ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 9.921— 2024

Единая система защиты от коррозии и старения

МОНИТОРИНГ БИООБРАСТАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

Общие положения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники им. Б.Е. Веденеева» (АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 214 «Защита изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 октября 2024 г. № 1485-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 3
5 Общие положения 3
6 Аппаратура, материалы и реактивы 4
7 Проведение мониторинга биообрастания 5
8 Обработка результатов мониторинга биообрастания 7
9 Требования безопасности 8
Приложение А (рекомендуемое) Факторы, определяющие процесс биообрастания 9
Приложение Б (рекомендуемое) Формы записи результатов визуального обследования и отбора проб на микробиологические исследования 10
Приложение В (рекомендуемое) Формы биообрастания 11
Приложение Г (рекомендуемое) Методы лабораторных микробиологических исследований 14
Приложение Д (рекомендуемое) Форма записи результатов микробиологического экспресс-тестирования 17
Библиография 18

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Единая система защиты от коррозии и старения

МОНИТОРИНГ БИООБРАСТАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

Общие положения

Unified system of corrosion and ageing protection.
Biofouling monitoring of building materiels and facilities.
General provisions

Дата введения — 2025—07—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает общие требования к мониторингу биообрастания строительных изделий и конструкций и регламентирует организацию и порядок его проведения на стационарных объектах, включая надземные, подземные, прибрежные, надводные сооружения, сооружения, находящиеся в зоне смачивания или попеременного контакта с водой, гидротехнические, селезащитные, телекоммуникационные объекты, а также объекты гражданской обороны.

1.2 Настоящий стандарт распространяется также на сооружения, предназначенные для транспортировки природного газа от источника газа до сети газопотребления, а также технические и технологические устройства, трубопроводы и трубопроводную арматуру объектов, стационарное вспомогательное оборудование, объекты хранения и нефтегазодобывающие объекты.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на объекты, постоянно находящиеся в водной среде, строительные изделия и конструкции систем подводной добычи углеводородов, бортовые топливные системы транспортных средств, использующие сжиженный природный газ в качестве моторного топлива, а также на плавучие заправочные станции.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.048—89 Единая система защиты от коррозии и старения. Изделия технические. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов

ГОСТ 9.102 Единая система защиты от коррозии и старения. Воздействие биологических факторов на технические объекты. Термины и определения

ГОСТ 9.106 Единая система защиты от коррозии и старения. Коррозия металлов. Термины и определения

ГОСТ 112 Термометры метеорологические стеклянные. Технические условия

ГОСТ 2493 Реактивы. Калий фосфорнокислый двузамещенный 3-водный. Технические условия

ГОСТ 3773 Реактивы. Аммоний хлористый. Технические условия

ГОСТ 4148 Реактивы. Железо (II) сернокислое 7-водное. Технические условия

ГОСТ 4165 Реактивы. Медь (II) сернокислая 5-водная. Технические условия

ГОСТ 4174 Цинк сернокислый 7-водный. Технические условия

ГОСТ 4198 Реактивы. Калий фосфорнокислый однозамещенный. Технические условия

ГОСТ 4201 Реактивы. Натрий углекислый кислый. Технические условия

ГОСТ 4233 Реактивы. Натрий хлористый. Технические условия

Издание официальное

ГОСТ 4234 Реактивы. Калий хлористый. Технические условия

ГОСТ 4523 Реактивы. Магний сернокислый 7-водный. Технические условия

ГОСТ 4530 Реактивы. Кальций углекислый. Технические условия

ГОСТ 5833 Реактивы. Сахароза. Технические условия

ГОСТ 5962 Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья. Технические условия

ГОСТ 10163 Реактивы. Крахмал растворимый. Технические условия

ГОСТ 11773 Реактивы. Натрий фосфорно-кислый двузамещенный. Технические условия

ГОСТ 16350 Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей

ГОСТ 17206 Агар микробиологический. Технические условия

ГОСТ 24482 Макроклиматическое районы земного шара с тропическим климатом. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей

ГОСТ 24940 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности

ГОСТ 25870 Микроклиматические районы земного шара с холодным и умеренным климатом. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей

ГОСТ 28489 Микроскопы световые. Термины и определения

ГОСТ 29112 Среды питательные плотные (для ветеринарных целей). Общие технические условия

ГОСТ 31942 (ISO 19458:2006) Вода. Отбор проб для микробиологического анализа

ГОСТ 34597 Анодные заземления установок электрохимической защиты от коррозии подземных металлических сооружений. Методы определения биокоррозионной агрессивности грунтов и их влияния на подземные металлические сооружения

ГОСТ Р 8.568 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ Р 52501 (ИСО 3696:1987) Вода для лабораторного анализа. Технические условия

ГОСТ Р 53228 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

ГОСТ Р 55878 Спирт этиловый технический гидролизный ректификованный. Технические условия

ГОСТ Р 58144 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ Р 70005—2022 Сохранение объектов культурного наследия от биопоражений. Классификация, методы защиты и ликвидации последствий. Общие требования

ГОСТ Р МЭК 61010-2-041 Безопасность электрических контрольно- измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 2-041. Частные требования к лабораторным автоклавам, в том числе использующим пар для обработки медицинских материалов

СП 28.13330 «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 72.13330 «СНиП 3.04.03-85 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 9.102, ГОСТ 9.106, ГОСТ 28489, ГОСТ Р 70005, СП 28.13330, СП 72.13330, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **актиномицеты:** Группа бактерий, соединяющая в себе черты бактерий и грибов, обитающая в различных природных средах и обладающая способностью к биодеструкции.

