

Л. Л. НЕГОДА
Т. С. КУРМАЕВА

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ГОРОДСКИХ ЗДАНИЙ ЖИЛОГО ФОНДА Г. САМАРЫ

BIOLOGICAL DAMAGE OF CITIZEN BUILDINGS OF THE CITY OF SAMARA

В статье освещаются проблемы биологических повреждений городских зданий жилого фонда в городе Самаре. Указаны районы изучения городских зданий жилого фонда. Исследован видовой состав микроорганизмов, выявленный на изучаемых образцах. Отмечены условия и проанализированы процессы интенсивного развития микроорганизмов на строительных материалах, которые приводят к их разрушению. Установлена взаимосвязь повышенной заболеваемости человека и действие микроорганизмов на строительные материалы. Рассматривается такое понятие, как «синдром больных помещений». Выполнен анализ того, какие городские здания подвержены биологическому разрушению в большей степени. Рассматриваются условия, способствующие развитию микроорганизмов и грибковых колоний.

Ключевые слова: биологическая деградация, биоповреждения, биологическая коррозия, плесневые грибы, микромицеты, микроорганизмы

The article highlights the problems of biological damage of urban residential buildings in the city of Samara. Specific areas of study of urban residential buildings are indicated. The species composition of microorganisms, which was revealed on the studied samples, is investigated. The conditions are noted and the processes of intensive development of microorganisms on building materials, which lead to their destruction, are analyzed. Establishes the relationship between increased human morbidity and the action of microorganisms on building materials. Such a concept as «sick room syndrome» is considered. It is analyzed which urban buildings are subject to biological destruction to a greater extent. Considers the conditions that promote the development of microorganisms and fungal colonies.

Keywords: biological degradation, biodegradation, biological corrosion, mold fungi, micromycetes, microorganisms

Проблема охраны крупных городов от стихийных бедствий и экологических катастроф является приоритетной и приводит к существенным затратам.

В такой сложившейся обстановке биологическое разрушение зданий под влиянием мельчайших организмов остается без должного внимания сотрудников коммунально-бытовых служб и строителей. В первую очередь это объясняется размерами разрушений, которых не видно невооруженным глазом на начальном этапе воздействия, а через несколько лет эксплуатации такие строения становятся не только не пригодными, но и опасными для здоровья человека. Немалый вклад в такую ситуацию вносит халатное отношение к соблюдению норм и правил использования конструкций, несвоевременный ремонт несущих строительных блоков, небрежное отношение к соблюдению теплового и влажностного режима.

На современном этапе развития общества автодороги, среда промышленных фабрик и заводов в частности, предприятия техногенного плана в общем, служат первостепенным фак-

тором, провоцирующим усиленное биологическое разрушение строительных материалов, которое можно рассматривать как биокоррозию. Она ускоренно развивается под действием повышенной влаги, в результате присутствия в среде органики и неорганики, служащих питательной средой для деятельности разрушающих микроорганизмов.

После проведенных замеров тепловлажностных характеристик среды было выявлено, что влажность воздуха весной в условиях города составляет 89 %, в загородной зоне – 94 %. Каменное и асфальтовое покрытие улиц городов имеют ощутимую поглощающую площадь. Заасфальтированные и вымощенные камнем улицы не позволяют проникать водяным парам в воздушную среду. В результате воздух в городах имеет пониженное содержание влаги, в связи с чем температура повышается быстрее, чем на открытой травяной поверхности за городом. Кроме того, повышение температуры воздуха в населенных пунктах идет более интенсивно под влиянием тепловых хозяйственно-антропогенных факторов.

Необходимо обязательно учитывать, что такие антропогенные факторы, как пыль и грязь в воздухе, отходы промышленных предприятий, выхлопы автомобильного транспорта служат основными виновниками нарушения благоприятного микроклимата [1, 2].

В итоге в первую очередь разрушенные места зданий, покрытия потолков, плинтусов, стен являются местом появления плесени, пятен разной окраски – первые признаки активности микроорганизмов, которым для развития и жизнедеятельности необходимы ничтожно малые количества тепла, влажности, света, углерода [3–5]. Разрастающиеся колонии диффундируют вглубь материала с выделением токсинов, вызывающих биохимическое разрушение конструкции. Получены и определены многие биологические разрушители, при этом их количество возрастает весьма интенсивно [6].

Главными признаками биокоррозии являются наличие темных пятен, новообразований, трещин и язв в штукатурном слое, вспучивание и отслаивания поверхностных слоев краски, разрушения чердачных перекрытий, полов и т. д.

Биологическая коррозия строительных материалов наблюдается с самого начала развития строительства. Практически во всех странах, даже несмотря на уровень их развития, такая проблема стоит остро и требует своего решения. При этом в первую очередь необходимо решать проблему плесневой микоты, которая наносит непоправимый ущерб не только строительным материалам, но и здоровью людей. Страны Европы зарождение плесневых грибов внутри зданий рассматривают с таких же значимых позиций, как наличие кадмия или паров ртути в квартире или офисе. Выставлять на продажу такое помещение лишено смысла, его никто не станет покупать.

Опасность биоповреждений недооценивается по двум причинам:

- во-первых, процессы биоповреждения строительных конструкций могут развиваться на протяжении многих лет и даже десятилетий;
- во-вторых, биоповреждение как фактор разрушения зданий и сооружений, не отражено в нормативных строительных документах (исключение составляют деревянные сооружения).

Цель работы состояла в изучении сообщества микромицетов в различных жилых помещениях Самары.

Основной задачей исследования был анализ путей формирования микобиоты в зонах антропогенного влияния на конструкции жилых зданий.

Сбор материала проводился в течение последних двадцати лет при обследовании зда-

ний в плановом порядке в соответствии с обращением жильцов (рис. 1–6). Исследованиями были охвачены районы Самары – Октябрьский, Промышленный, Советский, Ленинский, Красноглинский.



Рис. 1. Оконный откос квартиры в Промышленном районе
Fig. 1. Window slope of an apartment in the Industrial District



Рис. 2. Осыпания на потолке и темные пятна по наружной стене в ванной комнате квартиры в Советском районе

Fig. 2. Crumbling on the ceiling and dark spots on the outer wall in the bathroom of an apartment in the Soviet district



Рис. 3. Угловое сопряжение стен квартиры в Красноглинском районе
Fig. 3. Corner joining of the walls of an apartment in Krasnoglinsky district



Рис. 5. Поражения на потолке квартиры в Октябрьском районе
Fig. 5. Defeats on the ceiling of an apartment in the Oktyabrsky district



Рис. 4. Угловое сопряжение стен квартиры в Красноглинском районе (на фасаде расположен технологический шов)
Fig. 4. Corner joining of the walls of an apartment in Krasnoglinsky district (process weld is located on the facade)



Рис. 6. Потолок квартиры в Ленинском районе
Fig. 6. Ceiling of an apartment in the Leninsky district

Произведен осмотр строительных конструкций зданий на предмет разрушения материалов:

- выявлены участки, имеющие признаки повреждений;
- проведена фотофиксация поврежденных участков;
- определена степень повреждения;
- выявлены основные причины повреждения строительной конструкции.

По результатам осмотра участки, имеющие одинаковые признаки повреждений, были объединены в группы:

- похожие окраски новообразований;
- одинаковые причины повреждения строительных конструкций.

Образцы различных субстратов (строительных материалов) с признаками биологических повреждений исследовали в лаборатории СамГТУ. Кроме образцов поврежденных материалов, микологические пробы отбирали методом отпечатка с поверхности на питательную среду.

Для первичной идентификации грибов использовали агаризованные среды Чапека и Сабуро. Всего было отобрано и изучено более 150 проб.

Обследование поврежденных материалов проводилось измерением pH в зоне повреждения и на неповрежденных участках бумажными индикаторами.

В 85–90 % проб, отобранных с открытых поверхностей в жилых помещениях, выявлены плесневые грибы. По частоте встречаемости доминируют виды рода *Penicillium*. Этот род оказался самым богатым по видовому разнообразию. Кроме того, в пробах зарегистрированы различные виды рода *Cladosporium*, *Aspergillus* и *Mucor*. Отмечена группа дрожжевых и дрожжеподобных грибов.

Выявленные плесневые грибы способны поселяться на различных субстратах, вызывая их последовательное разрушение. Кроме того, при высоких концентрациях споры в воздушной среде могут оказывать отрицательное воздействие на здоровье человека.

В начале XX века, до 1940-х годов, вопросы внутренней среды помещений и санитарного состояния жилищ были предметом острых дискуссий по проблемам общественного здоровья, в частности туберкулёза. Внимание смещалось на проблемы внешней среды и условий труда в тяжёлой промышленности. В последние десятилетия обсуждение проблем общественного здоровья вернулось к вопросам санитарного состояния жилых помещений и гигиены.

Известно, что люди в течение одного года вдыхают и фильтруют через свои дыхательные пути около 1 м³ воздуха. Соответственно в них задерживается большая часть микроорганизмов, содержащихся в воздухе, что может привести к различным болезненным состояниям, которые характеризуются термином «болезнетворное воздействие закрытого помещения».

Изменения во внутренней среде помещения привели к возрастанию симптомов аллергии и нарушений реакций иммунной системы человека.

Если в воздушной среде присутствуют микроорганизмы, такие как бактерии, вирусы, грибы или их споры, то они будут иметься во всем внутреннем объекте исследования. Они могут находиться в воздушной среде как отдельные частицы очень маленького размера (плесень имеет споры до 2–8 мкм, а бактерии – 0,5–1,5 мкм).

Споры плесневых грибов, не видимые человеческому глазу, встречаются повсеместно – не только внутри, но и снаружи здания. В помещение они заносятся с одеждой, на подошвах обуви, разносятся потоками воздуха. Споры грибов некоторых видов могут вызывать аллергические реакции, приступы астмы, кашель, дерматиты, заражения глаз.

Первостепенным источником бактерий служат люди. Где скопления людей больше,

там и будут повышенные концентрации патогенных микроорганизмов. В первую очередь к таким помещениям следует отнести школы, детские сады, квартиры. Здесь уровень обсемененности значительно выше, чем в офисных помещениях.

Микроорганизмы и плесневые грибы могут размножаться на всех строительных конструкциях и мебельных материалах, если они находятся в условиях повышенной или высокой влаги. Увеличение их числа внутри помещений можно определить по микробному или плесневому запаху.

В результате своей жизнедеятельности микроскопические организмы и плесень продуцируют летучие вредные для человека вещества, а именно органические кислоты, высшие спирты, кетоны, непосредственно оказывающие влияние на запах, который часто сопровождает развитие микроорганизмов и плесени.

На данный момент знания о взаимосвязи микроорганизмов и грибов, возникновении симптомов «синдрома больных помещений», типах глюканов и органических соединениях недостаточны.

Были проведены исследования состава микроорганизмов и плесневых грибов в воздухе различных помещений. Пробы воздуха отбирали на питательную среду Чапека. Контакт воздуха с поверхностью питательной среды в чашке Петри осуществляли в течение 5 минут. Чашки с «посевом воздуха» инкубировали 120 часов в биологическом термостате при температуре 21 °С.

Состав плесневых грибов устанавливали путем микроскопирования колоний и в сравнении с определителями.

Состав микроорганизмов, присутствующих в воздухе обследованных помещений, достаточно разнообразен. Это плесневые грибы родов *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*. Концентрация их высокая. Обнаруженные плесневые грибы известны как наиболее агрессивные формы, обладающие высокой активностью разрушения камня, бетона, штукатурки и других строительных материалов.

Споры «вездесущих» плесневых грибов в условиях повышенной влажности воздуха и материалов в помещениях прикрепляются к поверхностям конструкций. Микроскопические грибы питаются органическими и неорганическими соединениями, выделяют продукты жизнедеятельности – кислоты и ферменты. Плесневые грибы интенсивно размножаются при комнатной температуре, когда влажность воздуха повышенная, а вентиляция недостаточная. Для устранения повреждений от попадания влаги необходимо восстановить

целостность фасадов, карнизов, водосточных труб. Для устранения запаха микроорганизмов и плесени удаляется его источник.

Степень поражения жилых и общественных зданий грибковыми организмами связана с условиями эксплуатации этих зданий.

Сооружения, построенные из качественных материалов и имеющие качественную циркуляцию воздуха и правильную температуру, защищены от чрезмерного «застойного» увлажнения. Развитие микроорганизмов и грибковых колоний в помещениях может произойти из-за следующих факторов:

- 1) многоярусные и плохо проветриваемые помещения;
- 2) сырые чердачные и подвальные помещения;
- 3) помещения с нарушенной гидроизоляцией.

Во время экспериментальных исследований влияния жизнедеятельности микроорганизмов на состояние поверхностей зданий выявлено:

- снижение прочности кирпича и бетона;
- снижение прочности стекла;
- аморфность шпатлевки.

Загрязнение урбанизированной среды активизирует биodeградирующую функциональность определенных организмов и даже целых популяций, что приводит к выявлению биodeградации в городах, причем в отдельных местах в геометрической прогрессии. На интенсивность процессов разрушения оказывает влияние состав бетона, его свойства, состояние его покрытия, присутствие антропогенных контаминантов в среде и на его поверхности [7].

Общественные и жилые здания в большей степени подвержены развитию грибов и микроорганизмов. Со временем меняется качество и структура материалов при эксплуатации зданий. Для строительства стен обычно используют пористые и легко впитывающие воду материалы (кирпич, дерево, бетон). Стены, выполненные из кирпича, могут увлажняться до второго этажа за счет капиллярного всасывания. Капиллярные поры кирпича работают как насос. Вода, попадающая в кирпич, бетон и другие строительные материалы, растворяет в них соли, гипс и т. д. [8, 9]. В насыщенной влагой структуре строительных материалов активно располагаются бактерии и грибы, развивая процессы их разрушения.

Основными причинами биоповреждений зданий и сооружений являются следующие факторы: повышенная влажность строительных материалов; наличие в составе строительных материалов веществ (прежде всего органических), являющихся питательной средой для биодеструкторов; высокая запыленность на-

ружного воздуха и воздуха внутри помещения; загрязнение атмосферы такими газами, как SO_2 , SO_3 , CO_2 , NO_2 , NH_3 ; повреждение поверхности строительных материалов (появление трещин и др.); загрязнение поверхности строительных материалов веществами, способствующими развитию биодеструкторов; антисанитарные условия в эксплуатируемых подсобных помещениях; использование материалов, зараженных биодеструкторами.

Для повышения защиты пораженных поверхностей рекомендуется закрывать их биостойкими отделочными материалами [6, 7] и проводить ремонт с обработкой конструкций биоцидами и гидрофобизирующими составами.

В результате проведенных исследований получены данные о разнообразии микромицетов, вызывающих биологические повреждения жилого фонда.

Применение технических мер противодействия биоповреждениям зданий потребует меньших экономических затрат и послужит сохранению здоровья человека [12, 13].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гвоздовский В.И., Князева М.Н., Сизова А.И. Экологические проблемы крупного города, средства и методы их решения // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, №3. С. 63–67. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11.
2. Василенко М.И. Биоразрушение поверхностей городских зданий и сооружений / Труды Международной научно-практической конференции. Белгород, 2012. С. 281–285.
3. Яковлева М.В., Фролов Е.А., Фролов А.Е. Влияние повреждений наружной установки на экологию окружающей территории // Градостроительство и архитектура. 2014. Т.4, №1. С. 86–90. DOI: 10.17673/Vestnik.2014.01.15.
4. Кизимова О.В., Зобкова Н.В. Анализ дефектов перекрытий здания – объекта культурного наследия // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, №4. С. 22–26. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.4.
5. Балабанов М.С., Бутенко С.А., Леоненко А.С. Изменение прочности древесины и деревянных конструкций во времени // Градостроительство и архитектура. 2023. Т.13, №2. С. 4–9. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.1.
6. Соломатов В.И. Биологическое сопротивление материалов. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2001. 196 с.
7. Экологическое благоустройство жилых территорий крупных городов России: Труды научно-практического семинара VII Международного экологического форума. СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2008. 152 с.
8. Негода Л.Л. Реализация системы мероприятий для снижения биологических повреждений // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: мате-

риалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции. Самара, 2013. С. 124–129.

9. Негода Л.А. Повышение грибостойкости отделочных растворов на основе гипсовых вяжущих за счет применения нанотехногенного сырья // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 72-й Всероссийской научно-технической конференции. Самара, 2014. С. 345–350.

10. Негода Л.А. Обзор социально-экологических аспектов биоповреждений // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 71-й Всероссийской научно-технической конференции. Самара, 2013. С. 206–211.

11. Хлыстов А.И., Безгина Л.Н., Негода Л.А. Штукатурные гипсовые сухие смеси повышенной грибостойкости // Научное обозрение. 2014. № 10, Ч. 2. С. 70–79.

12. Негода Л.А., Курмаева Т.С., Шитиков Д.А. Экология помещений образовательных учреждений при возникновении биологических повреждений // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 11 (43). Ч. 3. С. 92–94.

13. Негода Л.А., Ромейко М.Б., Курмаева Т.С. Влияние состояния воздушной среды на развитие биоповреждений строительных конструкций жилых помещений // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 04 (58). Ч. 1. С. 30–32.

REFERENCES

1. Gvozdevsky V.I., Knyazeva M.N., Sizova A.I. Environmental problems of a large city, tools and methods for their solution. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2017, vol. 7, no. 3, pp. 63–67. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.11

2. Vasilenko M.I. Biodegradation of surfaces of city buildings and structures. *Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Belgorod, 2012, pp. 281–285. (In Russian).

3. Yakovleva M.V., Frolov E.A., Frolov A.E. Impact of damage to outdoor installation on the environment of the surrounding area. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2014, vol. 4, no. 1, pp. 86–90. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2014.01.15

4. Kizimova O.V., Zobkova N.V. Analysis of defects in the floors of a building - an object of cultural heritage. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2019, vol. 9, no. 4, pp. 22–26. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.4

5. Balabanov M.S., Butenko S.A., Leonenko A.S. Change in the strength of wood and wooden structures over time. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 4–9. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.1

6. Solomatov V.I. *Biologicheskoe soprotivlenie materialov* [Biological resistance of materials]. Saransk, Publishing House of Mordovian University, 2001. 196 p.

7. Ecological improvement of residential areas of large cities of Russia. *Trudy nauchno-prakticheskogo seminar VII Mezhdunarodnogo ekologicheskogo foruma* [Proceedings of the Scientific and Practical Seminar of the VII International Environmental Forum]. St. Petersburg, Publishing House MANEB, 2008, 152 p. (In Russian).

8. Negoda L.L. Implementation of a system of measures to reduce biological damage. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture: materialy 70-j jubilejnoj Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii* [Traditions and innovations in construction and architecture: materials of the 70th anniversary All-Russian scientific and technical conference]. Samara, 2013, pp. 124–129. (In Russian).

9. Negoda L.L. Increased fungal resistance of finishing solutions based on gypsum binders due to the use of nanotechnogenic raw materials. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture: materialy 72-j Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii* [Traditions and innovations in construction and architecture: materials of the 72th All-Russian scientific and technical conference]. Samara, 2014, 345–350. (In Russian).

10. Negoda L.L. Overview of socio-environmental aspects of biological damage. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture: materialy 71-j Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii* [Traditions and innovations in construction and architecture: materials of the 71th All-Russian scientific and technical conference]. Samara, 2013, pp. 206–211. (In Russian).

11. Khlystov A.I., Bezgina L.N., Negoda L.L. Plaster dry mixtures of increased mushroom resistance. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review], 2014, no. 10, 2, pp. 70–79. (in Russian)

12. Negoda L.L., Kurmaeva T.S., Shitikov D.A. Ecology of premises of educational institutions in the event of biological damage. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Research Journal], 2015, no. 11 (43), 3, pp. 92–94. (in Russian)

13. Negoda L.L., Romeyko MB, Kurmaeva T.S. Influence of the state of the air environment on the development of biological damage of building structures of residential premises. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Research Journal], 2017, no. 04 (58), 1, pp. 30–32. (in Russian)

Об авторах:

НЕГОДА Лариса Леонидовна

кандидат технических наук, доцент, доцент
кафедры общей и неорганической химии
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: negll@yandex.ru

КУРМАЕВА Татьяна Сергеевна

кандидат педагогических наук, доцент, доцент
кафедры общей и неорганической химии
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: tatianasb@yandex.ru

NEGODA Larisa L.

PhD in Engineering Science, Associate Professor
of the General and Inorganic Chemistry Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: negll@yandex.ru

KURMAYEVA Tatyana S.

PhD in Pedagogy, Associate Professor of the General
and Inorganic Chemistry Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: tatianasb@yandex.ru

Для цитирования: *Негода Л.Л., Курмаева Т.С. Биологические повреждения городских зданий жилого фонда г. Самары // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 4. С. 46–52. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.07.*
For citation: *Negoda L.L., Kurmaeva T.S. Biological damage of citizen buildings of the city of Samara. Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 4, pp. 46–52. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.07.