, разработанные институтом Гипростройиндустрия и введенные в действие в 1959 г. (рис. 5).

Конструктивная схема домов с несущими продольными и поперечными стенами, расположенными через 2,6 и 3,2 м с опиранием панелей перекрытий по контуру. Панели наружных стен одно- и трёхслойные железобетонные толщиной от 21 до 35 см разработаны в зависимости от расчетной температуры района строительства. Панели гладкие окрашенные, либо неокрашенные с гравийной обсыпкой. Балконы расположены на панелях шириной 3,2 м. Для устройства внутренних

стен применяются железобетонные панели толщиной 12 см, а в цокольных частях зданий – 14 см. Фундаменты ленточные из сборных железобетонных подушек и бетонных блоков (серия 1–464) и свайные со сборными ростверками и безростверковым опиранием цокольных панелей (серия 1–464Д–85). Междэтажные перекрытия выполняются из плоских плит сплошного сечения толщиной 10 см, опирающихся по контуру на поперечные и продольные стены. Панели перекрытий и внутренних стен изготавливаются из тяжелого бетона. Перегородки – железобетонные, сплошного сечения, толщиной 12 см. Крыша плоская совмещённая, неветилируемая, с наружным водостокком. Кровельный ковер состоит из трех слоев

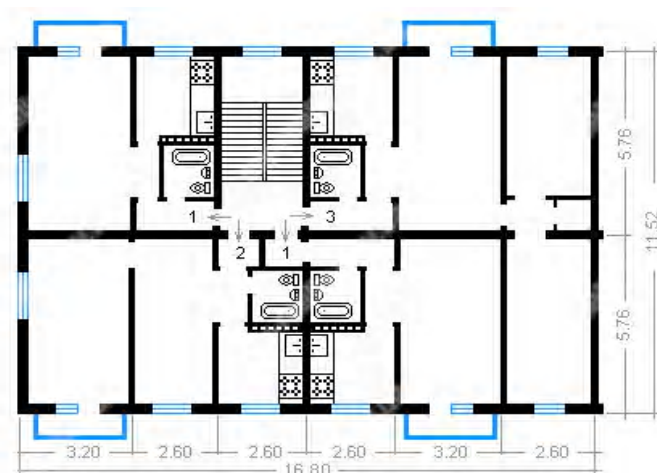


Рисунок 5 – План типового этажа торцевой секции (типовой проект серия 1–464А–2).

рубероида по пергамину на битумной мастике. Высота потолков 2,5 м.

Как показали технические обследования жилых домов первых массовых серий, капитальные конструкции зданий далеко не исчерпали свой физический ресурс. Здания имеют существенные запасы несущей способности оснований и фундаментов – 12–30 %, запасы несущей способности кирпичных стен и простенков – 5–50 %, запасы несущей способности панельных стен – 20–50 % и запасы несущей способности перекрытий и балконных плит – 5–30 %. Общее техническое состояние стыков стеновых панелей зданий можно охарактеризовать как ограниченно работоспособное, при котором имеются дефекты и повреждения, приведшие к некоторому снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, и функционирование конструкции возможно при

контроле ее состояния. С учетом требований теплозащиты все стыки нуждаются в ремонте, поэтому при реконструкции зданий необходимо произвести ревизию всех стыков стеновых панелей с очисткой стальных деталей от коррозии, восстановлением защитного покрытия, замоноличиванием стыков бетоном, восстановлением и усилением теплоизоляции. Основной проблемой в эксплуатации кирпичных зданий – это деформации несущих стен из-за растрескивания недостаточно обожженного кирпича, который использовался при строительстве.

Из общего объема жилищного фонда городов Донбасса следует выделить дома, пострадавшие во время военных действий. В таблице 3 представлены данные о разрушениях по городам и районам Донбасса.

По состоянию на июнь 2023 года в ходе боевых действий в республике повреждения получили

Таблица 3. Разрушения жилищного фонда по городам и районам ДНР на 2016 год [3]

Город, район	Частные	%	Много-квартирные	%
Донецк	2 165	56,18	180	40,36
Докучаевск	103	2,67	4	0,90
Дебальцево	126	3,27	24	5,38
Горловка	353	9,16	123	27,58
Макеевка	174	4,51	64	14,35
Ясиноватая	522	13,54	50	11,21
Новоазовский район	319	8,28	1	0,22
Тельмановский район	79	2,05	-	-
Старобешевский район	13	0,34	-	-
Итого:	3 854	100	446	100

73 220 жилых дома в частном секторе начиная с 2014 года. Более 38 тыс. пришлось на Мариуполь, 7 598 – на Волноваху [4], 2 288 – на Горловку [5].

По официальным данным СЦКК ДНР на 22.07.2023 г. повреждено 11 636 жилых домов-строения и 2 784 объекта гражданской инфраструктуры [6].

Согласно статистическим данным, в ходе боевых действий повреждены важные объекты, представленные на рис. 6.

В настоящее время стоит проблема, как с минимальными затратами, но максимально эффективно использовать прежний опыт массового жилищного строительства. Данные по разрушению жилищного фонда ДНР, которые приведены в таблице 3 и на рисунке 6, являются факторами, требующими пересмотра подходов к мероприятиям по реконструкции устаревшего жилого фонда.