3.2 **аммонифицирующие бактерии:** Организмы, способные разлагать аминокислоты и белки до аммиака и сероводорода.

3.3

бактерия: Микроорганизм, обладающий клеточной оболочкой, но не имеющий клеточного ядра, размножающийся простым делением и способствующий разрушению изделий.

[ГОСТ 26883—86, статья 33]

3.4 **биообрастание:** Поселение и последующее размножение живых организмов, возникающее на поверхности изделия или конструкции.

3.5 **биопленка (микрообрастание):** Группа микроорганизмов (бактерий, микроскопических грибов, микроскопических водорослей) на поверхности изделия или конструкции, в которой клетки микроорганизмов погружены в выделяемое ими внеклеточное полимерное вещество.

3.6 **макрообрастание:** Обрастание, состоящее из относительно крупных организмов, хорошо различимых невооруженным глазом (размер более 2 мм).

3.7 **мезофильные аэробные микроорганизмы:** Микроорганизмы, способные активно расти и размножаться в присутствии кислорода при умеренных температурах окружающей среды в пределах от 10 °С до 37 °С.

3.8 **мицелий:** Вегетативное тело грибов, представляющее собой многоклеточные нити, для которых характерна толщина от 5 до 100 мкм при неограниченной длине.

3.9 **мониторинг биообрастания:** Процесс наблюдения и контроля за развитием биообрастания на поверхностях объектов мониторинга во времени, проводимый в соответствии с программой мониторинга биообрастания.

3.10 **питательная среда:** Смесь веществ в жидком, полутвердом или твердом состоянии, в которую входят природные и/или синтетические ингредиенты, предназначенные для поддержания роста организмов в заданных условиях.

3.11 **программа мониторинга биообрастания:** Программа, устанавливающая регламент, график и периодичность проведения визуальных обследований и микробиологических исследований объектов.

3.12 **силикатные бактерии:** Группа бактерий, способная растворять силикатные минералы и высвобождать из них соединения кремния.

3.13 **факультативно анаэробные микроорганизмы:** Микроорганизмы, преимущественно растущие в условиях среды при пониженном содержании (менее 1 % в среде) или полном отсутствии кислорода.

3.14 **объекты мониторинга биообрастания:** Строительные изделия, конструкции, технические, технологические устройства, системы трубопроводов, подвергаемые мониторингу биообрастания.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ГРМ — среда из гидролизата рыбной муки для органотрофов;

КОЕ — колониеобразующая единица;

МБ — мониторинг биообрастания;

МПА — мясопепетонный агар (для аммонифицирующих бактерий);

ОМЧ — общее микробное число.

5 Общие положения

5.1 МБ представляет собой процесс долговременных и регламентированных наблюдений и исследований, осуществляемый в целях получения информации о протекании биообрастания, для дальнейшего анализа и определения его возможного влияния на техническое состояние объектов МБ.

5.2 МБ направлен на определение степени развития биообрастания на поверхностях объектов МБ, а также на анализ происходящих изменений в развитии биообрастаний.

5.3 МБ включает в себя следующие мероприятия:

- визуальное обследование биообрастания;
- отбор проб для проведения микробиологических исследований;

- микробиологические исследования (микробиологическое экспресс-тестирование и/или лабораторный анализ биообрастания на определение групп микроорганизмов);
- обработку результатов.

5.4 Программа мониторинга биообрастания

Программа МБ должна включать:
- цели и задачи МБ;
- краткую характеристику объекта и места отбора проб (местоположение, климатические условия);
- перечень объектов, подлежащих визуальному обследованию;
- перечень объектов, с поверхности которых будет проводиться отбор проб;
- местоположение точек для отбора проб для микробиологических исследований;
- периодичность и график отбора проб для микробиологических исследований;
- факторы, определяющие процесс биообрастания, приведены в приложении А;
- микробиологические исследования (включают в себя следующие испытания: микробиологическое экспресс-тестирование и/или лабораторный анализ биообрастания на определение групп микроорганизмов).

Допускается корректировать программу МБ в зависимости от результатов, полученных при визуальном обследовании биообрастания или методом микробиологического экспресс-тестирования биообрастания в полевых условиях (см. раздел 7).

5.5 Сроки проведения МБ объектов, находящихся в открытом пространстве, определяют сезонным фактором.

Сроки проведения МБ и периодичность отбора проб с поверхности объектов МБ, находящихся в закрытых помещениях, зависят от условий их эксплуатации и хранения.

Рекомендуемая периодичность проведения МБ — не реже двух раз в год.

Периодичность отбора проб при проведении МБ может корректироваться в зависимости от результатов визуального обследования и микробиологических исследований. Например, при наличии в пробе количества микроорганизмов, оцененного в 3 или 4 балла, следует проводить МБ не реже трех раз в год.

5.6 Результаты МБ оформляют в виде отчета.

6 Аппаратура, материалы и реактивы

Испытания следует проводить при помощи измерительного оборудования, аттестованного в соответствии с ГОСТ Р 8.568. Средства измерения подлежат подтверждению метрологических характеристик [1]. Средства измерений, применяемые при испытаниях, должны быть утвержденного типа, прошедшие поверку в соответствии с положениями [1] и актуальными межповерочными интервалами. Кроме того, они должны иметь заводские (серийные) номера или буквенно-цифровые обозначения, идентифицирующие каждый экземпляр средств измерений.

