



Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Причины деструкции кладки наружных стен технического этажа

С.С. Зимин¹, О.В. Романова², Н.П. Романов³

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет», 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

Информация о статье	История	Ключевые слова
УДК 692.23 Научная статья	Подана в редакцию 12 декабря 2014 Принята 30 декабря 2014	технический этаж, многослойные наружные стены, лицевой кирпичный слой, деструкция кирпичной кладки, стены вытяжных шахт, температурно-влажностный режим

АННОТАЦИЯ

Основным назначением наружных стен зданий является защита помещений от неблагоприятных внешних воздействий – атмосферных осадков, перепадов температуры воздуха, шума, пыли и т.д. Однако помимо внешних воздействий, на стены также может оказывать влияние такой показатель, как температурно-влажностный режим в помещениях, которому в частности подвержены стены технического этажа. Поэтому на этапе проектирования необходимо учесть все виды воздействий, способных оказывать негативное влияние. Целью данной статьи является описание некоторых причин образования повреждений лицевого слоя наружных стен технического этажа и стен вытяжных шахт, выходящих на крышу, под влиянием таких негативных факторов как нарушение влажностного режима и перепады температур. Кроме того, отдельно рассмотрены методы предотвращения данных повреждений, такие как устройство естественной или искусственной вентиляции, устройство пароизоляции стен и перекрытий, а также использование кирпича с меньшей пустотностью и большей маркой по морозостойкости.

Содержание

1.	Введение	113
2.	Обзор литературы	113
3.	Постановка задачи	113
4.	Краткое описание объекта	113
5.	Результаты экспертизы технического этажа	115
6.	Выводы	117

1

Контактный автор:

+7 (921) 347 7701, ziminsergei@mail.ru (Зимин Сергей Сергеевич, старший преподаватель)

2

+7 (909) 589 6852, okaveryanova@yandex.ru (Аверьянова Оксана Владимировна, студент)

2

+7 (963) 327 8993, kolarom2011@gmail.com (Романов Николай Павлович, студент)

1. Введение

При проектировании жилых многоквартирных зданий в последнее время широкое применение нашли многослойные наружные стены. За всё время до начала 90-х годов на территории России были известны лишь отдельные случаи возведения зданий с данной конструкцией стен, массового применения они не находили. Ситуация резко изменилась лишь в конце 1995 года, когда были повышены требования не только по термическому сопротивлению, но и экономической эффективности ограждающих конструкций, что привело к нерациональности использования сплошных однослойных стен, ранее обеспечивавших должную теплоизоляцию за счет своей толщины. В России на тот момент не было соответствующей нормативной базы и опыта возведения многослойных стен, поэтому многие решения были заимствованы за рубежом, и, в первую очередь, из европейских стран, где данные стены стали широко использоваться 20-30 годами ранее [1]. В силу того, что конструктивные решения по устройству многослойных стен не были адаптированы под климатические условия России, при строительстве многих зданий были допущены и, к сожалению, продолжают допускаться серьезные ошибки [2-5]. Это порождает различного рода повреждения, в частности, деструкцию кладки лицевого слоя наружных стен. Данный вид воздействий характерен для стен технического этажа, анализу повреждений которых будет посвящена статья.

2. Обзор литературы

Как уже говорилось ранее, многослойные наружные стены нашли свое применение в строительстве относительно недавно. По этой причине, литературы, посвященной многослойным наружным стенам не так много. Кроме того, в существующих статьях и книгах рассматриваются проблемы ограждающих конструкций в целом, а наружным стенам технического этажа, которые наиболее подвержены температурно-влажностным воздействиям, не уделяется должного внимания [4, 5]. Возможные негативные воздействия на наружные многослойные стены и методы решения отдельных задач были рассмотрены в исследованиях последних лет, освещенных в работах Р.Б. Орловича, М.К. Ищука, В.Н. Деркача, а также в ряде научных публикаций, затрагивающих технологию слоистых наружных стен [6, 7].

3. Постановка задачи

В данной статье зададимся целью на основании проведенного нами технического обследования жилого комплекса зданий, выяснить, по каким причинам наблюдаемая на объекте деструкция кладки стен технического этажа носит наиболее выраженный характер по сравнению с деструкцией кладки нижележащих этажей.