Реконструкция и восстановление жилых зданий позволит не только продлить жизненный цикл, но и значительно улучшить качество жилья, оснастить дома современным инженерным оборудованием, улучшить архитектурную выразительность зданий и повысить их энергоэффективность. Используя научный опыт исследований теоретического и прикладного характера по повышению надежности и долговечности конструкций для зданий разных периодов строительства необходим индивидуальный подход при разработке методов и технологий их реконструкции [7]. Нормативным документом СП 427.1325800.2018 «Каменные и армокаменные конструкции. Методы усиления» определены требования к методам усиления каменных и армокаменных конструкций, возведенных с применением

керамического и силикатного кирпича, керамических, силикатных, бетонных, природных камней и блоков.

Причины повреждений и разрушений жилых каменных зданий.

В жилых каменных зданиях часто имеются дефекты и повреждения, снижающие долговечность и эксплуатационные качества. Причиной этого является влияние многочисленных неблагоприятных факторов и ошибок, допущенных на всех этапах строительного процесса и эксплуатации [8]. В большинстве случаев повреждения и аварии происходят вследствие неполного учета инженерно- и гидрогеологических условий строительной площадки, а именно:

- *Развитие реологических процессов.* При взаимодействии подземной части высотного здания с окружающим массивом за ограждением котлована и подстилающим фундаментом возникает сложное неоднородное напряженно-деформированное состояние, трансформирующееся в пространстве и во времени – как в период строительства, так и в период эксплуатации здания. Особые сложности возникают, когда массив грунта неоднороден и обладает реологическими свойствами, и при этом вблизи ограждения котлована действует дополнительная нагрузка [9].
- *Учет совместной работы здания и грунтового основания.* Необходимость расчета зданий во взаимодействии с основаниями отмечается в многочисленных работах. Расчет перемещений фундаментов как шарнирно нагружаемых конструкций без учета жесткости над фундаментных строений приводит к их завышению. В течение всего периода эксплуатации

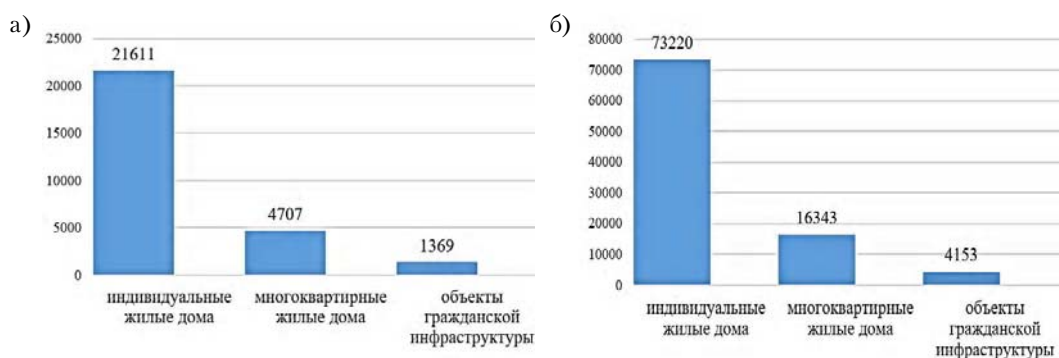


Рисунок 6 – Динамика и структура поврежденных объектов: а) на 2016 год; б) данные СЦКК ДНР на 2023 год.

неравномерно по площади зданий меняются влажность, температура грунтов и конструкций, нагрузки. Происходит перераспределение усилий и напряжений. Здание приспособляется к меняющимся условиям. Осуществить прогноз этих изменений практически невозможно из-за влияния большого числа случайных параметров [10].

- *Влияние грунтовых условий на несущую способность зданий и характер повреждений.* Особые требования к проектированию, строительству и эксплуатации возникают при возведении зданий и сооружений на просадочных, набухающих, насыпных грунтах, на основаниях с крутопадающими слоями, при высоком уровне грунтовых вод, подтоплении территории, агрессивности грунтов и грунтовых вод, строительстве вблизи откосов или склонов, на оползневых территориях, засыпанных оврагах, ручьях и болотах при неоднородных основаниях [11].
- *Влияние технологий строительно-монтажных работ.* Высокие требования к величинам осадок соседних фундаментов не выполняются из-за недостаточно точной планировки дна траншей и котлованов и повреждения контактного слоя. Расчетные и фактические нагрузки на фундаменты в ряде случаев значительно отличаются. Это увеличивает неравномерность осадок и их относительных разностей. Надо иметь в виду условность расчетных моделей оснований и зданий. В процессе строительства, а затем и эксплуатации, жесткости оснований, конструкций, их сопряжений, зданий и сооружений изменяются. Регулирование жесткости во время возведения может привести к уменьшению неравномерности осадок и снижению вероятности трещинообразования [17].

Причинами значительных неравномерных деформаций зданий часто является низкое качество ряда трудно контролируемых работ: обратная засыпка пазух, подсыпки под полы, вертикальная планировка территорий, уплотнение просадочных грунтов тяжелыми трамбовками, гидроизоляция и др.

- *Большую опасность представляют утечки из коммуникаций.* Объемы поступившей в основание воды и размеры областей водонасыщения изменяются в широких пределах.

Механические характеристики грунтов значительно снижаются неравномерно по объему. Вследствие этого происходит перераспределение усилий и напряжений в элементах зданий, возникновение и развитие трещин. Особенно опасно замачивание оснований из структурно-неустойчивых грунтов и в первую очередь просадочных. До 1980-х годов не учитывали неизбежность утечек воды в зданиях с водонесущими коммуникациями и резкое снижение при этом прочностных и деформационных характеристик грунтов. Известные технологические и конструктивные мероприятия по предотвращению недопустимых неравномерных осадок фундаментов либо не предусматривают в проектах, либо выполняют некачественно.

- *Неучитываемые неблагоприятные воздействия* включают транспортные, температурные, сезонное изменение влажности, локальное аварийное замачивание [12], необоснованная перепланировка или надстройка существующих зданий [18], коррозия материалов [13], перегрузка конструкций, воздействие рядом или вблизи построенных зданий [19] и др. Оценить их влияние на прочность, жесткость и трещиностойкость конструкций практически невозможно.
- *Действия динамических и взрывных нагрузок.* По результатам исследования разрушений и степени повреждения кирпичного здания [14–16] отмечено, что одним из наиболее уязвимых мест в кирпичной кладке при строительстве зданий являются сечения по швам, сцепление в которых зачастую оказывается недостаточным для обеспечения сопротивления сдвигу, разрыву или главным растягивающим напряжениям.
- *Влияние конструктивных решений.* Использование напряженно-армированных железобетонных поясов по всем несущим кирпичным стенам, армированных швов повышает жесткость зданий, уменьшает трещинообразование [17].
- *Снижение прочности кладки во времени.* Отмечены основные причины снижения прочности кладки: плохое качество работ, низкое качество материалов, преждевременное замерзание раствора, пробивка борозд и отверстий, вымывание растворных швов, разрушение

кладки вследствие периодического замерзания и оттаивания увлажненных участков, разрушение кладки технологическими растворами, повреждения стен от насыпи сыпучего материала, развитие во времени неравномерных осадок основания, отсутствие анкеровки плит перекрытий, температурное выпучивание стен, отсутствие или неправильная конструкция деформационных и осадочных швов, сопряжение кладок с разными деформационными свойствами, локальная перегрузка, недопустимые относительные осадки и сдвиги фундаментов в направлении наклонных слоев. Появление и раскрытие швов в стенах приводит к нарушению целостности конструкции и появлению разделенных трещинами пластин, по контакту которых возникают силы трения и зацепления, а прочность и устойчивость резко снижается. Восстановить первоначальное состояние конструкции часто не удается. Температурные деформации приводят к раскрытию заделанных трещин [8, 13].

Анализ причин деформаций кирпичной кладки.

Много зданий в Донбасском регионе построено из кирпича. В кирпиче, как строительном материале, сочетаются такие качества, как: прочность, долговечность, экологичность, низкая теплопроводность, архитектурная выразительность и практичность. Но многие факторы влияют на снижение долговечности кирпичной кладки, такие как наличие неравномерных осадок грунтов, атмосферные осадки, перепады температуры, ошибки в проектных решениях, при строительстве и эксплуатации. Перед тем, как устранять какие-либо повреждения, нужно разобраться с их источником. В противном случае работы по восстановлению первоначального вида кладки будут бессмысленны, ведь если не устранить первопричину, трещины вернутся на своё прежнее место.

Каменная кладка – это монолитный неоднородный упругопластический материал. Даже если нагрузка равномерно распределена по всему сечению элемента, который находится в состоянии сжатия, то камень и раствор находится в условиях сложного напряжённого состояния. Материалы одновременно подвержены срезу, внецентренному сжатию, растяжению, изгибу и смятию (рис. 7).

Такие условия работы кирпичной кладки обуславливаются следующими причинами:

1. Довольно большая разница неоднородности в швах, потому как при изготовлении раствора в отдельных его объёмах на рабочей площадке довольно сложно соблюдают равное количество воды, цемента, заполнителя и других добавок. Неоднородность швов усиливается также вследствие неравномерного твердения раствора, поэтому появляются неравномерные усадки.
2. Наличие разницы деформативных свойств камня и раствора, это приводит к образованию касательных напряжений по плоскости камня и раствора.
3. Присутствие пустот в вертикальных швах кирпичной кладки, они являются концентраторами напряжений.
4. Различные геометрические несовершенства также являются концентраторами напряжений.

Как известно, кирпичная кладка хорошо работает на сжатие, что нельзя сказать о растяжении. Если работа при сжатии кладки ограничивается маркой кирпича, то прочность при работе на растяжение обуславливается степенью связи камня и раствора. Существует две разновидности сцепления: нормальное и касательное (рис. 8). Проведение экспериментов показало, что касательное сцепление в два раза прочнее нормального.

При касательных и нормальных сцеплениях соответственно существует два вида растяжения кладки, как растяжение по перевязанному и неперевязанному шву. Растяжение по неперевязанному шву осуществляется при внецентренном сжатии, при наличии больших эксцентриситетов, тогда кладка испытывает растяжение с одной стороны.

При перевязанном шве кладка растягивается и разрушается по раствору, так как за частую сцепление камня с раствором меньше, чем прочность кирпича.

Наиболее характерные повреждения кирпичной кладки – это трещины, они являются критерием изменения напряженно-деформируемого состояния. Поводом образования трещин могут стать различные причины, но большая часть связана с деформацией фундамента и неравномерными осадками основания. Эти повреждения снижают конструктивную надёжность здания и его долговечность.

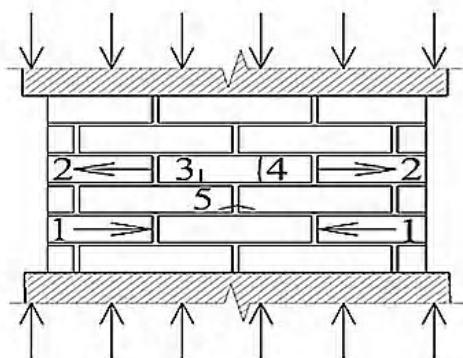


Рисунок 7 – Напряженное состояние кирпича в кладке: 1 – сжатие; 2 – растяжение; 3 – изгиб; 4 – срез; 5 – местное сжатие.

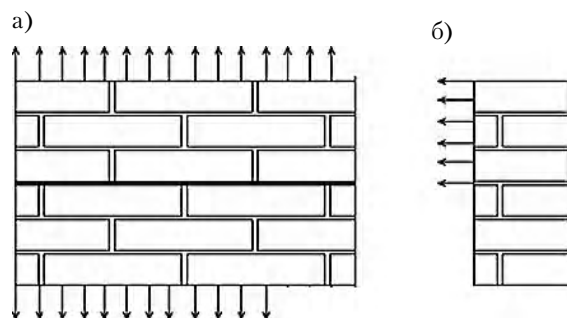


Рисунок 8 – Виды сцепления между раствором и камнем при работе кладки на растяжение: а) нормальное; б) касательное.

Классификация повреждений конструкций из кирпичной кладки.

– По причине источника повреждения:

- а) погрешности на стадии проектирования: некорректный расчёт нагрузок; неудовлетворительный выбор конструктивного решения узлов; недостаточное количество данных инженерно-геологических изысканий;
- б) доброкачественные материалы: нарушение параллельности граней кирпича, не соответствие марки и морозостойкости кирпича и раствора проектным требованиям;
- в) недобросовестное выполнение работ: отступление от горизонтальности и толщины швов, несоблюдение правил перевязки;
- г) неблагоприятные условия эксплуатации: агрессивная окружающая среда; высолы; замачивание;
- д) неравномерные осадки основания здания, которые возникают вследствие подрабатываемых территорий, ошибок на стадии проектирования, нарушения норм эксплуатации, технологии производства земляных работ.

– По срокам образования:

- а) при строительстве;
- б) при продолжительном строительстве без правильной консервации;
- в) при эксплуатации;
- г) после окончания срока эксплуатации.

– По уровню повреждения:

- а) незначительная стадия повреждений – несущая способность кладки составляет 95–100 %, осуществление ремонта или усиления является не обходимым;

- б) лёгкая стадия повреждения – несущая способность кладки составляет 85 %, необходимо усиление при наличии трещин или сколов;
- в) средняя стадия повреждения – несущая способность кладки составляет 75 %, необходимо усиление;
- г) высокая стадия повреждения – несущая способность кладки составляет 50 %, необходимо усиление;
- д) аварийная стадия повреждения – несущая способность кладки составляет ниже 50 %, необходимо усиление или полная замена конструкции.

– По типу повреждений:

- а) источником повреждения являются деформации стен;
 - б) повреждения, вызванные внешними силовыми факторами;
 - в) источником повреждения является увлажнение и обмерзание;
 - г) источником повреждения являются нарушения основного материала кладки в виде трещин.
- Особые нагрузки возникают посредством динамических воздействий или ударов. От такого воздействия трещины имеют нерегулярное направление, так как нагрузки не статичны, а также являются источником расчленения кладки на отдельные элементы, что приводит к разрушению конструкции.

Детально характеристики повреждений кирпичной кладки с прогнозированием вероятных последствий рассмотрены в табл. 4 и на рис. 9. Те или иные повреждения диагностируют визуальным или инструментальным методами.

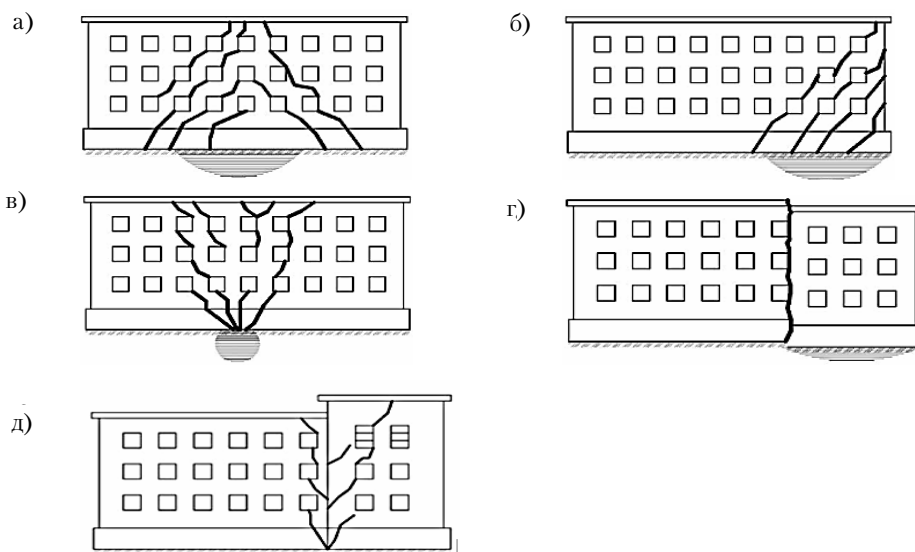


Рисунок 9 – Схемы расположения трещин при неравномерной осадке зданий: а) наличие слабого грунта под средней частью зданий; б) то же у края здания; в) присутствие жесткой опоры в грунте под средней частью; г) осадка секции; д) разность уплотнения или давления на грунт под зданием.

Таблица 4. Типичные повреждения конструкций из кирпичной кладки

№ п/п	Вид повреждения	Возможные источники или его свойства	Вероятные последствия
1	2	3	4
Повреждение защитного и отделочного слоя			
1	Высолы снаружи или внутри стены	Перемещение соли на поверхность стены, которая входит в состав её материала, при превышении их нормальной дозы	Несущая способность кладки заметно не изменяется
Нарушение сплошности кладки			
2	Увлажнение кладки стен	Скопление влаги в местах повреждения стены из-за капиллярного всасывания или атмосферных осадков	Рост деструктивного процесса, что может привести к разрушению раствора или кирпича
3	Отшелушивание поверхности, выветривание наружного слоя, повышение пористости, сниженная плотность, рыхлость структуры, выпадение отдельных частей материала	Влияние химически агрессивной среды, высокие температуры от технологического оборудования, увлажнение, огневое воздействие, недостаточная морозостойкость, воздействия жизнедеятельности микроорганизмов и микрорастений	Несущая способность кладки снижается
4	Отколы, выбоины, борозды, раковины и т.д.	Повреждения в следствии механического воздействия (удар транспортного средства, пробивание отверстия или борозды в теле кладки)	Вероятное понижение несущей способности
Деформации стен			
5	Изгиб в горизонтальном и вертикальном направлении	Неравномерная осадка основания. Появление типичных трещин	Несущая способность снижается или теряется, возможно развитие трещин

Продолжение таблицы

1	2	3	4
6	Выпучивание	Боковое давление грунта, размещение у стены большого количества различного материала; увеличение вертикальной нагрузки; повышенная гибкость по высоте стены, когда отсутствуют или разорваны промежуточные связи; отклонение балок или плит перекрытий к краю стены; температурная деформация	Несущая способность стены снижается, появляются трещины
7	Смещение стены или отдельного участка от вертикали	Неравномерная осадка грунта; слабые или отсутствующие поперечные связи	Образование рост раскрытия трещин в кладке
8	В месте размещения оборудования, образующего пар и влажность	Скопление влаги на поверхностях стены	Рост деструктивного процесса, что может привести к разрушению кладки
9	В карнизной части стены, в месте расположения водосточных труб, под нишами и окнами	Неисправность кровли, водосточного желоба	Рост деструктивного процесса, прогрессирующее разрушение кладки
10	Образование заледенения или инея	Образование конденсата влаги из атмосферы, эксфильтрация из помещений	То же
11	В цокольной части стены	Повреждение, низкое расположение, относительно отмостки и тротуара или отсутствие гидроизоляционной защиты	Рост деструктивного процесса в теле кладки, вызванного попеременным размораживанием и оттаиванием, выветриванием
12	В месте расположения санитарно-технического оборудования	Неисправность оборудования, протечка трубопровода или ёмкости; непрерывная конденсация влаги на поверхности трубопровода	Снижение прочностных характеристик с образованием деструктивного процесса
Повреждение основного материала кирпичной кладки			
13	Трещины, имеющие направление параболических кривых, ветви которых расходятся к низу по обе стороны от средней части здания (рис. 9 а)	Осадка основания в средней части здания	Несущая способность стены снижается, в месте появления трещин
14	Трещины, с увеличением раскрытия вверх, наклонные или имеющие характер параболических кривых, расходятся к низу относительно краев здания (рис. 9 б, в)	Осадка крайних частей здания или присутствие жёсткого образования под средней частью здания	То же
15	Практически вертикальная трещина, раскрытая вверх (рис. 9 г, д)	Присутствие жёсткой опоры в грунте под зданием, где располагается трещина	То же

Окончание таблицы

1	2	3	4
16	Практически вертикальная трещина, смещённая по вертикальной части здания с одной стороны от трещины относительно других, с равномерным раскрытием по высоте	Осадка части здания	То же
17	Клиновидные трещины в месте пристройки новой постройки или в месте перепада высот	Разность уплотнения или давления на грунт под зданием	То же
18	Вертикальные трещины, которые пересекают два и более рядов кладки, при наличии трещин две и более на 1 м стены, раскрытие 0,1...0,5 мм	Существенное перегруженные кладки, сниженная прочность материала	То же
19	Косые и горизонтальные трещины по шву кладки перемычек, вертикальные трещины в пролёте	Существенное перегруженные кладки, сниженная прочность материала, неполное армирование	То же
20	Горизонтальные трещины по шву кладки	То же	Снижение прочностных характеристик кладки
21	Небольшие трещины, сколами, раздробление материала под опорами	Существенное перегруженные кладки, неполная глубина опирания	То же
22	Клиновидные трещины в верхней части здания	Образование распора из-за расстройтва стропильной системы	Несущая способность стены снижается, в месте появления трещин
23	Вертикальные трещины в продольных стенах нижних этажей, в концах перемычек, плит, раскрытие 0,1...0,3 мм	Деформации температурно-влажностного характера в продольном направлении стен и перекрытий	Снижение прочностных характеристик кладки, в месте образования трещин
24	Трещины в средней части здания по всей высоте, раскрытие 10 мм (рис. 9, а)	Недостаток температурных швов или армированных поясов	То же
25	Трещины в местах опорах балок или ферм, в месте расположения пилястра и стены	Различные деформации в разных частях стены по причине разных напряжений в теле кладки. Температурные колебания, при котором расширяется и укорачивается материал ферм или балок, осадка фундаментов	Существенное снижение несущей способности кладки
26	Косые трещины в месте крайних проёмов первого этажа	Деформации сдвига кирпичной кладки по причине температурного воздействия	То же

При визуальном осмотре можно выявить места механических и физико-химических повреждений, проводится общая оценка физического состояния конструктивных элементов или здания в целом. При инструментальном обследовании выявляются повреждения, которые незаметны визуально и устанавливаются количественные данные о состоянии конструкций здания. Точные данные о повреждениях необходимы для проведения расчета и получения конкретной информации для действительной оценки несущей способности конструкций или здания в целом.

Выводы

Жилые каменные здания, построенные в 60–70-х годах XX в. на Донбассе, в процессе эксплуатации подверглись моральному и физическому износу.

Однако технические обследования показали, что капитальные конструкции зданий далеко не исчерпали свой физический ресурс, имеют существенные запасы несущей способности оснований и фундаментов, конструкций стен, перекрытий и балконных плит. Поэтому вопрос исследования напряженно-деформированного состояния конструкций таких зданий является весьма актуальным.

Главным критерием для определения стадии повреждения здания и содержания методологии прогноза повреждений является определение взаимосвязей между горно-геологическими условиями подработки и максимальным раскрытием трещин в несущих стенах кирпичной кладки, от которой зависят повреждения второстепенных конструкций и эксплуатационная пригодность здания в целом.

Литература

1. Реконструкция и модернизация жилищного фонда : методическое пособие СТО РААСН 01–2007 : введено в действие впервые / Л. В. Хихлуха, А. Н. Спивак, Б. С. Платонов, И. Л. Хихлуха. – Москва : Научно-исследовательский институт теории архитектуры и градостроительства РААСН, 2007. – 87 с. – URL: <http://mooml.com/d/proizvodstvenno-otraslevye-standarty/28984/> (дата обращения: 27.06.2023). – Текст : электронный.
2. Сергачёв, А. А. Техническое обследование жилых зданий первого индустриального поколения / А. А. Сергачёв, О. В. Клевакина. – Текст : электронный // Агротехника и энергообеспечение. – 2020. – № 3(28). – С. 29–36. – URL: <https://sciup.org/agrotech-orel/2020-3-28#tab=contents> (дата обращения: 27.06.2023).
3. Панченко, В. В. Организационно-аналитическое обеспечение системы управления строительным комплексом Донецкой Народной Республики / В. В. Панченко. – Текст : электронный // Экономика строительства и городского хозяйства. – 2020. – Том 16, Номер 3. – С. 173–183. – URL: http://donnasa.org/publish_house/journals/esgh/2020-3/05_panchenko.pdf (дата обращения: 27.06.2023).
4. До конца текущего года в Донецкой Народной Республике планируют восстановить до 7 тысяч частных домовстроений. – Текст : электронный // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства (Минстрой ДНР) : официальный

References

1. Khikhlukha, L. V.; Spivak, A. N.; Platonov, B. S.; Khikhlukha, I. L. Reconstruction and modernization of the housing stock : methodological manual STO RAASN 01–2007 : put into effect for the first time. – Moscow : Research Institute of Theory of Architecture and Urban Planning RAASN, 2007. – 87 p. – URL: <http://mooml.com/d/proizvodstvenno-otraslevye-standarty/28984/> (date of access: 27.06.2023). – Text : electronic. (in Russian)
2. Sergachev, A. A.; Klevakina, O. V. Technical inspection of residential buildings of the first industrial generation. – Text : electronic. – In: *Agricultural technology and energy supply*. – 2020. – № 3(28). – P. 29–36. – URL: <https://sciup.org/agrotech-orel/2020-3-28#tab=contents> (date of access: 27.06.2023). (in Russian)
3. Panchenko, V. V. Organizational and analytical support for the management system of the construction complex of the Donetsk People's Republic. – Text : electronic. – In: *Economics of civil engineering and municipal economy*. – 2020. – Volume 16, Number 3. – P. 173–183. – URL: http://donnasa.org/publish_house/journals/esgh/2020-3/05_panchenko.pdf (date of access: 27.06.2023). (in Russian)
4. By the end of this year in the Donetsk People's Republic they plan to restore up to 7 thousand private housing constructions. – Text : electronic // Ministry of Construction and Housing and Communal

- сайт. – 2022. – URL: <https://minstroy-dnr.ru/do-konca-tekushchego-goda-v-doneckoj-narodnoj-respublike-planiruyut-vosstanovit-do-7-tysyach-chastnyh-domostroenij> (дата обращения: 27.06.2023).
5. Telegram-канал «Приходько РИК» : [сайт]. – Горловка, 2023. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://t.me/s/Prikhodko1970> (дата обращения: 24.07.2023). – Текст : электронный.
 6. ДНР в СЦКК. Представительство ДНР в СЦКК : [сайт]. – Донецк, 2023. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://dnr.sckk.info/povrezhdeniya-infrastruktury/> (дата обращения: 24.07.2023). – Текст : электронный.
 7. Горохов, Е. В. Оценка технического состояния и техническая диагностика металлических конструкций промышленных зданий и сооружений / Е. В. Горохов, А. М. Югов. – Текст : электронный // Строитель Донбасса. – Макеевка : ДонНАСА, 2019. – Номер 2(7). – С. 15–25. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41569854> (дата обращения: 27.06.2023).
 8. Леденёв, В. В. Причины повреждений и разрушений кирпичных зданий / В. В. Леденёв, В. Г. Однолко, А. В. Колесникова. – Текст : электронный // Вестник ТГТУ. – 2014. – Том 20, № 1. – С. 141–152. – URL: http://vestnik.tstu.ru/eng/t_20/tom_N20_e.htm (дата обращения: 27.06.2023).
 9. Тер-Мартirosян, З. Г. Длительная осадка и несущая способность оснований и фундаментов вблизи вертикальной выемки при разных параметрах вязкости грунта / З. Г. Тер-Мартirosян, А. З. Тер-Мартirosян, Ю. В. Ванина. – Текст : электронный // Вестник МГСУ. – 2022. – Том 17, Выпуск 12. – С. 1664–1676. – URL: <https://mgssuvest.elpub.ru/jour/issue/viewIssue/178/174> (дата обращения: 27.06.2023).
 10. Писаренко, А. В. Взаимодействие бескаркасных зданий с основанием из частично закрепленного просадочного грунта: специальность 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Писаренко Анастасия Валериевна ; Донбасская национальная академия строительства и архитектуры. – Макеевка, 2017. – 25 с. – Текст : непосредственный.
 11. Коновалов, П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий : монография / П. А. Коновалов, В. П. Коновалов. – Москва : АСВ, 2011. – 384 с. – Текст : непосредственный.
 12. Заболотник, П. С. Влияние аварийных утечек воды на температурный режим грунтов оснований зданий Якутской ТЭЦ / П. С. Заболотник. – Текст : электронный // Наука и образование. – 2015. – № 2. – С. 75–78. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_25981703_22447183.pdf (дата обращения: 27.06.2023).
 13. Малахова, А. Н. Дефекты наружных кирпичных стен зданий, достраиваемых после длительного перерыва / А. Н. Малахова, А. С. Балакшин. – Services (Ministry of Construction of the DPR) : official site. – 2022. – URL: <https://minstroy-dnr.ru/do-konca-tekushchego-goda-v-doneckoj-narodnoj-respublike-planiruyut-vosstanovit-do-7-tysyach-chastnyh-domostroenij> (date of access: 27.06.2023). (in Russian)
 5. Telegram channel «Prikhodko RIK» : [site]. – Gorlovka, 2023. – Updated throughout the day. – URL: <https://t.me/s/Prikhodko1970> (date of access: 24.07.2023). – Text : electronic. (in Russian)
 6. DPR in JCCC. Representation of the DPR in the JCCC : [site]. – Donetsk, 2023. – Updated throughout the day. – URL: <https://dnr.sckk.info/povrezhdeniya-infrastruktury/> (date of access: 24.07.2023). – Text : electronic. (in Russian)
 7. Gorokhov, E. V.; Yugov, A. M. Assessment of technical condition and technical diagnostics of metal structures of industrial buildings and structures. – Text : electronic. – In: *Builder of Donbass*. – 2019. – № 2(7). – P. 15–25. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41569854> (date of access: 27.06.2023). (in Russian)
 8. Ledenev, V. V.; Odnolko, V. G.; Kolesnikova, A. V. Causes of damage and destruction of brick buildings. – Text : electronic. – In: *Bulletin of TSTU*. – 2014. – Volume 20, № 1. – P. 141–152. – URL: http://vestnik.tstu.ru/eng/t_20/tom_N20_e.htm (date of access: 27.06.2023). (in Russian)
 9. Ter-Martirosyan, Z. G.; Ter-Martirosyan, A. Z.; Vanina, Yu. V. Long-term settlement and bearing capacity of bases and foundations near a vertical excavation at different parameters of soil viscosity. – Text : electronic. – In: *Bulletin of MGSU*. – 2022. – Volume 17, Issue 12. – P. 1664–1676. – URL: <https://mgssuvest.elpub.ru/jour/issue/viewIssue/178/174> (date of access: 27.06.2023). (in Russian)
 10. Pisarenko, A. V. Interaction of frameless buildings with a foundation made of partially fixed subsidence soil : specialty 05.23.01 «Building structures, buildings and structures» : abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. – Makeevka, 2017. – 25 p. – Text : direct. (in Russian)
 11. Kononov, P. A.; Kononov, V. P. Foundations and foundations of reconstructed buildings: monograph. – Moscow : DIA, 2011. – 384 p. – Text : direct. (in Russian)
 12. Zabolotnik, P. S. The influence of emergency water leaks on the temperature regime of the foundation soils of buildings at the Yakutskaya Thermal Power Plant. – Text : electronic. – In: *Science and education*. – 2015. – № 2. – P. 75–78. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_25981703_22447183.pdf (date of access: 27.06.2023). (in Russian)
 13. Malakhova, A. N.; Balakshin, A. S. Defects in external brick walls of buildings being completed after a long break. – Text : electronic. – In: *Bulletin of MGSU*. – 2011. – Number 8. – P. 140–145. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=pumqb> (date of access: 27.06.2023). (in Russian)

- Текст : электронный // Вестник МГСУ. – 2011. – Номер 8. – С. 140–145. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=pumqb> (дата обращения: 27.06.2023).
14. Искандерова, А. Т. Динамические испытания модели здания из кирпичной конструкции без антисейсмических усиления / А. Т. Искандерова, Т. Абаканов. – Текст : электронный // Вопросы устойчивого развития общества. – 2022. – Выпуск 5. – С. 1258–1268. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48690171_72290780.pdf (дата обращения: 27.06.2023).
 15. Орлов, Г. Г. Нагрузки, разрушающие строительные конструкции в результате аварийных взрывов / Г. Г. Орлов, А. Д. Корольченко. – Текст : электронный // Пожарная безопасность зданий, сооружений, объектов. – 2016. – Том 25, № 3. – С. 45–56. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nagruzki-razrushayushchie-stroitelnye-konstruktsii-v-rezultate-avariynih-vzryvov> (дата обращения: 27.06.2023).
 16. Комаров, А. А. Определение параметров динамических нагрузок от аварийных взрывов, действующих на здания и сооружения взрывоопасных производств / А. А. Комаров, Е. В. Бажина. – Текст : электронный // Вестник МГСУ. – 2013. – Том 8, выпуск 12. – С. 14–19. – URL: <https://mgssuvest.elpub.ru/jour/issue/viewIssue/68/65> (дата обращения: 27.06.2023).
 17. Гайворонский, Е. А. Архитектурные решения зданий и сооружений на территориях со сложными горно-геологическими условиями в городах Донбасса / Е. А. Гайворонский, А. М. Югов. – Текст : непосредственный.
 18. Pukhkal, V. Reconstruction of Buildings with a Superstructure Mansard : Options to Reduce Energy Intensity of Buildings / V. Pukhkal, V. Murgul, M. Garifullin. – Текст : электронный // International Scientific Conference Urban Civil Engineering and Municipal Facilities. – 2015. – December 2015. – P. 629–632. – URL: https://www.researchgate.net/publication/282479417_Reconstruction_of_Buildings_with_a_Superstructure_Mansard_Options_to_Reduce_Energy_Intensity_of_Buildings (дата обращения: 27.06.2023).
 19. Lynch, G. The history of gauged brickwork conservation, repair and modern application / G. Lynch. – Amsterdam : Elsevier, 2007. – 438 p. – Текст : непосредственный.
 14. Iskanderova, A. T.; Abakanov, T. Dynamic tests of a building model made of brick construction without anti-seismic reinforcements. – Text : electronic. – In: *Issues of sustainable development of society*. – 2022. – Issue 5. – P. 1258–1268. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48690171_72290780.pdf (date of access: 27.06.2023). (in Russian)
 15. Orlov, G. G.; Korolchenko, A. D. Loads that destroy building structures as a result of emergency explosions. – Text : electronic. – In: *Fire safety of buildings, structures, objects*. – 2016. – Volume 25, № 3. – P. 45–56. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nagruzki-razrushayushchie-stroitelnye-konstruktsii-v-rezultate-avariynih-vzryvov> (date of access: 27.06.2023). (in Russian)
 16. Komarov, A. A.; Bazhina, E. V. Determination of the parameters of dynamic loads from emergency explosions acting on buildings and structures of explosive industries. – Text : electronic. – In: *Bulletin of MGS*. – 2013. – Volume 8, Issue 12. – P. 14–19. – URL: <https://mgssuvest.elpub.ru/jour/issue/viewIssue/68/65> (date of access: 27.06.2023). (in Russian)
 17. Gaivoronsky, E. A.; Yugov, A. M. Architectural solutions for buildings and structures in territories with complex mining and geological conditions in the cities of Donbass. – Text : direct. (in Russian)
 18. Pukhkal, V.; Murgul, V.; Garifullin, M. Reconstruction of Buildings with a Superstructure Attic: Options to Reduce Energy Intensity of Buildings. – Text : electronic. – In: *International Scientific Conference Urban Civil Engineering and Municipal Facilities*. – 2015. – December 2015. – P. 629–632. – URL: https://www.researchgate.net/publication/282479417_Reconstruction_of_Buildings_with_a_Superstructure_Mansard_Options_to_Reduce_Energy_Intensity_of_Buildings (date of access: 27.06.2023).
 19. Lynch, G. The history of gauged brickwork conservation, repair and modern application. – Amsterdam : Elsevier, 2007. – 438 p. – Text : direct.

Левченко Виктор Николаевич – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой железобетонных конструкций ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Чернышева Тамара Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования зданий и строительной физики ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: звукоизоляция легких многослойных ограждений, проектирование зданий.

Левченко Віктор Миколайович – кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри залізобетонні конструкції ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Чернышева Тамара Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування будівель і будівельної фізики ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: звукоізоляція легких багат шарових огорожень, проектування будівель.

Levchenko Victor – Ph. D. (Eng.), Professor, Head of the Department Reinforced Concrete Structures FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Chernysheva Tamara – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Building Design and Structural Physics Department FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: sound insulation of light multi-layer fences, designing of buildings.