6.1 Средства измерения:
- весы класса точности II, дискретностью 0,01 г, с диапазоном измерения от 0 до 1100 г по ГОСТ Р 53228;
- гигрометр психрометрический или электронный с диапазоном измерения 5 % — 100 % относительной влажности, в том числе комбинированные с термометром (термогигрометр);
- люксметр с измерительными преобразователями излучения, имеющими предел допускаемой относительной погрешности не более 10 % с учетом погрешности спектральной коррекции по ГОСТ 24940;
- pH-метр-иономер, с дискретностью измерения 0,01 pH, диапазоном измерения не хуже чем 0—14 pH;
- термометр метеорологический стеклянный, типа ТМ1 с ценой деления 0,1 °С по ГОСТ 112 или электронный, имеющий параметры не хуже установленных.

6.2 Испытательное и вспомогательное оборудование:
- автоклав по ГОСТ Р МЭК 61010-2-041, обеспечивающий нагрев пара от 115 °С до 135 °С;
- батометр или пробоотборник;
- камера тепла и влаги, обеспечивающая температуру нагрева 5 °С — 60 °С при поддержании относительной влажности более 90 %, аттестованная не реже одного раза в год по рабочему объему;

- биологический микроскоп или люминесцентный микроскоп с суммарным оптическим увеличением не менее 60 крат;

- посуда и лабораторные принадлежности [подготавливают в соответствии с ГОСТ 9.048—89 (приложение 2)].

6.3 Реактивы, применяемые для испытаний:

- агар микробиологический, сорт высший или экстра, по ГОСТ 17206;
- аммоний хлористый по ГОСТ 3773, ч. д. а.;
- вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144 или вода степени чистоты 2 по ГОСТ Р 52501;
- гидролизат казеина ферментативный сухой по нормативным документам и технической документации;
- железо (II) серно-кислое 7-водное по ГОСТ 4148, ч. д. а.;
- калий фосфорнокислый однозамещенный по ГОСТ 4198, ч. д. а.;
- калий фосфорнокислый двузамещенный 3-водный по ГОСТ 2493, ч. д. а.;
- калий хлористый по ГОСТ 4234, ч. д. а.;
- кальций углекислый по ГОСТ 4530, ч. д. а.;
- крахмал растворимый по ГОСТ 10163, ч. д. а.;
- магний сернокислый 7-водный по ГОСТ 4523, ч. д. а.;
- медь (II) сернокислая 5-водная по ГОСТ 4165, ч. д. а.;
- натрий углекислый кислый по ГОСТ 4201, ч. д. а.;
- натрий фосфорно-кислый двузамещенный по ГОСТ 11773, ч. д. а.;
- натрий хлористый по ГОСТ 4233, ч. д. а.;
- панкреатический гидролизат мяса, или основа бактериологических питательных сред сухая (ГМФ-основа), питательный бульон для культивирования микроорганизмов сухой (ГМФ-бульон) по нормативным документам и технической документации, или мясопептонный агар по ГОСТ 29112;
- панкреатический гидролизат рыбной муки (ПГРМ) по нормативным документам и технической документации;
- сахароза по ГОСТ 5833, ч. д. а.;
- спирт этиловый ректификованный по ГОСТ 5962, сорт первый или выше, или спирт этиловый технический гидролизный ректификованный по ГОСТ Р 55878, сорт первый или выше;
- цинк сернокислый 7-водный по ГОСТ 4174, ч. д. а.

7 Проведение мониторинга биообрастания

7.1 Визуальное обследование биообрастания

7.1.1 Проводят визуальное обследование объектов МБ согласно программе МБ. При выявлении биообрастания, фиксируют его при помощи фотоаппаратуры, включая форму и границы зоны. Результаты проведения визуального обследования биообрастания заносят в форму записи результатов, приведенную в таблице Б.1, указывая изделия и конструкции, на поверхности которых выявлено биообрастание, его местоположение, форму и границы зоны.

7.1.2 Формы биообрастания на поверхностях объектов МБ приведены в приложении В.

7.1.3 При выявлении на поверхностях объектов МБ в рамках визуального обследования форм биообрастания, характерных для обследуемых объектов, но не указанных в приложении В, информацию об этих формах заносят в таблицу Б.1.

7.1.4 Фотофиксацию следует проводить в светлое время суток, в условиях недостаточной освещенности применяется искусственное освещение. Рекомендуется использовать освещение с колориметрической температурой осветительных ламп T_c = 5000 К или цветовые мишени для дальнейшего внесения цветовых поправок в фотоснимок при освещенности не менее 5000 лк. Точные значения освещенности зависят от технических особенностей применяемой фотоаппаратуры.

7.1.5 Фотофиксация должна максимально полно отражать картину биообрастания на поверхности объектов МБ, для чего проводят измерительную фотосъемку с масштабной линейкой или размерной шкалой (масштабная фотосъемка). Основа данного способа — получение на фотоснимке непосредственно с объектом масштаба в виде размерных шкал или масштабных линеек. Масштабную линейку или размерную шкалу располагают в кадре «с краю», делениями в сторону объекта. При необходимо-

сти, фотография может быть дополнена цветовой шкалой для зрительного контроля, воспроизведения оттенка или распечатки цветных материалов.

Примечание — Для дальнейшего хранения в архиве результаты фотофиксации должны представляться в одном из растровых графических форматов файлов: JPEG, TIFF, DNG, RAW, HEIF и обладать разрешением 1280 × 960 пикселей или более.

