

УДК 678.643

Строганов В.Ф. – доктор химических наук, профессор

E-mail: svf08@mail.ru

Куколева Д.А. – кандидат технических наук, ассистент

E-mail: daria-zd@rambler.ru

Вахитов Б.Р. – аспирант

E-mail: vbcorp@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Оценка биостойкости строительных материалов в биологически-активных средах

Аннотация

Обоснована актуальность проблемы биологического повреждения строительных материалов изделий и конструкций, а также необходимость ее методического обеспечения. Изучены и проанализированы существующие методы оценки биостойкости: стандартный (ГОСТ 9.048-89, ГОСТ 9.049-91), лабораторный (испытания в модельных средах) и промышленный (в биологически-активной среде аэротенка). Рассмотрен вариант модернизации промышленного метода оценки биостойкости строительных материалов. Приведены результаты исследований, проведенных на территории биологических очистных сооружений г. Зеленодольска в трехкоридорных аэротенках-вытеснителях.

Ключевые слова: биостойкость, цементно-песчаный раствор, метод оценки, активный ил, аэротенк.

Проблема защиты современных городов и их жителей от стихийных природных и техногенных воздействий становится все более острой и приводит к огромным материальным и энергетическим затратам и потерям. На этом фоне биологическая деградация материалов и конструкций – незаметное, но непрерывное явление, которое обуславливает снижение прочностных характеристик строительных материалов, изделий и конструкций, а также ухудшение комфорта помещения.

Биоповреждение – особый вид коррозии материалов, зданий и сооружений, связанный с воздействием микроорганизмов и их продуктов метаболизма. Несмотря на то, что об участии грибов и бактерий в разрушении строительных конструкций было известно еще до нашей эры, исследовать эту проблему стали лишь в начале XX века, когда при обследовании бетонного водопроводного канала были обнаружены в поверхностном слое поврежденного бетона нитрифицирующие бактерии. С тех пор исследования процессов биоповреждения не прекращаются и активно ведутся исследователями многих стран.

Основной трудностью, с которой сталкиваются исследователи при изучении биоповреждения, является отсутствие доступных методов оценки биостойкости строительных материалов. Суть большинства широкоизвестных методов сводится к непосредственному заражению исследуемых материалов микроорганизмами (на территории РФ действуют два стандартных метода: ГОСТ 9.048.-89 и ГОСТ 9.049-91). Стоит отметить, что ряд микроорганизмов, которыми заражают материалы, являются патогенными и опасными для здоровья экспериментаторов, что существенно ограничивает применение этого метода. Кроме того, эти методы позволяют проводить лишь визуальную оценку биостойкости исследуемых материалов, то есть позволяют констатировать: обростает тот или иной материал микроорганизмами или нет. В этой связи возникла необходимость в поисках альтернативных методов количественной оценки биостойкости строительных материалов.

Известно, что большинство плесневых грибов активно размножается в условиях повышенной влажности (более 75 %). Данным условиям удовлетворяют гидротехнические сооружения и сооружения очистки сточных вод. Очевидно, этим можно объяснить выбор Жеребятъевой Т.В., которая проводила оценку биостойкости строительных материалов в градирнях, помещая образцы исследуемых материалов внутрь сооружения и экспонируя их в течение определенного времени (56 суток) [1].

Однако, на наш взгляд, наиболее перспективным является применение сооружений биологической очистки сточных вод (аэротенков), ввиду того, что в аэротенке создаются условия, необходимые для роста и развития микроорганизмов. Ранее были проанализированы существующие конструкции аэротенков и сделан вывод о том, что для оценки биостойкости наиболее подходит аэротенк-вытеснитель, ввиду возможности выбора различных условий испытаний (из-за различной нагрузки на активный ил по длине аэротенка) [2].

Для размещения образцов внутри водоочистного сооружения разработано устройство, которое представляет собой каркасную полимерную сетку, с накладными карманами, изготовленными из того же материала. Каркасная сеть (КС) с помощью тросов и карабинов закрепляется на ограждениях аэротенка [3].

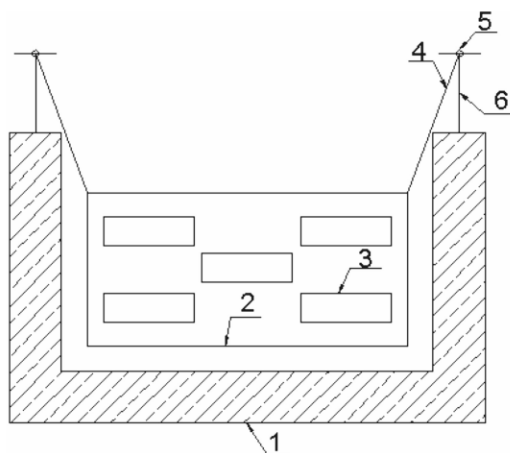


Рис. 1. Схема закрепления КС в аэротенке:

1 – аэротенк; 2 – полимерная сеть; 3 – накладные карманы; 4 – тросы; 5 – карабины;
6 – ограждающая конструкция

Размещение образцов исследуемых материалов в данном устройстве позволяет обеспечить максимальную площадь их контакта с биологически активной средой (БАС) и минимальную площадь контакта с самим устройством, снижая риск соприкосновения образцов друг с другом, что увеличивает точность оценки биостойкости исследуемых материалов.

Однако, при практическом использовании данного устройства выявлен ряд недостатков: неудобство и трудоемкость размещения и закрепления образцов, нерациональное использование возможностей аэротенка (неполное использование всей длины коридора и различной нагрузки на активный ил в зависимости от места установки по длине коридора), а также недостаточная жесткость конструкции.

В этой связи было предложено модернизированное устройство кассетного типа УКТ-1 (положит. решение по заявке на полезную модель № 2012129103 от 10.07.2012), позволяющее более рационально разместить образцы для испытания таким образом, чтобы увеличить их количество, обеспечить их более надежную фиксацию и, кроме того, использовать возможность изменения нагрузки на ил по длине аэротенка.

Для выполнения этих условий предложено устройство для крепления образцов в виде блоков, состоящих из П-образных направляющих 1, в которых установлены рамы 2, изготовленные из труб прямоугольного сечения (защищенного антикоррозионным покрытием), например, из стали, для размещения вкладных рамок 3, с жестко закрепленными в них полимерными сетками с накладными карманами 4. Блоки жестко закреплены между собой накладными пластинами.

Размеры рамок 3 могут варьироваться в зависимости от размеров и массы образцов, то есть возможно размещение в раме 2 одной или несколько рамок 3. Размеры накладных карманов полимерной сетки 4 также обусловлены размерами образцов строительных материалов, их подбирают таким образом, чтобы в них можно было без усилий, но достаточно плотно поместить образец, но в то же время, карман сетки 4 должен надежно фиксировать образец. Последнее обусловлено необходимостью обеспечения уменьшения трения образца о сетку 4 при погружении образцов и во время их испытания.

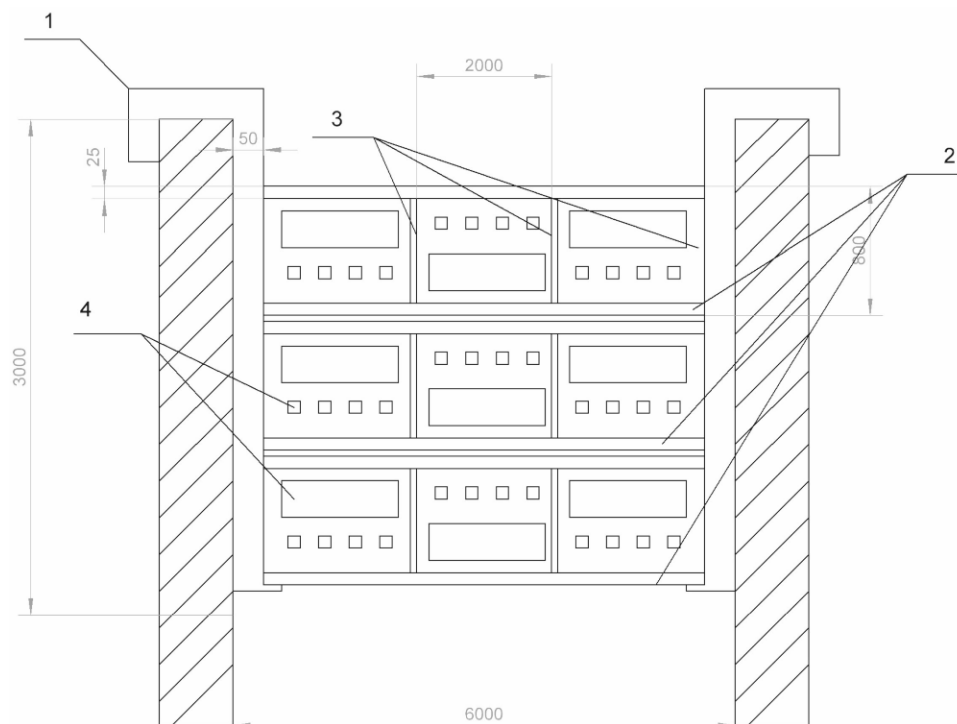


Рис. 2. Схема закрепления УКТ-1 в аэротенке:

1 – направляющие; 2 – рамы; 3 – вкладные рамки; 4 – сеть с накладными карманами

Карманы в полимерной сетке располагают на расстоянии 4-10 см друг от друга, что исключает вероятность контакта образцов между собой в процессе экспозиции.

Размер ячеек сетки 4 определяется по размеру образца таким образом, чтобы площадь контакта сетки 4 и образца была минимальна.

Образцы загружают в карманы сети 4 за пределами водоочистного сооружения, затем рамки 3 вставляют в раму 2, которую помещают в направляющую 1 и опускают вниз таким образом, чтобы уровень водной среды для верхней части образцов был на 20-30 сантиметров выше верхней грани рамки.

Возможно также применение кассет блоков, которые между собой соединяются накладными пластинами, что придаёт дополнительную жесткость конструкции.

Использование УКТ-1 позволяет полностью исключить вероятность контакта образцов друг с другом во время испытания и обеспечить максимальную площадь взаимодействия образцов с активной средой водоочистных сооружений, а также проводить испытания образцов в среде с различной нагрузкой на активный ил.

При апробировании данного устройства установлено, что трудоемкость извлечения вкладных рамок из водоочистного сооружения осложняет выполнение работ, так как в ряде случаев масса этих рамок может достигать 20 кг. Кроме того, следует отметить вероятность нарушения гидравлического режима аэротенка, в связи с чем было предложено кассетное устройство УКТ-2 (рис. 3а, б), закрепляющееся вдоль одной из стенок водоочистного сооружения. УКТ-2 выполнено в виде кассетного блока, состоящего из параллельных П-образных направляющих 1, соединенных швеллерами 2, в которых установлены рамы 3 с закрепленными в них полимерными сетками 4 с накладными карманами 5 для установки образцов.

На стенках водоочистного сооружения 6, например аэротенка, устанавливают кассету посредством направляющих П-образного сечения, изготовленных, например, из стального профиля (защищенного антикоррозионным покрытием). В направляющие 1, соединенные швеллерами 2, вставлены рамы 3 с закрепленными в них полимерными сетками 4 с накладными карманами 5.

Размеры рамок 3 зависят от размеров и массы образцов. Возможны варианты применения одной рамки или нескольких рамок в зависимости от размеров и массы образцов.

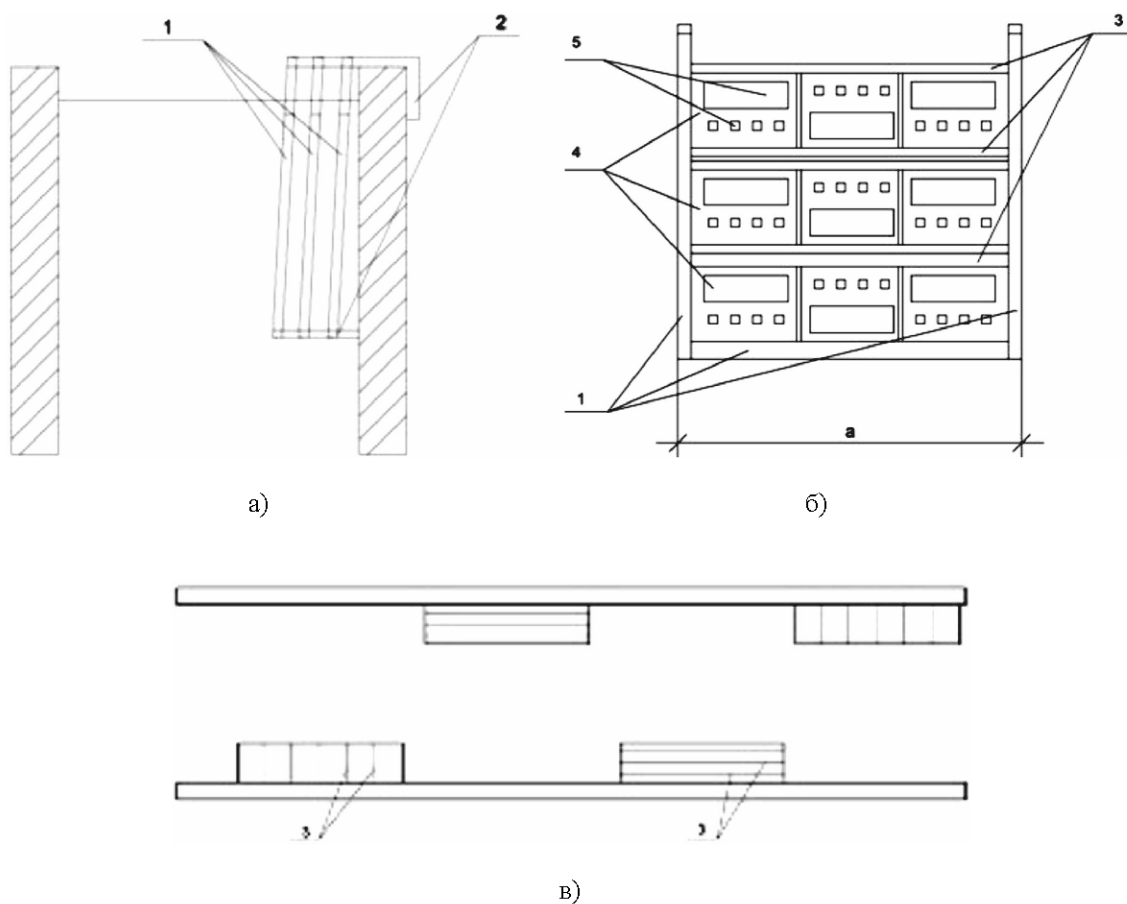


Рис. 3. Схема закрепления УКТ-2 в аэротенке: а) в разрезе сооружения; б) общий вид устройства, в) схема размещения УКТ-2 в аэротенке (вид сверху).

1 – П-образные направляющие; 2 – швеллеры; 3 – вкладные рамки; 4 – полимерная сеть;
5 – накладные карманы, 6 – стенка водоочистного сооружения

Несомненным преимуществом размещения образцов вдоль стенок водоочистного сооружения является доступность и легкость извлечения рам. При предложенном расположении возможно использование подъемных механизмов, таких как ручная лебедка, применение которых исключено при поперечном расположении устройства.

Кроме отмеченных преимуществ, следует отметить возможность размещения кассетных устройств вдоль стенок аэротенка в шахматном порядке (рис. 3в). Подобное размещение образцов не приводит к нарушению гидравлического режима аэротенка.

Образцы исследуемых материалов загружаются в вышеописанные устройства за пределами водоочистного сооружения и помещаются внутрь аэротенка. После экспозиции в течение 28 суток образцы подвергались испытаниям на прочностные характеристики (табл.).

Разработанные устройства для закрепления образцов в аэротенках были апробированы на территории биологических очистных сооружений г. Зеленодольска. Полученные результаты показали, что изменение прочностных характеристик после экспозиции в БАС аэротенка для различных устройств идентично.

Таким образом, разработан ряд вариантов устройств, проведено их апробирование и показана эффективность их работы в условиях сооружений биологической очистки сточных вод. Но с целью снижения риска нарушения гидравлического режима аэротенка, а также снижения трудозатрат при размещении устройства крепления в водоочистном сооружении предпочтительнее применять устройство типа УКТ-2.

Таблица

**Изменение прочностных характеристик образцов цементно-песчаного раствора
после экспозиции в биологически-активной среде аэротенка
при использовании различных устройств**

Серия образцов		При экспозиции в устройстве типа КС	При экспозиции в устройстве типа УКТ-1	При экспозиции в устройстве типа УКТ-2
R _{сж} МПа, после экспозиции в воде		15,84	15,63	15,97
R _{из} МПа, после экспозиции в воде		5,2	5,25	4,9
R _{сж} МПа, после экспозиции в аэротенке		12,10	12,10	12,25
R _{из} МПа, после экспозиции в аэротенке		4,12	4,13	3,92
Коэффициент химической стойкости	K _{сж}	0,76	0,77	0,76
	K _{из}	0,79	0,78	0,8

Список литературы

1. Жеребятьева Т.В. Диагностика бактериальной деструкции и способ защиты от нее бетона // Биоповреждения в промышленности: Тез. докл. конф. Ч. 1. – Пенза, 1993. – С. 5-6.
2. Строганов В.Ф., Куколева Д.А., Закиев Р.Б. Промышленный метод испытания строительных материалов на биостойкость // Известия КГАСУ, 2011, № 4 (18). – С. 268-273.
3. Пат. 115076 RU МПК 01№33/38. «Устройство для испытания образцов на биостойкость». / В.Ф. Строганов, Д.А. Куколева, Р.Б. Закиев // Приор. 10.11.2011, опубл. 20.04.2012.

Stroganov V.F. – doctor of chemical science, professor

E-mail: svf08@mail.ru

Kukoleva D.A. – candidate of technical science, assistant

E-mail: daria-zd@rambler.ru

Vakhitov B.R. – post-graduate student

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Evaluation of biological stability of construction materials in the biologically-active media

Resume

The biological damage of building materials – one of the most actuality problems of modern construction. The actuality of problem is a reason of its study. Standard methods for assessing the biological stability of construction materials (GOST 9.048-89 and GOST 9.049-91) are studied. Shortcomings of these methods are revealed. These shortcomings severely restrict using these methods. Necessity for alternative methods for assessing the biological stability of construction materials is established.

Industrial method is proposed. It includes an exposition of samples tested materials in the structures of biological wastewater treatment.

For this purpose the proposed technical solution for equipment placement test samples in the aeration tank, which is a polymer chain with patch pockets. Testing of the device has shown a lack of rigidity. In this regard, a cassette construction (УКТ-1) for mounting the sample in the form of units, consisting of rails, which set the frame made of rectangular tube, to accommodate inset frames with rigid polymer networks in them with pockets. The blocks are rigidly fixed to

each other overhead plates. This device is perpendicular to the moving stream. Testing UKT-1 showed the possibility of breaking the hydraulic regime of the aeration tank.

In this regard, an apparatus, cassette-type UKT-2, is located along the wall of water treatment plants. A device for fixing the samples tested in the aeration tanks at the treatment plants Zelenodolsk. The results showed that the changes in the strength characteristics after exposure to the aeration tank for the various devices are identical.

Keywords: biostability, cement-sand grout, evaluation methods, activated sludge, aerotank.

References

1. Zhrebiateva T.V. Diagnosis of bacterial destruction and how to protect it concrete / Biodeteriorations in Industry: Proc. Reports. Conf. Part 1. – Penza, 1993. – P. 5-6.
2. Stroganov V.F., Kukoleva D.A., Zakiev R.B. Method of test building materials on biodeterioration // News of the KSUAE, 2011, № 4 (18). – P. 268-273.
3. Pat. RU 115 076 IPC 01 № 33/38. «Device for testing samples for biological stability». / V.F. Stroganov, D.A. Kukoleva, R.B. Zakiev // Prior. 10-11-2011, publ. 20.04.2012.