ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р ИСО 7827— 2016**

# КАЧЕСТВО ВОДЫ

## Оценка способности органических соединений к быстрому и полному аэробному биоразложению в водной среде. Метод с применением анализа растворенного органического углерода (DOC)

**(ISO 7827:2010, IDT)**

**Издание официальное**

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации материалов и технологий» (ФГУП «ВНИИ СМТ») на основе официального перевода на русский язык англоязычной версии указанного в пункте 4 стандарта, который выполнен ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 326 «Биотехнологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2016 г. № 737-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 7827:2010 «Качество воды. Оценка способности органических соединений к быстрому и полному аэробному биоразложению в водной среде. Метод с применением анализа растворенного органического углерода (DOC)» (ISO 7827:2010 «Water quality — Evaluation of the «ready», «ultimate» aerobic biodegradability of organic compounds in an aqueous medium — Method by analysis of dissolved organic carbon (DOC)», IDT).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). 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 ежемесячно издаваемом 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

© Стандартинформ, 2016

Настоящий стандарт не может быть 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 . . . 1
4 Сущность метода . . . 2
5 Условия испытания . . . 3
6 Реактивы . . . 3
7 Аппаратура и материалы . . . 3
8 Проведение испытания . . . 4
9 Расчет и обработка результатов . . . 6
10 Достоверность анализа . . . 7
11 Протокол испытания . . . 7
Приложение А (справочное) . . . 8
Приложение В (справочное) Интерпретация результатов . . . 9
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации . . . 10
Библиография . . . 11

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**КАЧЕСТВО ВОДЫ**

# Оценка способности органических соединений к быстрому и полному аэробному биоразложению в водной среде. Метод с применением анализа растворенного органического углерода (DOC)

Water quality. Evaluation of the «ready», «ultimate» aerobic biodegradability of organic compounds in an aqueous medium. Method by analysis of dissolved organic carbon (DOC)

**Дата введения — 2017—02—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод оценки способности аэробных микроорганизмов к «быстрому» и «полному» разложению органических веществ в определенном диапазоне концентраций. Настоящий стандарт устанавливает определения терминов «быстрое» и «полное» микробиологическое разложение.

Данный метод применим к следующим органическим веществам:

a) растворимым в концентрации, используемой в условиях испытания (концентрации растворенного органического углерода (DOC) от 10 мг/л до 40 мг/л);

b) нелетучим или имеющим пренебрежительно малую упругость паров в условиях испытания;

c) незначительно адсорбируемым на стекле и активном иле;

d) не подавляющим для испытуемых микроорганизмов в концентрации, выбранной для испытания.

Данный метод не подходит для сточных вод, поскольку в них обычно в значительном количестве содержится растворимый в воде органический углерод, который не включается в измерения DOC.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 8245 Water quality — Guidelines for the determination of total organic carbon (TOC) and dissolved organic carbon (DOC)

Качество воды. Руководство по определению общего органического углерода (TOC) и растворенного органического углерода (DOC)

ИСО 9408 Water quality — Evaluation of ultimate aerobic biodegradability of organic compounds in aqueous medium by determination of oxygen demand in a closed respirometer

Качество воды. Оценка способности органических соединений к полному аэробному биохимическому разложению в водной среде методом определения потребности в кислороде в закрытом респирометре

ИСО 9439 Water quality — Evaluation of ultimate aerobic biodegradability of organic compounds in aqueous medium — Carbon dioxide evolution test

Качество воды. Оценка способности органических соединений к полному аэробному биохимическому разложению в водной среде. Метод анализа выделенного диоксида углерода

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **время разложения, $t_2$** (degradation time): Время от момента завершения лаг-периода, $t_1$, до момента достижения 90 % от максимального уровня биоразложения.

Примечание — Время разложения выражается в днях.

**Издание официальное**

3.2 **присущее биоразложение** (inherent biodegradation): Достигнутый уровень биоразложения, который указывает на малую вероятность того, что испытуемое соединение устойчиво в данной окружающей среде.

Примечание — См. приложение В.

3.3 **лаг-период, $t_1$** (lag time): Время от начала испытания до момента, когда разложилось 10 % рассматриваемых веществ.

Примечание — Лаг-период выражается в днях.

3.4 **максимальный уровень биоразложения** (maximum level of biodegradation): Степень биоразложения химического соединения или органического вещества в ходе испытания, после которой дальнейшего биоразложения в процессе испытания не происходит.

3.5 **первичное биоразложение** (primary biodegradation): Структурное изменение (преобразование) химического соединения микроорганизмами, в результате чего это соединение теряет конкретные свойства.

3.6 **«быстрое» биоразложение** («ready» biodegradation): Уровень биоразложения, достигнутый в определенных условиях, который указывает, что анализируемое соединение будет повергаться биоразложению быстро и полностью в аэробных условиях в водной среде.

Примечание — См. приложение В.

3.7 **взвешенные твердые частицы** (suspended solids): Активный ил, твердое вещество активного ила с диаметром частицы 45 мкм.

Примечание — Концентрацию твердых взвешенных частиц получают фильтрованием или центрифугированием известного объема ила в установленных условиях, просушиванием при температуре 105 °С и корректированием объема пробы. Концентрацию твердых взвешенных частиц выражают в миллиграммах на литр.

3.8 **«полное» биоразложение** («ultimate» biodegradation): Разрушение химического соединения или органического вещества под действием микроорганизмов до диоксида углерода, воды и минеральных солей любых других присутствующих элементов (минерализация) и производство новой биомассы.

## 4 Сущность метода

Биоразложение органических веществ аэробными микроорганизмами в минеральной среде определяют при измерении концентрации DOC. Органическое вещество является единственным источником углерода в этой среде. Концентрация используемого вещества такова, что начальное содержание DOC в данной среде составляет от 10 мг/л до 40 мг/л. При необходимости можно использовать концентрации выше, чем 40 мг/л, испытательный раствор аэрируют в темном месте или при рассеянном освещении при температуре 22 ± 2 °С.

Биоразложение наблюдают путем измерения DOC в начале (день 0-й) и в конце испытания (день 28-й или, при необходимости, позже) и, как минимум, в трех промежуточных точках. Относительное уменьшение концентрации DOC рассчитывают на каждом временном интервале и на этих данных основывают способность к биоразложению органического вещества. Специальный анализ может дать дополнительную информацию по первичному биоразложению.

Данное испытание не подходит для соединений, которые являются ингибиторами в используемой в испытании концентрации. Их подавляющее воздействие можно определить в соответствии с 8.3 или при использовании любого другого метода определения подавляющего воздействия вещества на бактерии (например, ИСО 8192 [1]).

Условия, установленные в настоящем стандарте, не обязательно соответствуют оптимальным условиям для максимального биоразложения. Испытания на способность к быстрому биоразложению имеют максимально жесткие условия, и вещество, которое проходит такие испытания, считается веществом, быстро и полностью разлагаемым в любом аэробном объекте окружающей природной среды, особенно на станциях по очистке сточных вод. В отношении альтернативных методов биоразложения см. ИСО/ТР 15462 [6].

См. приложение В в отношении информации по интерпретации результатов.

## 5 Условия испытания

Инкубация должна проводиться в темном месте или при рассеянном свете в замкнутом пространстве, в котором поддерживается температура 22 ± 2 °С и не содержится паров, которые являются токсичными для микроорганизмов.

## 6 Реактивы

Используются реактивы только признанной аналитической чистоты (если применимо).

6.1 Вода, дистиллированная или деминерализованная, содержащая менее 10 % от первоначального содержания DOC, введенного анализируемым соединением, чтобы установить приемлемую воспроизводимость.

### 6.2 Испытательная среда

#### 6.2.1 Состав

6.2.1.1 Раствор А

Безводный дигидрофосфат калия, $KH_2PO_4$ 8,5 г

Безводный гидрофосфат калия, $K_2HPO_4$ 21,75 г

Дигидрат гидрофосфата натрия, $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ 33,4 г

Хлорид аммония, $NH_4Cl$ 0,5 г

Вода (6.1), количество, необходимое для доведения объема до 1000 см$^3$

Измеряют значение pH раствора, которое должно составлять 7,4 ± 0,2. В противном случае готовят новый раствор.

6.2.1.2 Раствор В

Растворяют 22,5 г гептагидрата сульфата магния ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) в воде (6.1) и доводят до 1000 см$^3$.

6.2.1.3 Раствор С

Растворяют 27,5 г безводного хлорида кальция ($CaCl_2$) в воде (6.1) и доводят до 1000 см$^3$.

6.2.1.4 Раствор D

Растворяют 0,25 г гептагидрата хлорида железа (III) ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) в воде (6.1) и доводят до 1000 см$^3$.

Раствор готовят непосредственно перед использованием.

Необходимости приготовления этого раствора непосредственно перед использованием можно избежать, если добавить каплю концентрированной соляной кислоты (HCl) или 0,4 г/л этилендиаминотетрауксусной кислоты (ЭДТА = EDTA).

#### 6.2.2 Приготовление

Для получения 1 дм$^3$ испытательной среды добавляют примерно к 500 см$^3$ воды (6.1):

a) по 1 см$^3$ каждого из растворов — B, C и D;

b) 10 см$^3$ раствора A.

Доводят до 1000 см$^3$ водой (6.1). Раствор А добавляют последним, чтобы избежать преципитации солей, испытательную среду готовят непосредственно перед использованием, растворы А—С можно хранить в течение 6 месяцев в защищенном от света месте при комнатной температуре, а раствор D (с консервантами) — в течение 3 месяцев.

## 7 Аппаратура и материалы

Обеспечивают тщательную промывку всей стеклянной посуды и особенно отсутствие на ней органического или токсичного материала.

Используют обычное лабораторное оборудование, и в частности следующее.

7.1 Достаточно чувствительное оборудование для измерения DOC в диапазоне концентраций от 0,5 мг/л до 40 мг/л, определенных в соответствии с ИСО 8245.

7.2 Центрифуга, обеспечивающая обработку образцов при ускорении 40000 м/с$^2$, для концентрации твердых частиц ила и подготовки проб к анализу DOC.

7.3 Устройство для встряхивания или устройство для перемешивания, для аэрации и перемешивания.

7.4 Инкубатор, или термостат, обеспечивающий поддержание испытуемых растворов при температуре 22 ± 2 °С, в темном месте или в рассеянном свете.

7.5 pH-метр.

7.6 Конические колбы подходящей емкости (например, 2000 см$^3$).

7.7 Устройство для фильтрования, с фильтрами подходящей пористости (номинальный диаметр отверстий от 0,2 мкм до 0,45 мкм), которые адсорбируют или выделяют органический углерод в минимальной степени.

## 8 Проведение испытания

### 8.1 Приготовление испытательных растворов

#### 8.1.1 Раствор испытуемого вещества

Готовят исходный раствор испытуемого вещества в воде (6.1) или испытательной среде (6.2).

Разбавляют подходящий объем этого раствора в испытательной среде, чтобы получить конечную концентрацию органического углерода от 10 мг/л и 40 мг/л. Вещества с низкой растворимостью (от 10 мг/л до 100 мг/л) можно добавлять непосредственно к содержимому испытательного сосуда, обеспечивая полное растворение вещества. ($F_T$ в 8.3.1).

#### 8.1.2 Раствор контрольного вещества

Готовят исходный раствор контрольного вещества (органическое соединение с известной высокой способностью к биоразложению, например, ацетат натрия, бензоат натрия или анилин) таким же образом, как в 8.1.1, чтобы получить конечную концентрацию органического углерода от 10 мг/л и 40 мг/л. ($F_C$ в 8.3.1).

#### 8.1.3 Раствор для проверки ингибирования

Если необходимо, готовят раствор, содержащий в испытательной среде (6.2) испытуемое вещество и контрольное вещество в соответствующих концентрациях, используемых для приготовления растворов в 8.1.1 и 8.1.2 ($F_I$ в 8.3.1).

### 8.2 Приготовление инокулятов

#### 8.2.1 Общие положения

Посевной материал готовят с использованием источников, установленных в 8.2.2—8.2.4, или их смесь, чтобы получить популяцию микробов, обладающую достаточной биоразлагающей активностью.

Используют необходимый объем для посева (см. примечание 2).

Примечание 1 — При определенных обстоятельствах можно использовать адаптированный инокулят при условии четкого указания в результатах испытания (например, относительное биоразложение = w %, при использовании адаптированного инокулята) и подробного описания метода адаптации в протоколе испытания. Адаптированные инокуляты можно получить из лабораторных испытаний на биоразложение, проводимых в различных условиях (например, испытание Зан-Велленса (ИСО 9888 [3]) и испытание SCAS (ИСО 9887 [2])), или на образцах, собранных в местах, где имеются соответствующие условия окружающей среды (например, на водоочистных станциях, имеющих дело с такими же соединениями, или в загрязненных зонах). Если используется адаптированный посевной материал, результаты интерпретируют как демонстрацию того, что испытуемое соединение является по сути разлагаемым под действием микроорганизмов (см. приложение В).

Примечание 2 — Подходящий объем означает.

a) достаточный, чтобы получить популяцию, которая обладает достаточной биоразлагающей активностью;

b) разлагающий контрольное вещество(а) до установленного процента (см. приложение В);

c) дающий от $10^3$ до $10^6$ активных клеток на мл конечной смеси;

d) дающий концентрацию активного ила, не превышающую эквивалент 30 мг/л в конечной смеси;

e) вносящий количество DOC в испытательный раствор менее чем 10 % от вводимого испытуемым соединением (например, 4 мг/л при испытуемой концентрации 40 мг/л).

#### 8.2.2 Инокулят из сточных вод вторичной очистки

Берут пробу сточных вод вторичной очистки, собранную на станции очистки сточных вод или лабораторной очистной установки, обрабатывающей преимущественно бытовые сточные воды.

Тщательно перемешивают, выдерживают пробу в аэробных условиях и используют ее в день отбора.

Из этой пробы готовят инокулят следующим образом:

a) дают пробе сточных вод отстояться в течение 1 ч;

b) отбирают нужный объем надосадочной жидкости (см. примечание 2 к 8.2.1).

**8.2.3 Инокулят со станции аэрации сточных вод активным илом**

Берут пробу активного ила, собранного на стадии аэрации или из трубы рециркуляции активного ила очистного сооружения или лабораторной установки, применяемой для очистки бытовых сточных вод. Тщательно перемешивают, выдерживают пробу в аэробных условиях и используют ее в день отбора. Если необходимо (см. примечание 2 к 8.2.1), промывают инокулят, чтобы понизить концентрацию в нем DOC посредством центрифугирования и повторного суспендирования твердых частиц ила в минеральной среде (6.2).

Перед использованием определяют концентрацию взвешенных твердых частиц. Если необходимо, концентрируют ил посредством отстаивания, так чтобы объем ила, добавляемого в аналитическую пробу, был минимальным. Добавляют требуемый объем, чтобы получить не более 30 мг/л взвешенных твердых частиц в конечной смеси.

Другим вариантом является использование гомогенизированного ила при концентрации взвешенных частиц от 3 г до 5 г/л. Обрабатывают ил в блендере в течение 2 мин, но не дают при этом температуре подняться выше 25 °С. Отстаивают жидкость в течение 30 мин и используют надосадочную жидкость в качестве посевного материала в объеме 10 мл на литр испытательной среды.

**8.2.4 Инокулят из поверхностных вод**

Берут пробу из соответствующего водоема. Выдерживают пробу в аэробных условиях и используют ее в день отбора.

Берут требуемый объем в качестве инокулята (см. примечание 2 к 8.2.1).

**8.3 Проведение испытания**

**8.3.1 Подготовка испытательной и контрольной емкости**

Берут в достаточном количестве конические колбы (7.6) подходящей вместимости (например, 2000 мл, но допускается также применение колб другой вместимости и формы), чтобы получить:

a) не менее двух испытательных колб (обозначенных $F_T$), содержащих 1000 мл испытуемого раствора (8.1.1);

b) не менее двух колб для холостого опыта (обозначенных $F_B$), содержащих 1000 мл испытательной среды (6.2);

c) не менее одной колбы для проверки методики (обозначенной $F_C$), содержащей 1000 мл раствора контрольного соединения (8.1.2);

d) при необходимости одну колбу для проверки возможного ингибиторного эффекта испытуемого соединения (обозначенную $F_I$), содержащую 1000 мл раствора для проверки на ингибирование (8.1.3);

e) при необходимости одну колбу для проверки возможного удаления органического углерода за счет абиотических факторов (обозначенную $F_S$), содержащую 1000 мл испытуемого раствора (8.1.1), но без инокулята, стерилизованную добавлением, например, 1 мл/л раствора, содержащего 10 г/л хлорида ртути (II) ($HgCl_2$) или другого подходящего неорганического токсичного вещества, для предотвращения микробной активности или посредством фильтрования; при анализе очень чувствительных к разложению веществ рекомендуется добавлять некоторое количество токсичного вещества через две недели после начала эксперимента.

Путем сопоставления процента удаления в колбах $F_T$ и $F_S$ можно определить, происходит ли это с испытуемым соединением за счет абиотического, физико-химического механизма, типа отгонки, или за счет адсорбции.

Если в качестве инокулята используют активный ил, то значительные количества испытуемого соединения могут адсорбироваться на иле. Это можно проверить с помощью опыта, описанного для колбы $F_S$, но с добавлением инокулята (8.2). Обычно анализируют только чистые или практически чистые соединения, а при анализе смесей может происходить селективная адсорбция различных компонентов.

Засевают колбы $F_T$, $F_B$, $F_C$ и, если используется, $F_I$ соответствующим объемом (см. примечание 2 к 8.2.1) инокулята (8.2). Перемешивают содержимое колб. Обычно объема от 10 мл до 100 мл инокулята достаточно на 1000 мл испытуемого раствора.

**8.3.2 Инкубация и отбор проб**

В процессе анализа колбы держат в устройстве для встряхивания или перемешивания (7.3) при температуре 22 ± 2 °С.

Чтобы компенсировать потери воды на испарение, проверяют объем среды в колбах перед отбором пробы и в случае необходимости доводят водой (6.1) до объема или массы, измеренной после отбора предыдущей пробы.

В начале анализа (день 0), в конце анализа (обычно после 28-го дня) и как минимум в трех промежуточных точках (например, через 7 дней, 14 дней, 21 день) отбирают минимальный объем из колб $F_T$, $F_B$,

и $F_C$ и, если используется, из колбы $F_I$. При необходимости выполняют измерения через более короткие промежутки времени или используют период более 28 дней. Если анализируют 10-дневный промежуток (см. приложение В), то с начала анализа необходимо взять больше точек пробоотбора. В начале анализа берут пробу из колбы $F_S$. Если колба $F_S$ засеяна (см. 8.3.1), берут пробу в день начала анализа и через 1 день. Все пробы фильтруют или, особенно если материал адсорбируется на мембране, центрифугируют при ускорении 40000 м/с$^2$ в течение 25 мин.

Измеряют концентрации DOC в пробах в соответствии с ИСО 8245 не менее двух раз для каждого периода и каждой колбы. Для получения дополнительной информации по первичному разложению можно выполнить специальные анализы вещества. Концентрация, измеренная в испытуемом растворе в начале анализа (день 0), используется как начальная концентрация в окончательных вычислениях.

Если достигнуто разложение в достаточной степени (80 %) и постоянного уровня до окончания 28-дневного периода, испытание считают законченным. Испытание продлевают на 1 или 2 недели, если разложение очевидно началось, но не достигло плоского участка кривой.

Когда измерения органического углерода приходится отложить на 48 ч, пробы держат при температуре 4 °С в темноте в плотно закупоренных колбах. Если пробы приходится хранить в течение времени, превышающего 48 ч до измерений, их хранят при температуре ≤ –18 °С. Альтернативно добавляют подходящее неорганическое токсичное вещество, например 20 мл/л раствора хлорида ртути (II) ($HgCl_2$), чтобы ограничить микробную активность, и хранят при температуре 4 ± 1 °С.

## 9 Расчет и обработка результатов

9.1 Расчет относительного биоразложения (снижение концентрации DOC)

Для каждой испытательной колбы определяют процент снижения концентрации DOC, $w_{DOC,t}$, по формуле (1):

$$w_{DOC,t} = \left(1 - \frac{\rho_t - \rho_{Bt}}{\rho_0 - \rho_{B0}}\right) \cdot 100, \quad (1)$$

где $\rho_t$ — средняя концентрация DOC в момент времени $t$ в каждой испытательной колбе $F_T$, мг/л;

$\rho_{Bt}$ — средняя концентрация DOC в момент времени $t$ в колбе с холостой пробой $F_B$, мг/л;

$\rho_0$ — средняя концентрация DOC в момент времени 0 в каждой испытательной колбе $F_T$, мг/л;

$\rho_{B0}$ — средняя концентрация DOC в момент времени 0 в колбе с холостой пробой $F_B$, мг/л.

Результаты в процентах округляют до целого числа.

**9.2 Расчет первичного биоразложения**

При выполнении специальных анализов испытуемого соединения рассчитывают процент первичного биоразложения, $w_{DS}$, испытуемого соединения в емкости $F_S$ в конце испытания по формуле (2):

$$w_{DS} = \frac{\rho_S - \rho_T}{\rho_S} \cdot 100, \quad (2)$$

где $\rho_S$ — средняя концентрация испытуемого вещества в момент времени $t$ в испытательной колбе $F_S$, мг/л;

$\rho_T$ — средняя концентрация испытуемого вещества в момент времени $t$ в испытательной колбе $F_T$, мг/л.

Результаты в процентах округляют до целого числа.

Удаление органического углерода за счет абиотических факторов (колба $F_S$) можно также рассчитать по формуле (2); не учитывают значения холостого опыта (если $F_S$ засеяна для проверки степени адсорбции, то холостые опыты учитывают). Если наблюдается значительная потеря органического углерода, то невозможно отличить удаление углерода за счет биотических факторов от удаления за счет абиотических факторов. В этом случае используют анализ на основе параметров, четко определяющих биологические процессы, например спирометрический тест в соответствии с ИСО 9408 или анализ выделения диоксида углерода в соответствии с ИСО 9439.

Кроме того, степень удаления смеси испытуемого соединения и контрольного вещества при контроле ингибирования (колба $F_I$) можно рассчитать по формуле (2). Если удаление из смеси меньше, чем 35 %, через 14 дней, то испытуемое соединение подавляет биоразложение контрольного вещества и поэтому считается токсичным. В этом случае повторяют испытание при более низкой концентрации испытуемого соединения или с адаптированным инокулятом.

### 9.3 Обработка результатов

Составляют таблицу процентов удаления DOC для каждого интервала концентраций и каждой испытательной емкости. Если получают сопоставимые результаты для параллельных емкостей (раздел 10), строят график кривой среднего значения удаления как функции времени (пример в приложении А).

Параметры биоразложения можно определить по этой кривой. В частности, если имеется достаточно данных, определяют лаг-период (3.3), время разложения (3.1), и максимальный уровень биоразложения (3.4). Если испытуемое вещество несущественно удаляется за счет абиотических факторов (например, путем адсорбции) и кривая удаления имеет типичную форму с лаг-фазой и фазой разложения, относят измеренное удаление DOC на счет биоразложения. См. приложение В в отношении дополнительной информации по интерпретации результатов.

## 10 Достоверность анализа

Анализ считается достоверным, если в испытательных колбах, содержащих одну и ту же концентрацию испытуемого соединения и инокулят, расхождение между значениями разложения в конце испытания составляет не более 20 % удаления DOC. В противном случае анализ повторяют.

Результаты анализа считаются достоверными, если в испытании с одним из предложенных контрольных веществ процент разложения после 14 дней составляет более 70 %. В противном случае анализ повторяют.

DOC, вводимый в испытательную систему инокулятом, составляет менее 10 % от вносимого испытуемым веществом.

## 11 Протокол испытания

Протокол испытания должен включать следующую информацию:

a) использованный метод анализа со ссылкой на данный стандарт (ИСО 7827:2010);

b) всю информацию, необходимую для полной идентификации испытуемого соединения;

c) все полученные данные (например, в форме таблицы) и кривую разложения;

d) использованную концентрацию испытуемого соединения и содержание DOC для этой концентрации;

e) название использованного контрольного вещества и разложение, полученное для этого вещества;

f) источник, характеристики, концентрацию и объем использованного инокулята, а также информацию о какой-либо предварительной обработке;

g) основные характеристики использованного анализатора DOC;

h) температуру инкубации при испытании;

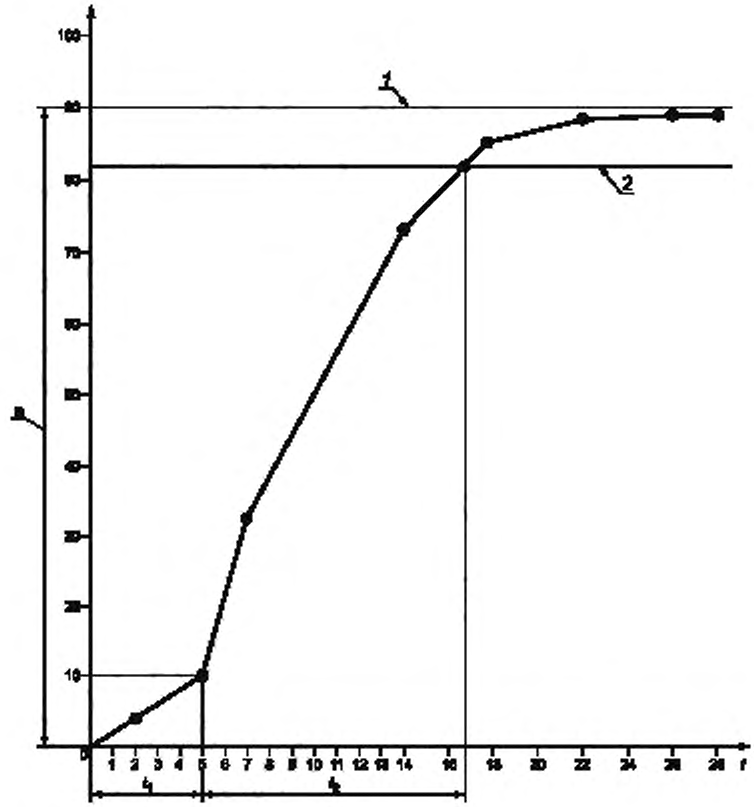
i) если использовалось, процент разложения, полученного в колбе $F_S$ (мониторинг абиотического удаления);

j) если использовалось, процент разложения, полученного в колбе $F_I$ (тест на токсичность) и заявление о токсичности испытуемого вещества;

k) причины в случае несостоятельности испытания (раздел 10);

l) подробное описание операций, не установленных в данном международном стандарте или считающихся необязательными, наряду с описанием всех случайностей, которые могли повлиять на результат(ы) испытания.

**Приложение А**
**(справочное)**




$t$ — время в днях, $t_1$ — лаг-период, $t_2$ — время разложения, а — $w_{DOC,t}$ (удаление DOC, в %), 1 — максимальный уровень биоразложения, 2 — примерно 90 % от максимального уровня биоразложения

Рисунок А.1 — Типичная кривая разложения

**Приложение В**
**(справочное)**

## Интерпретация результатов

### В.1 Общие положения

Результаты теста на биоразложение можно использовать для классификации веществ в соответствии с их потенциалом к биоразложению.

### В.2 Быстрое биоразложение

Тесты на быстрое биоразложение имеют очень жесткие условия, и вещество, которое анализируют в таких условиях, считается быстро и полностью разлагаемым в любом объекте окружающей аэробной водной среды, особенно в сточных водах водоочистных станций. Большинство тестов можно использовать для определения, является ли вещество быстро разлагаемым (например, настоящий международный стандарт, ИСО 9408, ИСО 9439, ИСО 10707 [4], ИСО 14593 [5]), и все они имеют ряд общих признаков:

a) инокулят берется в относительно низкой концентрации (до 30 мг/л твердых частиц ила, $10^8$ клеток/л);

b) испытуемое вещество является единственным источником углерода, доступного для бактерий,

c) инокулят предварительно не подвергается воздействию рассматриваемого испытуемого вещества или не адаптирован к нему.

Разложение можно рассчитать посредством измерения одного из параметров, включая образование диоксида углерода, потребление кислорода или удаление DOC из испытуемого раствора.

Уровни для быстрого биоразложения составляют 70 % удаления DOC и 60 % теоретической потребности в кислороде (ThOD) или теоретического выделения диоксида углерода ($ThCO_2$) для спирометрических методов. Эти уровни ниже для спирометрических методов, поскольку часть углерода из испытуемого химического вещества включена в новые клетки. Следовательно, процент выделяемого диоксида углерода ниже, чем процент используемого углерода. Такие проходные значения должны быть достигнуты за 10-дневный период, в рамках 28-дневного периода испытания.

10-дневный период начинается, когда степень биоразложения достигает 10 %, и должен закончиться до 28-го дня испытания. Химические вещества, которые достигли проходных уровней по истечении 28 дней, не считаются способными к быстрому разложению микроорганизмами.

### В.3 Собственная способность к биоразложению

Тесты на собственную способность к биоразложению имеют менее строгие условия, чем тесты на быстрое биоразложение. Вещество, которое показывает некоторую минерализацию в одном из таких испытаний, не считается устойчивым и способно разлагаться в аэробной водной среде в течение умеренного или длительного срока.

Тест на собственную способность к биоразложению имеет один или несколько следующих признаков:

a) инокулят берется в достаточно высокой концентрации (до 1000 мг/л твердых частиц ила);

b) в испытательную систему вводят легко метаболизируемый источник пищи вместе с испытуемым материалом;

c) инокулят предварительно подвергается воздействию испытуемого вещества, так чтобы бактериальная флора имела возможность стать адаптированной к испытуемому веществу.

В тестах, обычно используемых для определения присущей способности к биоразложению (ИСО 9887 [2] и ИСО 9888 [3]), наблюдают разложение в пересчете на удаление DOC. Более жесткие тесты на биоразложение можно также использовать для определения присущей способности к биоразложению посредством применения инокулята, предварительно подвергнутого воздействию испытуемого вещества, или просто путем применения менее жестких критериев достоверности испытания.

Удаление 20 % DOC, потребление 20 % ThOD или выделение 20 % $ThCO_2$ в любом тесте на биоразложение, с применением адаптированного или неадаптированного инокулята, указывает, что рассматриваемое испытуемое вещество имеет присущую способность к биоразложению и не является устойчивым.

**Приложение ДА**
**(справочное)**

## Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта |
|---|---|---|
| ISO 8245 | IDT | ГОСТ Р ИСО 8245—2016 «Руководство по определению общего органического углерода (TOC) и растворенного органического углерода (DOC)» |
| ISO 9408 | IDT | ГОСТ Р ИСО 9408—2016 «Качество воды. Оценка способности органических соединений к полному аэробному биохимическому разложению в водной среде методом определения потребности в кислороде в закрытом респирометре» |
| ISO 9439 | IDT | ГОСТ Р ИСО 9439—2016 «Качество воды. Оценка способности органических соединений к полному аэробному биохимическому разложению в водной среде. Метод анализа выделенного диоксида углерода» |
| Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:<br>IDT — идентичные стандарты. | | |

## Библиография


[1] ИСО 8192 Качество воды. Испытание на ингибирование поглощения кислорода активным илом для окисления углеродистыми и аммиачными соединениями

[2] ИСО 9887 Качество воды. Оценка способности к аэробному биохимическому разложению органических соединений в водной среде. Полунепрерывный метод с применением активного ила (SCAS)

[3] ИСО 9888 Качество воды. Оценка способности органических соединений к полному аэробному биологическому разложению в водной среде. Статические испытания (метод Зан-Велленса)

[4] ИСО 10707 Качество воды. Оценка способности органических соединений к «полному» аэробному биологическому разложению в водной среде. Метод анализа биохимической потребности в кислороде (испытание в закрытой склянке)

[5] ИСО 14593 Качество воды. Оценка способности органических соединений к полному аэробному биологическому разложению в водной среде. Метод с применением анализа неорганического углерода в герметичных сосудах. (Измерение $CO_2$ в свободном пространстве над жидкостью)

[6] ИСО/ТР 15462 Качество воды. Выбор испытаний для оценки способности к биохимическому разложению

УДК 551.464.3:006.354 ОКС 13.060.70

Ключевые слова: качество воды, органические соединения, быстрое аэробное биоразложение, полное аэробное биоразложение, водная среда, анализ растворенного органического углерода, DOC

Редактор *Р.В. Старшинов*
Технический редактор *В.Ю. Фотиева*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 06.07.2016. Подписано в печать 28.07.2016. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,70. Тираж 33 экз. Зак. 1794.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru