

УДК 338.14

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ОТ БИОПОВРЕЖДЕНИЙ
И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПОВЫШЕНИЯ БИОСТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ
И КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ECONOMIC DAMAGE FROM BIOLOGICAL DAMAGE
AND TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY
OF INCREASING THE BIOSTABILITY OF MATERIALS
AND STRUCTURES OF BUILDINGS AND STRUCTURES
OF THE TEXTILE INDUSTRY**

В.Т. ЕРОФЕЕВ, А.В. ДЕРГУНОВА, А.Д. БОГАТОВ

V.T. YEROFEYEV, A.V. DERGUNOVA, A.D. BOGATOV

(Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева)

(National Research Ogarev Mordovia State University)

E-mail: al_rodin@mail.ru, anna19811981@mail.ru, bogatovad@list.ru

В статье рассмотрена проблема биоповреждений зданий и сооружений предприятий текстильной промышленности. Раскрываются составные части ущерба и затрат на защиту от биокоррозии. Приведена методика расчета экономической эффективности мероприятий по повышению биостойкости материалов и конструкций.

The article deals with the problem of biological damage to buildings and structures of textile industry enterprises. The components of the damage and costs of protection from biocorrosion are disclosed. The method of calculating the economic efficiency of measures to improve the biostability of materials and structures is given.

Ключевые слова: биологическая коррозия, микроорганизмы, биоде-
структоры, экономические потери, экономический ущерб, экономическая
эффективность, текстильная промышленность.

Keywords: biological corrosion, microorganisms, biodestructors, economic losses, economic damage, economic efficiency, textile industry.

Биологическая коррозия является главным фактором надежности и долговечности зданий и сооружений. В отраслях текстильной, пищевой, химической, медицинской, микробиологической промышленности, а также в сельском хозяйстве, транспорте, большой ущерб объектам основных фондов наносят микроскопические организмы, для развития которых здесь имеются благоприятные условия [1...11].

На данный момент в мировой экономике более половины общего объема установленных повреждений связано с жизнедеятельностью микроорганизмов, а в нефтяной и текстильной промышленности этот показатель еще выше. Почва является главным источником микробов-деструкторов, так как она не может формироваться и существовать без живых организмов, поэтому интенсивность процессов биокоррозии возрастает в заглубленных и наземных инженерных сооружениях. В настоящее время во все увеличивающихся размерах происходит разрушение цементных бетонов различных видов, природного камня и металлов по биологическому пути. На процессы биоповреждений оказывают влияние представители практически всех групп микроорганизмов, такие как бактерии, дрожжи, одноклеточные водоросли и другие микробы.

Микроорганизмы осваивают создаваемые человеком материалы, не имеющие аналогов в природе, а промышленные отходы активизируют включение biodestructors в биосферу. Все это приводит к тому, что на материалы или конструкции воздействуют все более развитые макро- и микроорганизмы.

Коррозия приводит к потерям почти пятой части металла, и она усиливается под влиянием различных бактерий. Например, тионовые бактерии окисляют серу до ее соединений и продуцируют кислоту, нанося большой ущерб водосточным и водопроводным стальным трубам, насосам, шахтному оборудованию, стенам электростанций.

Грибы повреждают более 25 % древесины и производимых пластмасс, используемых в текстильной и легкой промышленности, в энергетике, строительстве, на транспорте и других отраслях промышленности. В результате годовые потери древесины от грибов в России составляют 21 млн. м³, и для восполнения этого ущерба ежегодно вырубается порядка 100 тыс. га леса.

Жизнедеятельность микроорганизмов угрожает зданиям и другим инженерным сооружениям текстильной промышленности, а также здоровью людей, так как микробы способствуют разрушению строительных материалов, что приводит к снижению прочностных параметров материалов и конструкций и, в итоге, к раннему старению и разрушению зданий и сооружений [12...15]. Биоповреждения инженерных сооружений предприятий текстильной индустрии делают актуальными проблемы сохранения производимой продукции. Негативное воздействие усугубляется высокой степенью износа систем электро-, водо-, теплоснабжения и канализации, а так как эти системы имеют значительный срок службы, то это предопределяет насущную потребность в реконструкции и замене эксплуатируемых инженерных сетей.

Наряду с воздействием агрессивных газов, кислотных дождей, промерзанием, выветриванием биоповреждение конструкций зданий и других инженерных сооружений является одним из важных факторов, влияющих на скорость и степень износа, который характеризуется рядом важных особенностей [17], [18]:

- в определенных условиях микроорганизмы могут приводить к ускорению процессов разрушения материалов в несколько сотен и даже тысяч раз;

- микроорганизмы-деструкторы могут находиться в состоянии покоя на протяжении длительного времени, никак не проявляя себя;

- в некомфортных для человека условиях (например, при высокой влажности)

микроорганизмы переходят в активную фазу жизни;

- микроорганизмы оказывают на строительные материалы как химическое, так и механическое воздействие;

- в сообществе одни микроорганизмы могут поддерживать жизнедеятельность других (в случае наступления для последних неблагоприятных условий);

- процессы биоповреждения оказывают негативное влияние не только на здания и другие инженерные сооружения, но и на находящиеся в них имущество и людей;

- продукты жизнедеятельности и споры многих микробов, живущих в стенах и перекрытиях помещений, воздуховодах и в других конструкциях зданий, могут вызывать серьезные заболевания у людей.

Микробы и продукты их жизнедеятельности являются возбудителями многих болезней – это различного рода аллергии и воспаления, глубокие микозы, инфекционные заболевания и т. д. Особенно опасно для людей с ослабленным иммунитетом находиться в помещениях с очевидными признаками биоповреждения [17], [18].

При изучении биодеструкторов на строительные материалы и конструкции промышленных зданий и сооружений необходимо принимать во внимание зависимость

санитарно-гигиенических и эпидемиологических условий в жилой и производственной зонах от характера и интенсивности процессов жизнедеятельности микроорганизмов, поселяющихся на поверхности и в толще строительных конструкций. Если учесть, что процессы биоразрушения хозяйственного комплекса страны растут с каждым годом, то любые задержки в разработке и реализации программы противодействия биоразрушению среды обитания человека приведут впоследствии к огромным материальным и человеческим потерям [18].

Таким образом, очевидна необходимость разработки и внедрения мер по предупреждению и ликвидации последствий биоповреждения различных материалов и конструкций зданий и сооружений текстильной промышленности. В промышленно развитых странах уже давно ведется учет потерь от всех видов коррозии, в том числе и от биокоррозии, разрабатываются и внедряются эффективные меры по противодействию процессам биоразрушения. В нашей стране такой учет, к сожалению, не ведется и соответственно отсутствует оценка реального экономического ущерба от жизнедеятельности биодеструкторов.



Рис. 1

Предложенная нами методика определения потерь от биоповреждений учитывает затраты материальных, трудовых и энергетических ресурсов, связанные с биокоррозией конструкций зданий и сооружений [19]. На рис. 1 представлена схема определения общего экономического ущерба от биоразрушений.

Общий экономический ущерб предприятия текстильной промышленности складывается из потерь от биодеструкции и затрат на защиту от биоповреждений.

Ущерб, вызванный биокоррозией строительных конструкций при эксплуатации промышленных зданий и сооружений, выражается в прямых потерях и косвенных убытках.

Прямые потери от биоповреждений включают:

- стоимость конструкций и их элементов, которые заменяются при их полном износе и ликвидации до истечения срока амортизации;

- стоимость конструкций и их элементов, замененных при капитальном и текущем ремонте;

- стоимость поврежденных конструкций и полуфабрикатов, списанных из-за воздействия биологически агрессивных сред при транспортировке и хранении;

- потери продукции собственного производства.

Косвенные потери включают:

- убытки, связанные с простоями основного технологического оборудования и машин, расположенных в производственном здании;

- затраты на ремонт строительных конструкций;

- снижение объема или ухудшение качества выпускаемой продукции;

- компенсация ущерба, причиненного смежным отраслям и окружающей среде, возникающего в результате биоповреждений конструктивных элементов зданий и сооружений.

Макроэкономический эффект от реализации мероприятий по защите от биоповреждений выражается в снижении ущерба от биоповреждений, которое эквивалентно приросту национального дохода.

В соответствии со сформулированным выше определением ущерба от биоповреждений он включает прямые и косвенные потери от биокоррозии, капитальные вложения на защиту от биоповреждений и повышенные расходы при эксплуатации основных фондов в агрессивных средах.

Абсолютная экономическая эффективность защиты от биоповреждений может быть выражена как отношение годового снижения ущерба от биодеградации к сумме эксплуатационных затрат и капитальных вложений, обеспечивающих это снижение, приведенных к годовой размерности с учетом норматива эффективности капитальных вложений [19]:

$$\Theta_{\text{зк}} = \frac{Y_1 - Y_2}{C_3 T_n + K_{\text{зк}}},$$

где Y_1 и Y_2 – годовой ущерб от биоразрушений до использования эффективных методов защиты и после их реализации; C_3 – годовые эксплуатационные расходы, обеспечивающие снижение потерь от биоповреждений; $K_{\text{зк}}$ – капитальные вложения в производство средств и методов защиты основных фондов от биоповреждений; T_n – нормативный срок окупаемости капитальных вложений.

Величина необходимых капитальных вложений и эксплуатационных расходов определяется исходя из требований по объемам производства и поставок средств защиты от биоповреждений и мероприятий, необходимых для реализации достижений науки и техники в области защиты от воздействия биологических деструкторов.

Абсолютная экономическая эффективность определяется на макроэкономическом уровне – при разработке прогнозов и планов экономического и социального развития страны или на уровне отдельных отраслей экономики.

В связи со значительным ущербом от биоповреждений возникает необходимость исследования рационального соотношения между затратами на защиту от биоповреждений, потерями материальных и трудовых ресурсов и оптимизации расходов, обеспечивающих снижение ущерба в текстильной промышленности.

Основной задачей защиты от биоповреждений является обеспечение требуемой долговечности строительных конструкций и нормативных межремонтных сроков службы в агрессивной среде, а в перспективе – создание средств и методов защиты, позволяющих довести межремонтные сроки службы конструкций, подверженных воздействию агрессивной среды, до сроков службы, установленных для конструкций, эксплуатируемых в неагрессивной среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф., Морозов Е.А. и др. Микробиологическое разрушение материалов. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008.
2. Андреюк Е.И., Козлова И.А., Рожанская А.М. Микробиологическая коррозия строительных сталей и бетонов // Биоповреждения в строительстве. – М., 1984. С. 209...218.
3. Биоповреждения в строительстве / Под ред. Ф.М. Иванова, С.Н. Горшина. – М.: Стройиздат, 1984.
4. Благник Р., Занова В. Микробиологическая коррозия. – М.-Л.: Химия, 1965.
5. Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., Морды С., Шиссель П. Долговечность железобетона в агрессивных средах. – М.: Стройиздат, 1990.
6. Комохов П.Г., Ерофеев В.Т., Афиногенов Г.Е. и др. Защита зданий и сооружений от биоповреждений бицидными препаратами на основе гуанидина. – СПб.: Наука, 2010.
7. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. – М.: Стройиздат, 1980.
8. Степанова В.Ф., Фаликман В.Р. Современные проблемы обеспечения долговечности железобетонных конструкций // Пленар. докл. III Всерос. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону: Бетон и железобетон – взгляд в будущее. – М., 2014. С. 275...289.
9. Соломатов В.И., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф., Семичева А.С., Морозов Е.А. Биологическое сопротивление материалов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2001.
10. Erofeev V.T., Bogatov A.D., Bogatova S.N., Smirnov V.F., Rimshin V.I., Kurbatov V.L. Bioresistant building composites on the basis of glass wastes // Biosciences Biotechnology Research Asia. – Vol. 12, № 1, 2015. P. 661...669.
11. Dergunova A., Pksaykina A., Bogatov A., Salman Al D. S. D., Erofeev V. The economic damage from biodeterioration in building sector // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. UK., 2019. № 698. P. 1...6.
12. Антонов В.Б. Влияние биоповреждений зданий на здоровье человека // Проблемы долговечнос-

ти зданий и сооружений в современном строительстве. – СПб., 2007. С. 137...142.

13. Erofeev V., Rodin A., Rodina N., Kalashnikov V., Erofeeva I. Biocidal Binders for the Concretes of Underground Constructions // Procedia Engineering. – 2016. P.1448...1454. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.11.878.

14. Erofeev V., Kalashnikov V., Emelyanov D., Balathanova E., Erofeeva I., Tretiakov I., Matvievsky A. Biological resistance of cement composites filled with dolomite powders // Solid State Phenomena. – № 871, 2016. P. 33...39. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.871.33.

15. Erofeev V., Kalashnikov V., Emelyanov D., Balathanova E., Erofeeva I., Smirnova O., Tretiakov I., Matvievsky A. Biological resistance of cement composites filled with limestone powders // Solid State Phenomena. – № 871, 2016. P. 22...27. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.871.22.

16. Erofeev V. Frame construction composites for buildings and structures in aggressive environments // Procedia Engineering. – № 165, 2016. P. 1444...1447. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.11.877.

17. Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф., Светлов Д.А., Васильев О.Д., Вильдяева М.В. Строительство, реконструкция и эксплуатация зданий и сооружений с учетом экологических и медицинских аспектов // Вестник Приволжского территориального отделения. – Н. Новгород: ННГАСУ. – 2019. Вып. 22. С.219...232.

18. Ерофеев В.Т., Светлов Д.А., Казначеев С.В. и др. Противодействие биоповреждениям на этапах строительства, эксплуатации и ремонта в жилых и производственных помещениях / Под общ. ред. акад. РААСН В.Т. Ерофеева. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2017.

19. Дергунова А.В. Биодеструкция и биозащита строительных композитов: Дис....канд. техн. наук. – Саранск, 2011.

REFERENCES

1. Erofeev V.T., Smirnov V.F., Morozov E.A. i dr. Mikrobiologicheskoe razrushenie materialov. – M.: Izd-vo Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov, 2008.
2. Andreyuk E.I., Kozlova I.A., Rozhanskaya A.M. Mikrobiologicheskaya korroziya stroitel'nykh staley i betonov // Biopovrezhdeniya v stroitel'stve. – M., 1984. S. 209...218.
3. Biopovrezhdeniya v stroitel'stve / Pod red. F.M. Ivanova, S.N. Gorshina. – M.: Stroyizdat, 1984.
4. Blagnik R., Zanova V. Mikrobiologicheskaya korroziya. – M.-L.: Khimiya, 1965.
5. Alekseev S.N., Ivanov F.M., Mordy S., Shissel' P. Dolgovechnost' zhelezobetona v aggressivnykh sredakh. – M.: Stroyizdat, 1990.
6. Komokhov P.G., Erofeev V.T., Afinogenov G.E. i dr. Zashchita zdaniy i sooruzheniy ot biopovrezhdeniy biotsidnymi preparatami na osnove guanidina. – SPb.: Nauka, 2010.

7. Moskvina V.M., Ivanov F.M., Alekseev S.N., Guzeev E.A. Korroziya betona i zhelezobetona, metody ikh zashchity. – M.: Stroyizdat, 1980.
8. Stepanova V.F., Falikman V.R. Sovremennyye problemy obespecheniya dolgovechnosti zhelezobetonnnykh konstruktsey // Plenar. dokl. III Vseros. (II Mezhdunar.) konf. po betonu i zhelezobetonu: Beton i zhelezobeton – vzglyad v budushchee. – M., 2014. S.275...289.
9. Solomatov V.I., Erofeev V.T., Smirnov V.F., Semicheva A.S., Morozov E.A. Biologicheskoe soprotivlenie materialov. – Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2001.
10. Erofeev V.T., Bogatov A.D., Bogatova S.N., Smirnov V.F., Rimshin V.I., Kurbatov V.L. Bioresistant building composites on the basis of glass wastes // Biosciences Biotechnology Research Asia. – Vol. 12, № 1, 2015. P. 661...669.
11. Dergunova A., Piksaykina A., Bogatov A., Salman Al D. S. D., Erofeev V. The economic damage from biodeterioration in building sector // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. UK., 2019. № 698. P. 1...6.
12. Antonov V.B. Vliyaniye biopovrezhdeniy zdaniy na zdorov'e cheloveka // Problemy dolgovechnosti zdaniy i sooruzheniy v sovremennom stroitel'stve. – SPb., 2007. S. 137...142.
13. Erofeev V., Rodina A., Rodina N., Kalashnikov V., Erofeeva I. Biocidal Binders for the Concretes of Underground Constructions // Procedia Engineering. – 2016. P.1448...1454. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.11.878.
14. Erofeev V., Kalashnikov V., Emelyanov D., Balathanova E., Erofeeva I., Tretiakov I., Matvievsky A. Biological resistance of cement composites filled with dolomite powders // Solid State Phenomena. – № 871, 2016. P. 33...39. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.871.33.
15. Erofeev V., Kalashnikov V., Emelyanov D., Balathanova E., Erofeeva I., Smirnova O., Tretiakov I., Matvievsky A. Biological resistance of cement composites filled with limestone powders // Solid State Phenomena. – № 871, 2016. P. 22...27. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.871.22.
16. Erofeev V. Frame construction composites for buildings and structures in aggressive environments // Procedia Engineering. – № 165, 2016. P. 1444...1447. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.11.877.
17. Erofeev V.T., Smirnov V.F., Svetlov D.A., Vasil'ev O.D., Vil'dyaeva M.V. Stroitel'stvo, rekonstruktsiya i ekspluatatsiya zdaniy i sooruzheniy s uchetom ekologicheskikh i meditsinskikh aspektov // Vestnik Privolzhskogo territorial'nogo otdeleniya. – N. Novgorod: NNGASU. – 2019. Vyp. 22. S.219...232.
18. Erofeev V.T., Svetlov D.A., Kaznacheev S.V. i dr. Protivodeystvie biopovrezhdeniyam na etapakh stroitel'stva, ekspluatatsii i remonta v zhilykh i proizvodstvennykh pomeshcheniyakh / Pod obshch. red. akad. RAASN V.T. Erofeeva. – Saransk : Izd-vo Mordov. un-ta, 2017.
19. Dergunova A.V. Biodestruktsiya i biozashchita stroitel'nykh kompozitov: Dis...kand. tekhn. nauk. – Saransk, 2011.

Рекомендована кафедрой строительных материалов и технологий архитектурно-строительного факультета. Поступила 20.01.20.