7.2 Отбор проб

7.2.1 Отбор проб проводят согласно программе МБ с поверхностей объектов МБ в соответствии с ГОСТ 16350, ГОСТ 24482, ГОСТ 25870, на которых в ходе визуального обследования в соответствии с 7.1 было выявлено биообрастание.

7.2.2 Пробами для микробиологических исследований могут служить:

- фрагменты материала поврежденных объектов МБ, на которых выявлено биообрастание;
- соскобы биопленок с поверхности объектов МБ;
- смыв с поверхности объектов МБ на питательную среду;
- вода из дренажей, пьезометров, мест фильтрации, водопроявлений на объектах МБ (если это указано в программе МБ, отбирают в стерильные контейнеры с целью определения содержания в ней групп микроорганизмов), мест постоянного скопления конденсата или атмосферных осадков;
- воздушная среда.

7.2.3 Отбор проб для микробиологических исследований проводят в соответствии с требованиями ГОСТ Р 70005 (см. также [2]).

Выбор способа отбора пробы определяют размерами и свойствами биообрастания:

- если поверхность материала с биообрастаниями сильно повреждена (разрушена, осыпается, расслаивается), то пробу биообрастания отбирают вместе с фрагментом этого материала стерильными инструментами в стерильные контейнеры;
- если поверхность материала с биообрастаниями (биопленками) твердая и не нарушена, то пробу биообрастания отбирают путем соскоба по ГОСТ Р 70005—2022 (приложение Г);
- если поверхность не нарушена, а признаки биообрастания выражены слабо, то пробу отбирают методом смыва с поверхности на питательную среду (см. [2]).

Проводят фотофиксацию места взятия проб согласно 7.1.4, 7.1.5, определяют показатели для заполнения формы записи результатов, приведенной в таблице Б.2.

Отбор проб воды из дренажей, пьезометров, мест фильтрации, водопроявлений на объектах МБ выполняют по ГОСТ 31942.

Отбор проб воздушной среды выполняют по ГОСТ Р 70005—2022 (приложение Д), также допустимо использовать устройство автоматического отбора проб биологических аэрозолей воздуха, обеспечивающее осаждение на питательную среду клеток микроорганизмов из определенного объема воздуха, или устройства для автоматического отбора и подсчета концентрации микроорганизмов в воздухе. Для первичного отбора проб воздуха следует использовать среду Чапека-Докса и питательный агар для культивирования микроорганизмов сухой (ГМФ-агар), приведенные в приложении Г.

7.2.4 Оформление результатов отбора проб

Описание отобранных проб с фотофиксацией места отбора и характеристикой условий окружающей среды в момент отбора пробы заносят в форму записи результатов, приведенную в таблице Б.2.

7.3 Метод микробиологического экспресс-тестирования биообрастания

7.3.1 Сущность метода заключается в определении ОМЧ, мицелиальных грибов и дрожжей в отобранных пробах согласно программе МБ.

Метод микробиологического экспресс-тестирования биообрастания выполняют в полевых условиях.

7.3.2 Отбор проб — по 7.2.

7.3.3 Определение ОМЧ, мицелиальных грибов и дрожжей проводят с использованием специальных тест-систем.

Для проведения экспресс-тестирования рекомендуется использовать следующие тест-системы, содержащие питательную среду:

- экспресс-тест на определение ОМЧ (инкубация 12—24 ч);
- экспресс-тест на мицелиальные грибы и дрожжи (инкубация 12—72 ч).

7.3.4 Оценку количества колоний микроорганизмов проводят по балльной шкале:

0 — отсутствие колоний микроорганизмов на поверхности тест-системы;

1 — наличие единичных колоний микроорганизмов на поверхности тест-системы;

2 — наличие колоний микроорганизмов средней численности, покрывающих не более 50 % поверхности тест-системы;

3 — наличие колоний микроорганизмов высокой численности, полностью покрывающих поверхность тест-системы, но между которыми сохраняется свободное пространство;

4 — наличие колоний микроорганизмов высокой численности, полностью покрывающих поверхность тест-системы.

Пример проведения оценки количества колоний микроорганизмов (по балльной шкале) показан на рисунке 1.

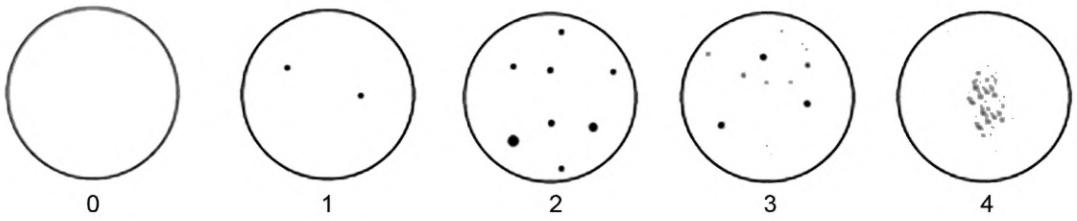


Рисунок 1 — Колонии микроорганизмов

Результаты экспресс-тестирования оформляют в виде таблицы Д.1.

7.3.5 Основанием для отбора дополнительных проб на лабораторные анализы для определения групп микроорганизмов (см. 7.4) является наличие в пробе количества колоний, оцененных в 3 или 4 балла по результатам экспресс-тестирования.

7.4 Метод лабораторного анализа биообрастания на определение групп микроорганизмов

7.4.1 Отбор проб для лабораторных анализов проводят по 7.2.

7.4.2 Все отобранные пробы доставляют в лабораторию не позднее чем через 7 сут после их отбора. Во время транспортирования и хранения пробы должны находиться при температуре от 4 °С до 10 °С.

7.4.3 Для определения в пробах групп микроорганизмов в лабораторных условиях производят рассев отобранных проб на питательные среды из предварительно полученных разведений, приведенных в приложении Г.

7.4.4 Определяют следующие группы микроорганизмов в зависимости от конкретной питательной среды:

- аммонифицирующие бактерии на МПА (см. Г.2);
- железобактерии на среде Захаровой (см. Г.3);
- органотрофы на среде из ГРМ (см. Г.4);
- силикатные бактерии на среде Зака (см. Г.5);
- микроскопические грибы на среде Чапека-Докса (см. Г.6);
- актиномицеты на среде Гаузе № 1 (см. Г.7).

7.4.5 Результаты лабораторного анализа оформляют в виде таблицы Г.1.

8 Обработка результатов мониторинга биообрастания

8.1 На основании полученных результатов МБ (7.3 и 7.4) подготавливают отчет о проведенном МБ.

8.2 Отчет по результатам МБ может применяться для разработки практических рекомендаций по защите от биообрастания и продлению срока службы объектов МБ.

8.3 Форма отчета должна согласовываться с заказчиком. Отчет должен содержать информацию о результатах проведенной работы и состоять из следующих разделов:

- введение;
- результаты проведения визуального обследования биообрастания;

- результаты отбора проб, включающие описание отобранных проб с фотофиксацией места отбора и характеристикой условий окружающей среды в момент отбора;
- методика микробиологических исследований, включающая указание состава питательных сред;
- результаты микробиологических исследований;
- общие выводы.

Примечание — Отчет также может содержать возможные причины повреждения изделий и конструкций, а также рекомендации по защите от биообрастаний.

9 Требования безопасности

9.1 К работе по проведению МБ должны допускаться рабочие старше 18 лет, имеющие профессиональную подготовку, соответствующую характеру работ, прошедшие медицинский осмотр без противопоказаний к выполнению работ, а также обучение и инструктаж по безопасности труда в установленном порядке в соответствии с действующими нормами.

9.2 Работающие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты согласно типовым нормам для профессий по пункту 61 [3].

Приложение А
(рекомендуемое)

Факторы, определяющие процесс биообрастания

Возникновение и развитие биообрастаний определяют условиями окружающей среды (внешние факторы), а также свойствами самих объектов МБ (внутренние факторы).

А.1 К внешним факторам относятся:

- природно-климатические условия региона/района эксплуатации объектов МБ;
- температура эксплуатации, расположения, хранения объектов МБ и ее изменения в динамике;
- влажность воздушной среды;
- освещенность (естественный и искусственный свет);
- pH среды;
- характер и степень органического загрязнения, определяющего развитие органотрофов (бактерий и микроскопических грибов);
- наличие стимуляторов биообрастаний (поступление в среду источников серы, азота, органических и минеральных веществ, стимулирующих рост и развитие микроорганизмов);
- микробиологическая зараженность грунтов в регионе/районе, где располагаются объекты мониторинга;
- содержание пыли в воздухе;
- повреждение поверхности изделий и конструкций под действием других внешних воздействующих факторов, приводящих к появлению трещин, напряженного состояния и т. д.;
- антисанитарные условия в эксплуатируемых, подсобных помещениях и на прилегающих территориях;
- продолжительность эксплуатации изделия и/или строительной конструкции;
- периодичность проведения ремонтных работ и профилактических мероприятий.

А.2 К внутренним фактам относятся:

- состояние объектов МБ, определяемое периодом их эксплуатации;
- использование материалов, зараженных микроорганизмами;
- химический состав, внутренняя структура материала (размер зерен минералов, пористость, удельная поверхность и др.), определяемые его происхождением, составом или технологией производства;
- для бетонов и железобетонный изделий и конструкций присутствие в материале карбонатных соединений, определяющих значения pH поверхностного слоя, оптимальные для развития микроорганизмов;
- наличие в составе материалов веществ, являющихся питательной средой для микроорганизмов (например, присутствие в облицовочных материалах органических веществ);
- значительное содержание в материале минералов, неустойчивых к выветриванию, наличие каверн, углублений, трещиноватости поверхностного слоя, что позволяет закрепиться на нем микроорганизмам;
- наличие на поверхности объектов МБ образованной ранее корки выветривания или других новообразований;
- конструктивные особенности объектов МБ, определяющие возможности появления очагов биообрастания.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Формы записи результатов визуального обследования и отбора проб на микробиологические исследования

Б.1 Форма записи результатов визуального обследования представлена в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Форма записи результатов визуального обследования

№ п/п	Дата обследования	Высотная отметка, м	Тип объекта с биообрастанием	Выявленные формы биообрастания	Примечание
Фотофиксация биообрастаний.					

Б.2 Форма записи результатов отбора проб на микробиологические исследования представлена в таблице Б.2.

Таблица Б.2 — Форма записи результатов отбора проб на микробиологические исследования

№ п/п	Дата	Номер точки отбора	Номер пробы в точке отбора	Высотная отметка, м	Координаты места отбора пробы	Описание пробы	$t_{возд}$, °С	Освещенность на уровне поверхности отбора пробы, лк	Относительная влажность, %	Водородный показатель среды pH
Фотофиксация места отбора пробы.										

Приложение В
(рекомендуемое)

Формы биообрастания

Формы биообрастания представлены в таблице В.1.