4. Краткое описание объекта

Объектом обследования являлся многоквартирный жилой комплекс (рисунок 1) со следующими конструктивными решениями:



Рисунок 1. Объект обследования

1. Продольные наружные стены двухслойные: внутренним слоем служат газобетонные блоки наружным – керамический пустотелый кирпич. (Рисунок 2).

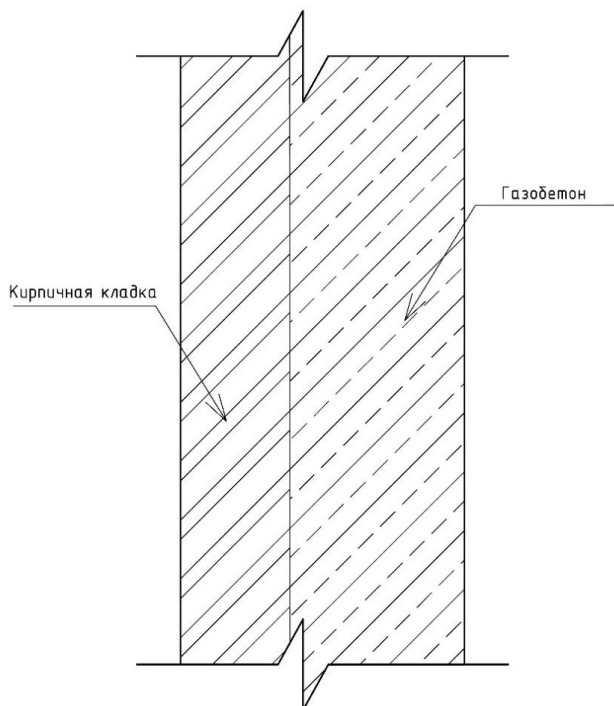


Рисунок 2. Конструкция наружных стен

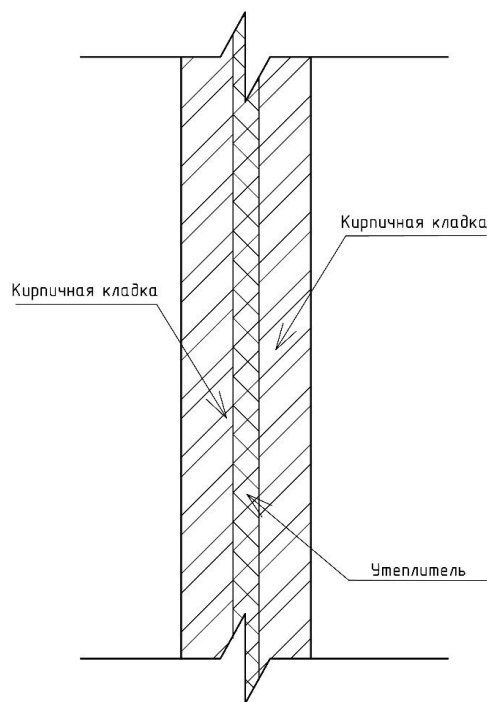


Рисунок 3. Конструкция стен вытяжных шахт

2. Стены вытяжных шахт, выходящих на крышу, трехслойные: два слоя керамического лицевого пустотелого кирпича, между которыми предусмотрен утеплитель (Рисунок 3).
3. В чердачном перекрытии и покрытии предусмотрена пароизоляция.

В ходе технического обследования была зафиксирована деструкция кладки стен технического этажа, когда в свою очередь стены нижележащих этажей этому негативному воздействию не подверглись. Кроме того, данная проблема была обнаружена также на стенах вытяжных шахт, где разрушение носит наиболее выраженный характер.



Рисунок 4. Деструкция кладки стен вытяжной шахты

5. Результаты экспертизы технического этажа

Для определения причин образования вышеизложенных повреждений в первую очередь были проведены измерения температурно-влажностных параметров воздуха в помещении технического этажа, нижележащих помещениях и над вентиляционными блоками, а также анализ свойств материалов наружных стен.

Полученные результаты показали, что среднее значение относительной влажности в помещениях технического этажа и над вентиляционными блоками оказалось выше на 7%, чем в нижележащих помещениях. При этом, следует отметить, что в пространстве над некоторыми вентиляционными блоками были зафиксированы большие значения влажности, однако, через некоторый промежуток времени, влажность начинала уменьшаться вплоть до средней в данном помещении. Данные колебания влажности связаны с повышенным использованием систем водоснабжения в определенное время суток. Также стоит отметить тот факт, что замеры проводились в летнее время при температуре около +23°C, в виду этого, в зимний период следует ожидать больших показателей относительной влажности по причине более активного использования систем горячего водоснабжения и отопления [8]. Необходимо учесть, что устройство вентиляции в данном жилом комплексе осуществляется посредством сбора вытягиваемых из вентиляционных блоков газов и паров на технический этаж с последующим выходом через вытяжные шахты. Таким образом, накапливаемая влага под действием парциального давления стремиться выйти через стены (из-за наличия пароизоляции в перекрытии и покрытии технического этажа и ее отсутствия в наружных стенах, а также стенах вытяжных шахт), что приводит к увлажнению их внутренних, а затем и наружных слоев [9]. Несмотря на то, что на техническом этаже были предусмотрены окна, их устройство не обеспечивало выход влаги во внешнюю среду, по этой причине в помещениях технического этажа не мог установиться нормальный воздухообмен [10]. Наряду с переувлажнением стен от выхода влаги наружу из вентиляционных блоков, необходимо учесть влияние влажности газобетона. В виду технологических особенностей процессов производства автоклавного газобетона его относительная влажность к моменту доставки на строительную площадку составляет 40% [11, 12]. В течение первых лет после ввода здания в эксплуатацию наружные слои газобетона отдают влагу, при данных решениях наружных стен, более активно в помещения, что приводит к быстрому установлению на поверхности газобетона естественной влажности [13, 14]. Однако не стоит забывать, что влага, содержащаяся во внутренних слоях газобетона, не имеет возможности испариться, в виду чего задерживается на долгие

годы, так как конструктивное решение стен технического этажа обследуемого жилого комплекса не предусматривает вентилируемого зазора между кирпичной кладкой и внутренним слоем газобетона, вследствие чего последний не контактирует с окружающей средой. Учитывая небольшой срок эксплуатации здания (2 года), стоит ожидать больших значений влажности газобетона в его внутренних слоях относительно равновесной поверхности [15, 16]. Кроме того, пары, испаряющиеся из наружных слоев газобетона в объем технического этажа за отсутствием вентиляции и пароизоляции стен, будут также стремиться выйти сквозь ограждающие конструкции [17, 18]. Повсеместные высолы и следы намокания (рисунок 5) наружных поверхностей стен технического этажа и стен вытяжных шахт подтверждают переувлажнение лицевого слоя [19, 20].

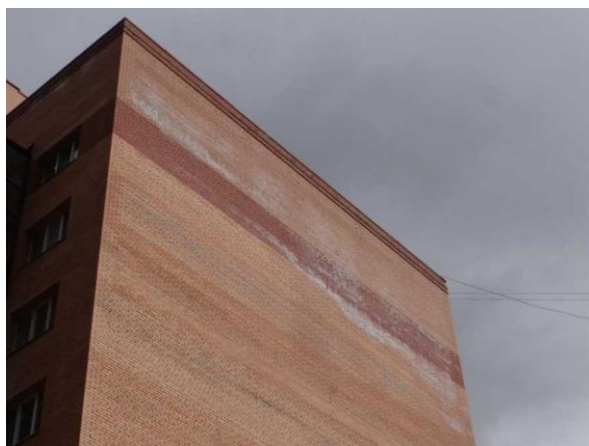


Рисунок 5. Высолы и следы намокания наружных поверхностей стен

Помимо выше перечисленных факторов деструкции способствуют атмосферные осадки, которые увлажняют поверхность ограждающих стен технического этажа. Влага из внешней среды, оказывающая воздействие на лицевой слой посредством капиллярных процессов будет проникать лишь в наружный слой стены, т.к. парциальное давление, действующее из помещения наружу не даст проникнуть влаге во внутренние слои наружной стены [21]. Учитывая конструктивные особенности пустотелого кирпича (конструкция, состоящая из тонких перегородок), его высокую пористость и водопоглощение, а также низкую морозостойкость, можно заключить, что одних капиллярных процессов может оказаться достаточно, чтобы существенно увлажнить наружную перегородку (лещадку) лицевого кирпича, с последующим ее отслоением от межпустотных перегородок при отрицательных температурах [22].

Кроме того, в конструкции наружных стен использовался керамический лицевой пустотелый кирпич с заявленными марками морозостойкости F75 и F50. Однако, исследования показали, что в действительности марка составляет менее F25. Кирпич с таким показателем морозостойкости не может в должной степени сопротивляться попеременному замораживанию-оттаиванию в насыщенном влагой состоянии (вода при замерзании увеличивается в объеме, давит на стенки пор и, разрушая их, вызывает деструкцию и уменьшение прочности кирпича). Деструкцию кирпича (Рисунок 6) усиливает наличие в нем пустот, т.к. при неблагоприятных условиях происходит заполнение их влагой (при выпадении конденсата, через трещины), и как следствие расширение воды в пустотах при замерзании, что приводит к дополнительному разрушению кирпича [23, 24].

Нарушение связи наружной и межпустотных перегородок может проявить себя и в осенне - весенние периоды при резких перепадах температуры. Так, при резком повышении температуры, основное температурное воздействие берет на себя наружная перегородка кирпича, что приводит к существенным деформациям расширения в своей плоскости, препятствие которым создают межпустотные перегородки [25, 26, 27]. При этом межпустотные перегородки, не успев соответственно прогреться, испытывают меньшие деформации. Разница деформаций, на фоне незначительной площади поверхности раздела перегородок, приводит к их сдвигу относительно друг друга [28, 29]. Резкое понижение температуры приводит к аналогичным процессам с деформациями противоположного знака. Описанный процесс проявляет себя наиболее существенно: в весенний период - для стен, подверженных прямому воздействию солнечных лучей; в осенний - для стен, находящихся в теневых областях. Подтверждением этому является деструкция кладки стен вытяжных шахт (Рисунок 7, 8), которая носит наиболее выраженный характер на солнечных сторонах: южной, юго-восточной, юго-западной и наименее выраженный с северной и западной стороны. Источником данного разрушения является более частый переход через температурный ноль наружных стен вытяжных шахт на наиболее освещаемых солнцем сторонах [30, 31]. Так, солнечные лучи больше повышают температуру южной, юго-восточной, юго-западной стен шахты, которые впоследствии охлаждаются, и уже образовавшаяся в пустотах кирпича вода при отрицательных температурах кристаллизуется и как следствие расширяется, вызывая тем самым деструкцию кладки стен. Стоит отметить, что описанные явления также характерны для наружных стен всего комплекса зданий [32 - 34].



Рисунок 6. Деструкция кладки стен технического этажа



Рисунки 7, 8. Общий вид поврежденных стен вытяжной шахты. Деструкция кладки

6. Выводы

Таким образом, проанализировав причины обнаруженных дефектов кладки лицевого слоя наружных стен технического этажа и конструкций, выходящих на крышу, можно определить некоторые мероприятия, соблюдение которых позволило бы избежать существующих проблем, а именно:

- 1) В помещениях технического этажа должен быть обеспечен воздухообмен посредством устройства естественной или искусственной вентиляции, что позволит осуществлять отвод влаги из помещения и сохранять уровень влажности в пределах нормы [35, 36]. Нарушение данных требований приводит к более интенсивному выходу влаги через наружные стены и стены вытяжных шахты, что является причиной увлажнения конструкции. В обследуемом жилом комплексе устройство окон технического этажа не обеспечивало естественную вентиляцию, что привело к нарушению нормальной циркуляции воздуха и переувлажнению лицевого слоя стен.
- 2) При данном устройстве системы вентиляции необходимо предусматривать пароизоляцию стен технического этажа и стен вытяжных шахт для предотвращения проникновения влаги внутрь конструкции. Также стоит отметить, что активное использование системы водоснабжения в утреннее и вечернее время суток, а также систем горячего водоснабжения в зимний период, приводит к большему накоплению влаги в помещениях технического этажа и, как следствие, переувлажнению материалов.
- 3) Следует использовать кирпич с меньшей пустотностью и большей маркой по морозостойкости:

Применение кирпича с меньшей пустотностью позволит избежать ряда проблем, связанных с отслоением наружной перегородки кирпича (лещадки) от межпустотных перегородок, а также разрушений, причиной которых является заполнение влагой пустот [37].

Литература

- [1]. Ищук М.К. Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. М.: Изд-во РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2009. 354 с.
- [2]. Физдель А.И. Дефекты в конструкциях и сооружениях и методы их устранения. М.: Стройиздат, 1978. 160 с.
- [3]. Серикхалиев С.Б., Зимин С.С., Орлович Р.Б. Дефекты защитно-декоративной кирпичной облицовки фасадов каркасных зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. №5 (20). С.28-38.
- [4]. Ищук М.К. Дефекты наружных стен из многослойной кладки // Интеграл. 2001. №1. С. 20-22.
- [5]. Ищук М.К. Причины дефектов наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки // Жилищное строительство. 2008. №3. С. 28-31.
- [6]. Новиков А.В. Причины возникновения дефектов в конструкциях облегченной кладки // Строительные материалы. 2007. №6. С.32-36.
- [7]. Ищук М.К., Зуева А.В. Исследование напряженно-деформированного состояния лицевого слоя из кирпичной кладки при температурно-влажностных воздействиях // ПГС. 2007. №3. С. 40-43.
- [8]. Мачинский В.Д. О конденсации паров воздуха в строительных ограждениях // Строительная промышленность. 1927. №1. С. 60-62
- [9]. Орлович Р.Б., Деркач В.Н. О вентилируемой воздушной прослойке слоистых каменных стен // Архитектура и строительство. 2010. №6 (217).
- [10]. Кучеренко В.А. Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий. М.: ЦНИИСК им. Кучеренко. 1988. 140 с.
- [11]. Найчук А., Деркач В., Орлович Р. Зарубежный опыт возведения наружных стен высотных каркасных зданий // Архитектура и строительство. 2010. №1 (212).
- [12]. Серов А., Орлович Р.Б., Морозов И. Мониторинг трещин в каменных зданиях: современные методы // Архитектура, дизайн и строительство. 2009. №1 (41). С. 62-63.
- [13]. Miller L.G. Calculating Vapor and Head Transfer Through Walls. Heat. Ventil. 1938. No. 11. Pp. 52-56.
- [14]. Woolley H.W. Moisture Condensation in Building Walls. U.S. Department of Commerce. Nation bureau of standards. Report BMS 63. Washington, 1940. Pp. 36-40.
- [15]. BS 5628 Structural use Masonry. Part 1. Unreinforced masonry. 1992.
- [16]. О니щик Л.И. Прочность и устойчивость каменных конструкций. М.: Главредстройлит, 1937. 208 с.
- [17]. Ананьев А.А., Гохберг Ю.Ц. Пути повышения срока безремонтной службы наружных стен жилых зданий, облицованных кирпичом // Промышленное и гражданское строительство. 2011. №1. С. 14-19.
- [18]. Инчик В.В. Высолы на кирпичной кладке и способы их предупреждения // Строительство и реконструкция. 2000. №3 (52). С. 14-15.
- [19]. Попова А.В., Денисова Ю.В., Косухин М.М. Причины высолообразования в стеновых камнях и методы их устранения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. №1. С. 49-50.
- [20]. Межгосударственный стандарт ГОСТ 530-2007. Кирпич и камни керамические. Общие технические условия. М., 2007.
- [21]. Найчук А., Деркач В., Орлович Р. О роли облицовочного слоя в слоистых каменных стенах // Архитектура и строительство. 2010. №5 (216).
- [22]. Мелешко В.Ю. Об испытаниях керамического кирпича на морозостойкость // Строительные материалы. 2001. №1. С. 13-14.
- [23]. Орлович Р.Б., Зимин С.С., Начкина П.А., Трусова А.А. Ремонт кирпичного лицевого слоя в современных каркасно-монолитных домах // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. №8 (23). С.136-153.
- [24]. Кузнецова Г. Слоистые кладки в каркасно-монолитном строительстве // Технологии строительства. 2009. № 1 (63).
- [25]. Шилин А.А. Кирпичные и каменные конструкции. Повреждения и ремонт. М.: Издательство МГГУ, 2009. 214 с.

- [26]. Орлович Р.Б., Зимин С.С., Сазонов А.С. О работе облицовочного каченного слоя каркасных зданий при силовых воздействиях // Научно-технический журнал. 2014. №1 (51). С.29-33.
- [27]. Орлович Р.Б., Зимин С.С., Начкина П.А., Трусова А.А. Ремонт кирпичного лицевого слоя в современных каркасно-монолитных домах // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. №8 (23). С. 136-153.
- [28]. Орлович Р.Б., Горшков А.А., Зимин С.С. Применение камней с высокой пустотностью в облицовочном слое многослойных стен // Инженерно-строительный журнал. 2013. №8. С. 14-23.
- [29]. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: Стройиздат, 1973. 287 с.
- [30]. Валуйских В.П., Стрижова С.В., Лисенков К.В. Температурные режимы работы каменных и трехслойных ограждающих стен // Вестник МГСУ. 2013. №11. С. 155-160.
- [31]. Солощенко С.С. Влияние вентилируемого зазор на теплофизические характеристики систем наружного утепления фасадов зданий с применением тонкослойной штукатурки // Инженерно-строительный журнал. 2011. №2. С. 39-41.
- [32]. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология.
- [33]. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. СПб: Издательский дом KN+, 2001. 140 с.
- [34]. Лобов О.И., Ананьев А.И. Долговечность наружных стен современных многоэтажных зданий // Жилищное строительство. 2008. №8. С. 48-54.
- [35]. Ананьев А.И., Ананьев А.А. Долговечность и энергоэффективность наружных стен из облегченной кирпичной кладки // Academia. Архитектура 2010. №7. С. 14-20.

Reasons of destruction brickwork of exterior walls technical floor

S.S. Zimin¹, O.V. Romanova², N.P. Romanov²

Saint-Petersburg Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO

Original research article

Article history

Received 12 December 2014

Accepted 30 December 2014

Keywords

technical floor,
exterior multilayered walls,
lining brick,
destruction of brickwork,
exhaust shafts,
temperature and humidity conditions

ABSTRACT

The main purpose of exterior sandwich walls of buildings is the protection rooms from adverse external influences - precipitation, temperature differences, direct sunlight, noise, dust, etc. However, apart from external influences, the walls can be influence by indoor temperature and humidity conditions, which in particular are subject to the wall of a technical floor. The impact of such destructive factors in particular exposes technical floor walls. Therefore, the projecting stage is necessary to consider all kinds of destructive influences. The purpose of this article is to describe some of the causes of the damage the facing layer of exterior walls technical floor and exhaust shafts influenced of negative factors such as a breach of moisture conditions on the floor, temperature and sunlight. In addition, separately considered defect prevention technologies such as a ventilation system of the naturally driven type or forced ventilation, vapor barrier into walls and ceilings, and the use of brick with a lower void and more frost-resistance quality.

1

Corresponding author:

+7 (921) 347 7701, zimin_sergei@mail.ru (Sergey Sergeyevich Zimin, Senior lecturer)

2.

+7 (909) 589 6852, okavryanova@yandex.ru (Oksana Vladimirovna Romanova, Student)

3.

+7 (963) 327 8993, kolarom2011@gmail.com (Nikolai Pavlovich Romanov, Student)

References

- [1]. Ishhuk M.K. *Otechestvennyj opyt vozvedeniya zdaniy s naruzhnymi stenami iz oblegchennoj kladki*. [Experience with the construction of buildings with exterior walls of lightweight masonry]. Moscow: «STROJMATERIALY», 2009. 354 p. (rus)
- [2]. Fizdel' A.I. *Defekty v konstrukcijah i sooruzhenijah i metody ih ustraneniya*. [Defects in constructions and structures and methods of their elimination]. Moscow: Strojizdat, 1978. 160 p. (rus)
- [3]. Serikhaliev S.B., Zimin S.S., Orlovich R.B. *Defekty zashhitno-dekorativnoj kirpichnoj oblicovki fasadov karkasnyh zdaniy*. [Defects in the protective and decorative brick facade frame buildings]. Construction of Unique Buildings and Structures. 2014. No. 5 (20). Pp.28-38. (rus)
- [4]. Ishhuk M.K. *Defekty naruzhnyh sten iz mnogoslojnoj kladki*. [The defects of the external walls of the multi-layer masonry]. Integral. 2001. No. 1. Pp. 20-22. (rus)
- [5]. Ishhuk M.K. *Prichiny defektov naruzhnyh sten s licevym sloem iz kirpichnoj kladki*. [Causes of external walls with outer layer of masonry]. *Zhilishhnoe stroitel'stvo*. 2008. No. 3. Pp. 28-31. (rus)
- [6]. Novikov A.V. *Prichiny vozniknoveniya defektov v konstrukcijah oblegchennoj kladki*. [Causes of defects in the construction of lightweight masonry]. *Stroitel'nye materialy*. 2007. No. 6. Pp.32-36. (rus)
- [7]. Ishhuk M.K., Zueva A.V. *Issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostojaniya licevogo sloja iz kirpichnoj kladki pri temperaturno-vlazhnostnyh vozdeystvijah*. [The study of stress-strain state of the surface layer of the masonry when temperature and humidity effects]. PGS. 2007. No. 3. Pp. 40-43. (rus)
- [8]. Machinskij V.D. *O kondensacii parov vozduha v stroitel'nyh ograzhdenijah*. [On the condensation of air in the construction fencing]. *Stroitel'naja promyshlennost'*. 1927. No. 1. Pp. 60-62. (rus)
- [9]. Orlovich R.B., Derkach V.N. *O ventiliruemoj vozduшной прослойке слоистых каменных стен*. [Of ventilated air space of the layered stone walls]. *Arhitektura i stroitel'stvo*. 2010. No. 6 (217). (rus)
- [10]. Kucherenko V.A. *Rekomendacii po obsledovaniju i ocenke tehničeskogo sostojaniya krupnopanel'nyh i kamennyh zdaniy*. [Recommendations for survey and assessment of technical condition of the panel and stone buildings]. Moscow: CNII SK im. Kucherenko. 1988. 140 p. (rus)
- [11]. Najchuk A., Derkach V., Orlovich R. *Zarubezhnyj opyt vozvedeniya naruzhnyh sten vysotnyh karkasnyh zdaniy*. [Foreign experience in the construction of exterior walls of high-rise frame buildings]. Architecture and Construction. 2010. No. 5 (216). (rus)
- [12]. Serov A., Orlovich R.B., Morozov I. *Monitoring treshhin v kachennyh zdaniyah: sovremennye metody*. [Monitoring of cracks in kachen buildings: modern methods]. *Arhitektura, dizajn i stroitel'stvo*. 2009. No. 1 (41). Pp. 62-63. (rus)
- [13]. Miller L.G. Calculating Vapor and Head Transfer Through Walls. Heat. Ventil. 1938. No. 11. Pp. 52-56.
- [14]. Woolley H.W. Moisture Condensation in Building Walls. U.S. Department of Commerce. Nation bureau of standards. Report BMS 63. Washington, 1940. Pp. 36-40.
- [15]. BS 5628 Structural use Masonry. Part 1. Unreinforced masonry. 1992.
- [16]. Onishchik L.I. *Prochnost' i ustojchivost' kamennyh konstrukcij*. [The strength and stability of masonry structures]. Moscow: Glavredstrojlit. 1937. 208 p. (rus)
- [17]. Anan'ev A.A., Gohberg Ju.C. *Puti povysheniya sroka bezremontnoj sluzhby naruzhnyh sten zhilyh zdaniy, oblicovannyh kirpichom*. [Ways to increase the period of maintenance-free service external walls of residential buildings, brick]. Industrial and civil construction. 2011. No. 1. Pp. 14-19. (rus)
- [18]. Inchik V.V. *Vysoly na kirpichnoj kladke i sposoby ih preduprezhdeniya*. [Efflorescence on masonry and ways of their prevention]. *Stroitel'stvo i rekonstrukcija*. 2000. No. 3 (52). Pp. 14-15. (rus)
- [19]. Popova A.V., Denisova Ju.V., Kosuhin M.M. *Prichiny vysoloobrazovaniya v stenovyh kamnyah i metody ih ustraneniya*. [Causes mildew in wall rocks and methods of their elimination]. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova*. 2009. No. 1. Pp. 49-50. (rus)
- [20]. *Mezhhgosudarstvennyj standart GOST 530-2007. Kirpich i kamni keramicheskie. Obshhie tehničeskije uslovija*. [Brick and ceramic stones. General specifications]. Moscow, 2007. (rus)
- [21]. Najchuk A., Derkach V., Orlovich R. *O roli oblicovochnogo sloja v sloistych kamennyh stenah*. [On the role of the top layer in the layered stone walls]. Architecture and Construction. 2010. No. 1 (212). (rus)
- [22]. Meleshko V.Ju. *Ob ispytaniyah keramicheskogo kirpicha na morozostojkost'*. [On tests of ceramic bricks to frost]. *Stroitel'nye materialy*. 2001. No. 1. Pp. 13-14. (rus)

- [23]. Orlovich R.B., Zimin S.S., Nachkina P.A., Trusova A.A. *Remont kirpichnogo licevogo sloja v sovremennyh karkasno-monolitnyh domah*. [Repair of brick facing layer in the current frame-monolithic buildings]. Construction of Unique Buildings and Structures. 2014. No. 8 (23). Pp.136-153. (rus)
- [24]. Kuznecova G. *Sloistye kladki v karkasno-monolitnom stroitel'stve. Tehnologii stroitel'stva*. [Layered masonry in frame-monolithic construction]. 2009. No. 1 (63). (rus)
- [25]. Shilin A.A. *Kirpichnye i kamennye konstrukcii. Povrezhdenija i remont*. [Brick and stone structures. Damage and Repair]. Moscow: MGSU, 2009. 214 p. (rus)
- [26]. Orlovich R.B., Zimin S.S., Sazonov A.S. *O rabote oblicovocnogo kachennogo sloja karkasnyh zdaniy pri silovyh vozdeystvijah*. [The work of the facing layer rolling frame buildings with force action]. Nauchno-tehnicheskij zhurnal. 2014. No.1 (51). Pp.29-33. (rus)
- [27]. Orlovich R.B., Zimin S.S., Nachkina P.A., Trusova A.A. *Remont kirpichnogo licevogo sloja v sovremennyh karkasno-monolitnyh domah*. [Repair of brick facing layer in the current frame-monolithic buildings]. Construction of Unique Buildings and Structures. 2014. No. 8 (23). Pp. 136-153. (rus)
- [28]. Orlovich R.B., Gorshkov A.A., Zimin S.S. *Primenenie kamnej s vysokoj pustotnost'ju v oblicovocnom sloe mnogoslojnyh sten*. [The use of stones with high voiding into facing layer laminated wall]. Magazine of Civil Engineering. 2013. No. 8. Pp. 14-23. (rus)
- [29]. Fokin K.F. *Stroitel'naja teplotehnika ograzhdajushhih chastej zdaniy*. [Thermal Engineering enclosing parts of buildings]. Moscow: Strojizdat, 1973. 287 p. (rus)
- [30]. Valujskih V.P., Strizhova S.V., Lisenkov K.V. *Temperaturnye rezhimy raboty kamennyh i trehslojnyh ograzhdajushhih sten*. [Operating temperature of stone boundary walls and sandwich]. Vestnik MGSU. 2013. No. 11. Pp. 155-160. (rus)
- [31]. Soloshenko S.S. *Vlijanie ventiliruemogo zazor na teplofizicheskie karakteristiki sistem naruzhnogo uteplenija fasadov zdaniy s primeneniem tonkoslojnoj shtukaturki*. [The influence of the ventilated gap to thermal characteristics of outdoor insulation of facades with the use of thin-layer plaster]. Magazine of Civil Engineering. 2011. No. 2. Pp. 39-41. (rus)
- [32]. SNiP 23-01-99*. *Stroitel'naja klimatologija*. [Building Climatology]. Moscow, 2003.
- [33]. Grozdov V.T. *Tehnicheskoe obsledovanie stroitel'nyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij*. [Technical inspection of the structures of buildings and structures]. St. Petersburg: Izdatel'skij dom KN+, 2001. 140 p. (rus)
- [34]. Lobov O.I., Anan'ev A.I. *Dolgovechnost' naruzhnyh sten sovremennyh mnogoetazhnyh zdaniy*. [The durability of the outer walls of modern high-rise buildings]. Zhilishhnoe stroitel'stvo. 2008. No. 8. Pp. 48-54. (rus)
- [35]. Anan'ev A.I., Anan'ev A.A. *Dolgovechnost' i jenergojeffektivnost' naruzhnyh sten iz oblegchennoj kirpichnoj kladki*. [Durability and energy efficiency of the external walls of lightweight masonry]. Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. 2010. No. 3. Pp. 352-356. (rus).