Таблица В.1 — Примеры форм биообрастания

Форма биообрастания	Общая информация	Виды	Описание
Биологический налет/наслоения	Биологический налет/наслоения различной плотности и окраски, сформированный колониями микроорганизмов, фиксируется на поверхностях изделий и конструкций в местах повышенного увлажнения. Цвет налета зависит от доминирования в них тех или иных групп микроорганизмов	Зеленый налет/наслоения	Слизистые биопленки с доминированием микроскопических водорослей, преобладающих вблизи источников освещения, могут покрывать обширную поверхность изделий и конструкций
		Темно-зеленый налет/наслоения до почти черного цвета (часто блестящий)	Биопленки с доминированием цианобактерий, развивающихся в местах повышенного увлажнения как внутри изделий и конструкций, так и снаружи, могут покрывать обширную поверхность изделий и конструкций
		Налет/наслоения, которые имеют войлочный или ватообразный внешний вид, белого с различными оттенками, серого цвета, от светло-серого до темно-серого	Биопленка состоит из колоний микромицетов, фиксируется в местах выпадения конденсата и зонах повышенного увлажнения
		Налет/наслоения черного цвета	Бактериальный налет, развитие которого сопровождается появлением запаха сероводорода сформирован сульфатредуцирующими бактериями и преобладает в местах слабой (или отсутствующей) аэрации, застоя влаги, накопления органического вещества, особенно формирования пленок из нефти и нефтепродуктов, препятствующих газообмену
Поверхностные корки	Поверхностные корки на изделиях и конструкциях, образованные продуктами химической коррозии и колониями микроорганизмов	Корки могут быть окрашены в цвет материала, а также быть белого, бежевого, коричневого, зеленого, темно-зеленого, черного цветов	Ярко выраженное отслаивание корок сопровождается ослаблением поверхностного слоя изделий и конструкций

Продолжение таблицы В.1

Форма биообрастания	Общая информация	Виды	Описание
Макро- и микротрещины	Подвижные макро- и микротрещины, в глубине которых происходит активное развитие микроорганизмов	Трещины на конструкциях, которые определяются при визуальном осмотре без дополнительного оборудования	Рост трещин сопровождается отслаиванием фрагментов изделий и конструкций. Развитие биопленок и накопление биомассы в трещинах приводит к расклинивающему эффекту, увеличивая размеры трещин
Новообразования	Для изделий и конструкций из бетона и железобетона характерно формирование новообразований в зонах просачивания влаги в результате процессов выщелачивания бетона. Фиксируемые биообрастания образуют микробный органоминеральный матрикс разной плотности	Карбонатные натеки, сталактиты	Микробный органоминеральный матрикс от белого до бурого или почти черного цвета
Макрообрастания	Макрообрастания (лишайники, мхи, деревья, кустарники, травы) связаны с развитием крупных биологических объектов и наблюдаются на внешних поверхностях изделий и конструкций	Лишайниковые обрастания. Накипные и листоватые лишайники преимущественно серо-черного или желто-оранжевого цветов	Лишайниковые обрастания образуются на открытых поверхностях (в том числе на наиболее сухих участках изделий и конструкций). Формируют сплошные лишайниковые корки, оказывая деструктивное воздействие на поверхностный слой изделий и конструкций
		Обрастание мхами	Обрастание мхами происходит в местах повышенного увлажнения, на неоднородных участках поверхности (горизонтальной и вертикальной), в зонах стыков изделий и конструкций, а также в макротрещинах. Мхи могут покрывать обширную поверхность изделий и конструкций, задерживая влагу, создавая благоприятную среду для развития микроорганизмов и способствуя образованию первичной почвы

Окончание таблицы В.1

Форма биообрастания	Общая информация	Виды	Описание
		Обрастание травянистыми, кустарниковыми и древесными растениями	Обрастание травянистыми, кустарниковыми и древесными растениями фиксируется в зонах сочленения конструктивных элементов, трещинах, а также указывает на ослабление изделий и конструкций. Появление растений резко ускоряет деструктивные процессы, корневая система может глубоко проникать в трещины и вызывать разрушение материала

Приложение Г
(рекомендуемое)

Методы лабораторных микробиологических исследований

Для подготовки образцов к посеву с целью выделения микроорганизмов (см. Г.2—Г.7) используют метод предельных разведений (см. [4]). Определение групп микроорганизмов осуществляют с использованием селективных сред.

Г.1 Метод предельных разведений

Г.1.1 Навеску образца массой 1 г измельчают в стерильной ступке и переносят в стерильную лабораторную посуду (флаконы, пробирки, колбы), добавляют (10 ± 1) мл стерильного физиологического раствора или стерильной дистиллированной воды или воду 2-й степени чистоты.

Г.1.2 Посуду с навеской и добавленным физиологическим раствором или дистиллированной водой тщательно встряхивают не менее 15 мин до получения суспензии.

Г.1.3 Полученную суспензию последовательно разводят в 10, 100, 1000 и 10 000 раз путем добавления стерильного физиологического раствора или стерильной дистиллированной воды. Из полученных разбавленных суспензий отбирают пробы для выполнения посевов на питательные среды, указанные в Г.2—Г.7.

Г.2 Определение аммонифицирующих бактерий

Г.2.1 Для определения аммонифицирующих бактерий используют МПА.

Г.2.2 В состав МПА на 1 л дистиллированной воды входят следующие реактивы, г:

пептон мясной ферментативный 10,0;
мясной экстракт 11,0;
NaCl (хлорид натрия) 5,0;
агар микробиологический . . . . . 20,0.

Г.2.3 Все компоненты последовательно следует растворить в колбе с 1 л дистиллированной воды и тщательно перемешать.

Г.2.4 Подготовленную питательную среду стерилизуют в автоклаве текучим паром 15—20 мин при температуре (121 ± 1) °С, затем охлаждают до (40 ± 5) °С, тщательно перемешивают и разливают в стерильные чашки Петри в стерильных условиях слоем толщиной 2—3 мм.

Г.2.5 После застывания среды в чашках Петри на поверхность застывшей питательной среды вносят по (1 ± 0,1) $см^3$ разведенные суспензии, указанные в Г.1.3.

Г.2.6 Посев каждого разведения осуществляют на две чашки Петри. Чашки Петри с посевами помещают в термостат и инкубируют при температуре от 28 °С до 30 °С в течение 5—7 сут. Подсчитывают методом прямого счета колонии аммонифицирующих бактерий кремового и желтого цвета. Результат выражают как количество КОЕ/г.

Г.3 Определение железобактерий

Г.3.1 Для определения железобактерий используют среду Захаровой.

Г.3.2 В состав среды Захаровой на 1 л воды входят следующие реактивы, г:

$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ [сульфат железа (II) гептагидрат] 5,9;
$(NH_4)_2SO_4$ (сульфат аммония) 0,5;
$NaNO_3$ (нитрат натрия) 0,5;
K_2HPO_4 (гидрофосфат калия) 0,5;
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ [сульфат магния (II) гептагидрат] 0,5;
лимонная кислота 10,0;
сахароза 2,0;
триптон [панкретаический (трипсиновый) гидролизат казеина] 1,0;
агар микробиологический . . . . . 30,0.

Г.3.3 Все компоненты последовательно следует растворить в колбе с 1 л дистиллированной воды или воды 2-й степени чистоты и тщательно перемешать. Довести pH питательной среды до значения от 6,6 до 6,8 при (25,0 ± 0,1) °С.

Г.3.4 Подготовленную питательную среду стерилизуют по Г.2.4.

Г.3.5 После застывания среды в чашках Петри на поверхность застывшей питательной среды вносят по 1 $см^3$ разведенные суспензии, указанные в Г.1.3.

Г.3.6 Посев каждого разведения осуществляют на две чашки Петри. Чашки Петри с посевами помещают в термостат и инкубируют при температуре от 28 °С до 30 °С в течение 3—7 сут.

Г.3.7 Подсчитывают методом прямого счета колонии железобактерий ярко-оранжевого или желтого цвета. Результат выражают как количество КОЕ/г.

Г.4 Определение органотрофов

Г.4.1 Для определения органотрофов используют питательную среду из ГРМ.

Г.4.2 В состав среды ГРМ на 1 л воды входят следующие реактивы, г:

агар микробиологический 20,0;
панкреатический гидролизат рыбной муки сухой 6,0;
NaCl (хлорид натрия) 3,5;
Na_2HPO_4 (гидрофосфат натрия) . . . . . 0,2.

Г.4.3 Все компоненты последовательно следует растворить в колбе с 1 л дистиллированной воды или воды 2 степени чистоты и тщательно перемешать. Довести pH питательной среды до значения от (7,3 ± 0,2) при (25,0 ± 0,1) °С.

Г.4.4 Подготовленную питательную среду стерилизуют по Г.2.4.

Г.4.5 После застывания среды в чашках Петри на поверхность застывшей питательной среды вносят по 1 $см^3$ разведенные суспензии, указанные в Г.1.3.

Г.4.6 Посев каждого разведения осуществляют по Г.3.6.

Г.4.7 Подсчитывают методом прямого счета колоний органотрофов. Результат выражают как количество КОЕ/г.

Г.5 Определение силикатных бактерий

Г.5.1 Для определения силикатных бактерий используют среду Зака.

Г.5.2 В состав среды Зака на 1 л воды входят следующие реактивы, г:

сахарозы или крахмала 20,0;
агар микробиологический 15,0;
алюмосиликат калия 2,0;
$CaCO_3$ (карбонат кальция) 2,0;
$Ca_3(PO_4)_2$ (фосфат кальция) 1,5;
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (сульфат магния гептагидрат) 0,15;
NaCl (хлорид натрия) . . . . . 0,15 г;
$MnSO_4$ (сульфат марганца гептагидрат) . . . . . 0,05 г;
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ [сульфат железа (II) гептагидрат] . . . . . 0,09 г.

Г.5.3 Все компоненты последовательно следует растворить в колбе с 1 л дистиллированной воды или воды 2-й степени чистоты и тщательно перемешать. Довести pH питательной среды до значения от (7,3 ± 0,2) при (25,0 ± 0,1) °С.

Г.5.4 Подготовленную питательную среду стерилизуют по Г.2.4.

Г.5.5 После застывания среды в чашках Петри на поверхность застывшей питательной среды вносят по 1 $см^3$ разведенные суспензии, указанные в Г.1.3.

Г.5.6 Посев каждого разведения осуществляют на две чашки Петри. Чашки Петри с посевами помещают в термостат и инкубируют при температуре от 28 °С до 30 °С в течение 3—5 сут.

Г.5.7 Подсчитывают методом прямого счета колонии силикатных бактерий кремового цвета. Результат выражают как количество КОЕ/г.

Г.6 Определение микроскопических грибов

Г.6.1 Для определения микроскопических грибов используют твердую среду Чапека-Докса в модификации Смита (см. [5]).

Г.6.2 В состав твердой среды Чапека-Докса в модификации Смита на 1 л воды входят следующие реактивы, г:

сахароза 30,0;
агар микробиологический 15,0;
$NaNO_3$ (нитрат натрия) 3,0;
K_2HPO_4 (гидрофосфат калия) . . . . . 1,0.

Примечание — Гидрофосфат калия допустимо заменить на $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ (гидрофосфат калия тригидрат) массой (1,3 ± 0,01) г, или смесью: из $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ массой (1 ± 0,01) г и KH_2PO_4 (дигидрофосфат калия) массой (0,24 ± 0,01) г;

$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (сульфат магния гептагидрат) 1,0;
KCl (хлорид калия) 0,5;
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ [сульфат железа (II) гептагидрат] 0,02;
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (сульфат цинка гептагидрат) 0,01;
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ [сульфат меди (II) пентагидрат] . . . . . 0,005.

Г.6.3 Все компоненты последовательно следует растворить в колбе с 1 л дистиллированной воды или воды 2-й степени чистоты, тщательно перемешать. Довести pH питательной среды до значения от (7,3 ± 0,2) при (25,0 ± 0,1) °С.

Г.6.4 Подготовленную питательную среду стерилизуют по Г.2.4.

Г.6.5 После застывания среды в чашках Петри на поверхность застывшей питательной среды вносят по 1 $см^3$ разведенные суспензии, указанные в Г.1.3.

Г.6.6 Посев каждого разведения осуществляют по Г.3.6.

Г.6.7 Подсчитывают методом прямого счета колонии микроскопических грибов. Результат выражают как количество КОЕ/г.

Г.7 Определение актиномицетов

Г.7.1 Для определения актиномицетов используют среду Гаузе № 1.

Г.7.2 В состав среды Гаузе № 1 на 1 л воды входят следующие реактивы, г:

агар микробиологический 30,0;
крахмал растворимый 20,0;
KNO_3 (нитрат калия) 1,0;
K_2HPO_4 (гидрофосфат калия) . . . . . 0,5.

Примечание — Гидрофосфат калия допустимо заменить на $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ (гидрофосфат калия тригидрат) массой (0,65 ± 0,01) г, или смесью: из $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ массой (0,5 ± 0,01) г и KH_2PO_4 (дигидрофосфат калия) массой (0,12 ± 0,01) г.

$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (сульфат магния гептагидрат) 1,0;
NaCl (хлорид натрия) 0,5;
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ [сульфат железа (II) гептагидрат] . . . . . 0,02.

Г.7.3 Все компоненты последовательно следует растворить в колбе с 1 л дистиллированной воды или воды 2-й степени чистоты, тщательно перемешать. Довести pH питательной среды до значения от (7,3 ± 0,1) при (25,0 ± 0,1) °С.

Г.7.4 Подготовленную питательную среду стерилизуют по Г.2.4.

Г.7.5 После застывания среды в чашках Петри на поверхность застывшей питательной среды вносят по 1 $см^3$ разведенные суспензии, указанные в Г.1.3.

Г.7.6 Посев каждого разведения осуществляют по Г.3.6.

Г.7.7 Подсчитывают методом прямого счета колонии актиномицетов. Результат выражают как количество КОЕ/г.

Г.8 Дополнительно могут быть определены тионовые и нитрифицирующие бактерии по ГОСТ 34597 и ГОСТ Р 70005.

Г.9 Форма представления результатов лабораторного исследования образцов биообрастаний приведена в таблице Г.1.

Таблица Г.1 — Форма представления результатов лабораторного анализа микробиологических проб

№ п/п	№ пробы	Дата отбора пробы	Результаты посевов на питательные среды, КОЕ/г					
			МПА	Среда Захаровой	Среда Зака	ГРМ	Среда Чапека-Докса	Среда Гаузе № 1

Приложение Д
(рекомендуемое)

Форма записи результатов микробиологического экспресс-тестирования

Д.1 Форма записи результатов экспресс-тестирования представлена в таблице Г.1.

Таблица Д.1 — Форма записи результатов экспресс-тестирования

№ п/п	№ точки отбора	Водоносный горизонт *(при отборе проб воды)*	Место отбора пробы	Дата	Оценка количества колоний микроорганизмов в балльной шкале КОЕ/г(мл)		
					Грибы мицелиальные	Грибы дрожжевые	Бактерии

Библиография

[1] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

[2] МР 4.2.0220-20 Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методы санитарно-бактериологического исследования микробной обсемененности объектов внешней среды

[3] Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 9 декабря 2014 г. № 997н «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением»

[4] ИСО 6887-4:2017 Микробиология пищевой цепи. Подготовка проб, исходной суспензии и десятичных разведений для микробиологического исследования. Часть 4. Специальные правила подготовки прочих продуктов (Microbiology of the food chain — Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination — Part 4: Specific rules for the preparation of miscellaneous products)

[5] George Smith. The Effect of Adding Trace Elements to Czapek-Dox Medium. Transactions of the British Mycological Society, 1949, Vol. 32, №. 3-4, 280—283 pp. ISSN 0007-1536. URL: https://doi.org/10.1016/S0007-1536(49)80018-0 (дата обращения: 03.04.2024)

УДК 620.194.4:006.354 ОКС 77.060

Ключевые слова: мониторинг биообрастания, биопленка, биоповреждения

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 25.10.2024. Подписано в печать 01.11.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,25.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru