ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 22547— 2024

Суда и морские технологии

СИСТЕМЫ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА ГАЗОТОПЛИВНЫХ СУДОВ. НАСОС ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Процедура эксплуатационных испытаний

(ISO 22547:2021, Ships and marine technology — Performance test procedures for high-pressure pumps in LNG fuel gas supply systems (FGSS) for ships, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации «Лот» Федерального государственного унитарного предприятия «Крыловский государственный научный центр» (НИИ «Лот» ФГУП «Крыловский государственный научный центр») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 005 «Судостроение»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2024 г. № 1028-ст

4 Настоящий стандарт является идентичным по отношению к международному стандарту ИСО 22547:2021 «Суда и морские технологии. Методики эксплуатационных испытаний насосов высокого давления в системах подачи сжиженного природного газа (FGSS) для судов» (ISO 22547:2021 «Ships and marine technology — Performance test procedures for high-pressure pumps in LNG fuel gas supply systems (FGSS) for ships», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных документов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 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

© ISO, 2021
© 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 1
4 Схема проведения испытаний 2
5 Процедура испытаний 3
6 Дополнительные испытания 4
7 Отчет об испытаниях 6
Приложение А (справочное) Форма протокола испытаний насосов высокого давления в системах подачи сжиженного природного газа на судах 7
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных документов национальным стандартам 9
Библиография 10

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Суда и морские технологии

СИСТЕМЫ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА ГАЗОТОПЛИВНЫХ СУДОВ. НАСОС ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Процедура эксплуатационных испытаний

Ships and marine technology. LNG fuel gas supply systems (FGSS) for ships. High-pressure pumps. Procedure for the performance tests

Дата введения —2024—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методику испытаний производительности и дополнительные испытания насосов высокого давления в судовых системах подачи топливного газа (СПТГ), снабжающих суда сжиженным природным газом (СПГ). Стандарт применим к объемным насосам (далее — насосы) и вспомогательным устройствам для оценки их механических характеристик.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

ISO 1996-1, Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures (Акустика. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки)

ISO 10816-6, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 6: Reciprocating machines with power ratings above 100 kW (Вибрация механическая. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 6. Машины с возвратно-поступательным движением номинальной мощностью свыше 100 кВт)

IGC Code, International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Gases in Bulk [Международный кодекс постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (кодекс МКГ)]

IGF Code, International Code of Safety for Ships using Gases or other Low-flashpoint Fuels [(Международный кодекс по безопасности для судов, использующих газы или иные виды топлива с низкой температурой вспышки (кодекс МГТ)]

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

ИСО и МЭК поддерживают терминологические базы данных, используемые в целях стандартизации по следующим адресам:

- платформа онлайн-просмотра ИСО: доступна по адресу gost.e-ecolog.ru ;
- Электропедия МЭК: доступна по адресу gost.e-ecolog.ru .

3.1 **высокое давление** (high pressure): Максимальное рабочее давление, превышающее 1 МПа.

Издание официальное

3.2 **система смазки;** CC (lubricating oil system; LOS): Система подачи смазочного материала в кривошипную камеру насоса.

3.3 **уплотнительный газ** (seal gas): Газ, используемый для отделения поршня насоса от приводной части и предотвращения образования льда.

3.4 **испытательная температура** (test temperature): Температура жидкости во время испытаний, устанавливаемая заказчиком.

3.5 **испытательное давление** (test pressure): Давление жидкости во время испытаний, устанавливаемое заказчиком.

3.6 **испытательный расход** (test flow rate): Расход жидкости во время испытания, устанавливаемый заказчиком.

3.7 **температурная стабилизация** (temperature stabilization): Состояние по окончании охлаждения, когда колебания температуры насоса находятся в пределах ±2 °C/мин.

4 Схема проведения испытаний

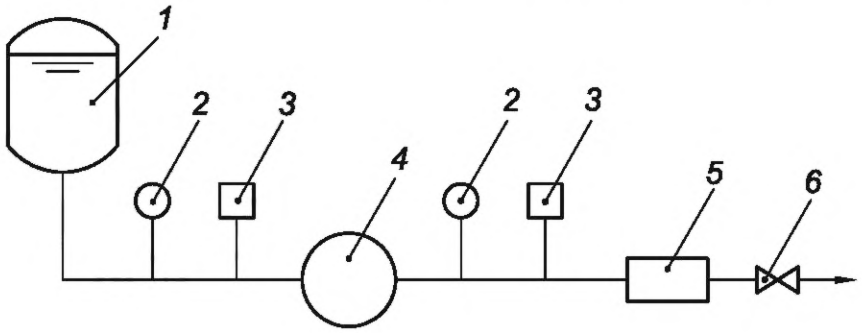
4.1 Подготовка к испытаниям

Перед установкой параметров испытания заказчик должен изучить информацию, предоставленную производителем, чтобы убедиться, что параметры испытания, как минимум, соответствуют требованиям производителя.

Испытательная установка, используемая для проведения теста производительности, должна обеспечивать подачу жидкости на вход насоса и соответствующих устройств при требуемом для проведения испытания давлении, температуре и расходе без нарушений.

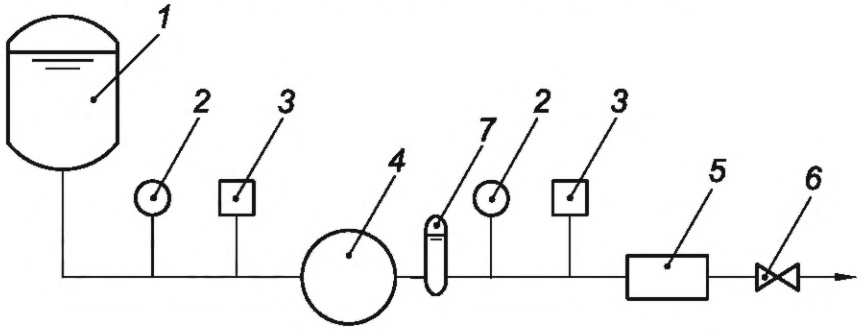
Для предотвращения несчастных случаев испытательная установка и/или оборудование должны быть осмотрены и проверены заранее.

Концептуальная схема типичной испытательной установки приведена на рисунках 1 и 2.



1 — резервуар с криогенной жидкостью; *2* — термометр; *3* — манометр; *4* — испытуемый насос; *5* — расходомер; *6* — регулирующий клапан

Рисунок 1 — Концептуальная схема испытательной установки



1 — резервуар с криогенной жидкостью; *2* — термометр; *3* — манометр; *4* — испытуемый насос; *5* — расходомер; *6* — регулирующий клапан; *7* — компенсатор

Рисунок 2 — Концептуальная схема испытательной установки, включая компенсатор

4.2 Испытательная жидкость

Как правило, в качестве среды для проверки производительности насосов, следует использовать СПГ.

Если насосы были рассчитаны на более низкие температуры и СПГ не может быть использован для проведения испытания рабочих характеристик насосов, то может использоваться среда, отличная от СПГ, например, сжиженный азот или другие жидкости, более холодные, чем температура сжижения СПГ.

При использовании жидкости, отличной от СПГ, следует применять корректирующие значения в соответствии с ИСО 6976 (или эквивалентным стандартом) на основании фактических результатов испытаний.

4.3 Параметры испытаний

В качестве минимальных параметров испытаний должны измеряться давление, температура и расход испытательной жидкости. Могут быть измерены и другие дополнительные факторы, перечисленные в примере отчета, приведенном в приложении А.

Параметры испытаний должны измеряться соответствующим образом откалиброванными средствами измерений.

Измерительные датчики должны быть установлены как можно ближе к насосу.

Параметры испытания должны регистрироваться дважды, каждые 5 мин, на каждом этапе испытания, как приведено в приложении А.

4.3.1 Полное давление насоса

Полное гидравлическое давление насоса H, МПа, вычисляют по формуле

$$H = H_{вых} - H_{вх},$$

где $H_{вых}$ — гидравлическое давление на выходе, МПа;

$H_{вх}$ — гидравлическое давление на входе, МПа.

4.3.2 Общий коэффициент полезного действия насоса

Общий коэффициент полезного действия (КПД) насоса η, %, вычисляют по формуле

$$\eta = P_1/P \cdot 100,$$

где P_1 — полезная мощность насоса, кВт;

P — мощность, передаваемая приводу насоса, кВт.

a) Полезная мощность насоса

Полезную мощность насоса P_w, кВт, вычисляют по формуле

$$P_w = 2{,}78 \cdot 10^{-1} QH,$$

где Q — объемный расход жидкости, м^3/ч;

H — полное давление насоса, МПа.

b) Фактическая потребляемая мощность насоса

Фактическая потребляемая мощность насоса P, кВт, может быть измерена с помощью крутящего момента и скорости вращения двигателя. Мощность двигателя может быть принята за фактическую потребляемую насосом мощность, независимо от устройства системы передачи мощности между двигателем и насосом.

5 Процедура испытаний

5.1 Предварительное охлаждение и запуск

Во время испытания насос и испытательная установка должны поддерживаться при сверхнизких температурах. Перед испытанием должна быть проведена предварительная проверка, а именно:

a) визуальный осмотр насоса и связанных с ним устройств;

b) визуальный осмотр СС насоса и связанных с ней устройств (если применимо);

c) визуальный осмотр системы электроснабжения насоса;

d) визуальный осмотр системы связи и сбора данных;

e) визуальный осмотр положения клапанов и задвижек (открытие/закрытие) испытательной установки.

После предварительного охлаждения испытуемого насоса, если условия эксплуатации соответствуют заданным параметрам, включая температуру и давление на входе, следует запустить насос и провести испытание в соответствии с установленными процедурами испытаний. В объем испытаний должен быть включен компенсатор (накопитель), если он поставляется заказчиком вместе с насосом.

Предварительное охлаждение проводится для подготовки насоса и испытательной установки к условиям сверхнизких температур. Криогенная испытательная жидкость с определенной скоростью подается из резервуара в испытательную установку для снижения температуры испытательного устройства и насоса. Целевая температура предварительного охлаждения должна быть определена заказчиком.

Процедура предварительного охлаждения насоса высокого давления до соответствующей минимальной рабочей температуры должна быть задокументирована в протоколе испытания (см. пример протокола испытания в приложении А).

Испытуемый насос должен быть запущен после стабилизации температуры и скорости, которые должны регулироваться с учетом испытательного давления. Интенсивность подачи следует увеличивать до испытательного; затем медленно отрегулировать расход с помощью дросселя до достижения необходимого для проведения испытания давления.

5.2 Испытание на производительность

Испытание на производительность проводят в соответствии с этапами нагрузки, показанными на рисунке 3. На основании данных, регистрируемых в ходе испытания каждые 5 мин, составляют протокол испытания (см. пример в приложении А). С учетом требуемых характеристик могут применяться другие этапы нагрузки.

Примечание 1 — По согласованию с заказчиком время испытания на каждом шаге может быть больше, чем указано ниже.

Примечание 2 — По требованию заказчика могут быть проведены дополнительные испытания с шагом нагрузки (например, от нуля до 100 %).

Испытание на работоспособность проводят следующим образом:

a) регулируют давление нагнетания насоса в соответствии с испытательным давлением;

b) при достижении расхода в 25 % или минимального необходимого значения этапа, в зависимости от того, что меньше, это состояние поддерживают в течение 10 мин. Записывают результаты измерений;

c) расход увеличивают до 50 %. Достигнув ступени в 50 % от испытательного расхода, состояние поддерживают в течение 10 мин. Записывают результаты измерений;

d) расход увеличивают до 75 %. Достигнув ступени в 75 % от тестового расхода, состояние поддерживают в течение 10 мин. Записывают результаты измерений;

e) расход увеличивается до 100 %. Достигнув ступени в 100 % от тестового расхода, состояние поддерживают в течение 10 мин. Записывают результаты измерений.

6 Дополнительные испытания

6.1 Производственные испытания

Каждый насос должен быть подвергнут производственным испытаниям на заводе-изготовителе или на площадке, указанной заказчиком.

Для насосов, прошедших типовые испытания, производственные испытания проводят по следующим критериям:

a) требования кодексов МКГ и МГТ;

b) требования классификационных обществ;

c) требования, установленные заказчиком, которые могут включать дополнительные измерения вибрации, шума и др.;

d) государственные требования.

Испытания давлением следует проводить при давлении, в 1,5 раза превышающем расчетное. Также должны быть проведены испытания предохранительных устройств.

При выборе методов испытаний персонал, проводящий испытания, должен учитывать риски, связанные с пневматическими испытаниями по сравнению с гидростатическими испытаниями.

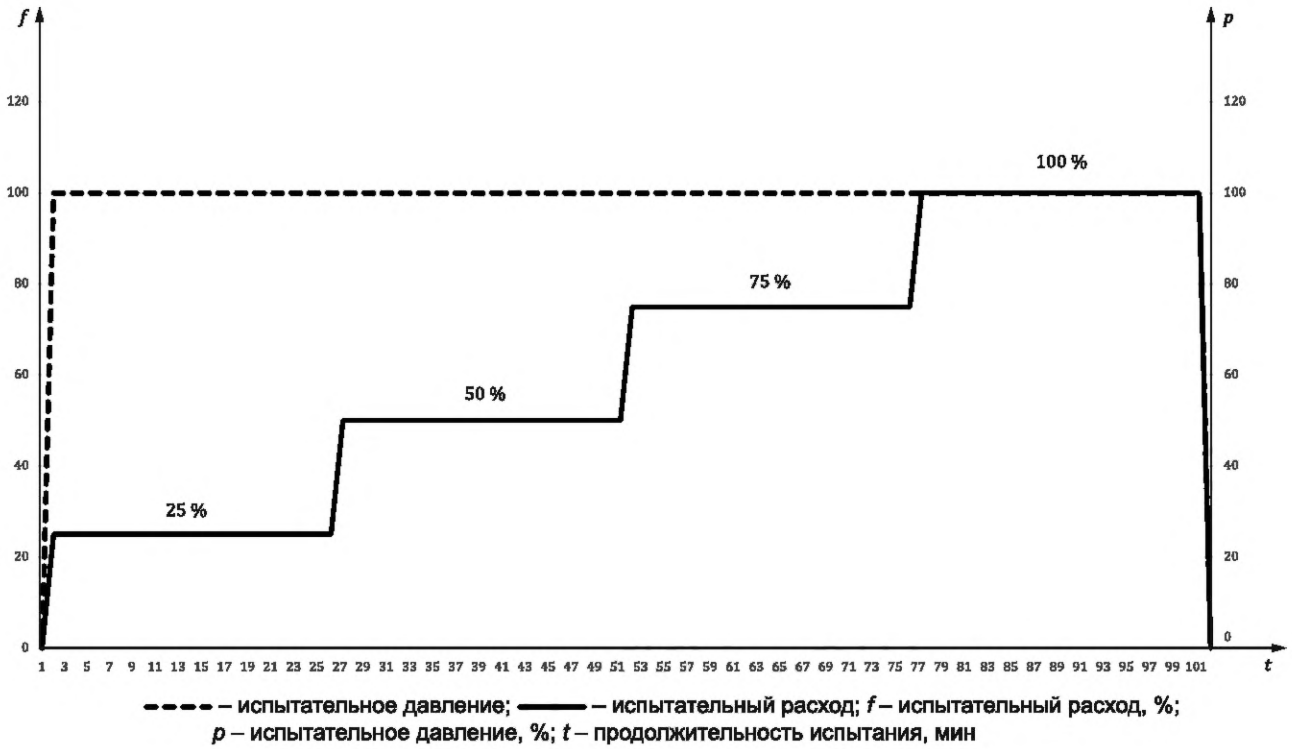


Рисунок 3 — Этапы нагрузки

6.2 Типовые испытания

Испытания на работоспособность для одного насоса каждой модели и производительности должны быть проведены в соответствии с разделом 5. Типовые испытания должны отражать типичные предполагаемые эксплуатационные характеристики насоса.

Дополнительные испытания, кроме указанных в разделе 5, должны проводиться с согласия заказчика, если иное не предусмотрено требованиями классификационного общества.

Конструкция насосов также должна соответствовать требованиям кодексов МКГ и МГТ и классификационных обществ.

В случаях, когда в конструкцию были внесены изменения, следует проводить новые типовые испытания. При незначительных изменениях в несущественных компонентах, по согласованию с заказчиком, новое типовое испытание может не потребоваться, если иное не указано в требованиях классификационных обществ.

6.3 Испытание на прочность

При необходимости к испытанию на производительность может быть проведено дополнительное испытание на прочность для подтверждения выносливости и стабильности поддержания давления и расхода насоса на единицу времени работы и различных условий испытания, указанных заказчиком.

6.4 Полный осмотр

После испытания, при необходимости, осуществляют полный осмотр насоса на предмет проведения капитального ремонта.

6.5 Вибрация и шум

При необходимости проведения испытаний на вибрацию и шум следует применять ИСО 10816-6 и ИСО 1996-1.

7 Отчет об испытаниях

Размер и тип испытуемого насоса, наименование изготовителя, серийный номер, номер испытания, испытуемые предметы, испытательная жидкость, дата испытания, имя испытателя, объем расхода, а также технические характеристики и особенности насоса должны быть отражены в протоколе испытания. Образец формата протокола испытания приведен в приложении А.

Приложение А
(справочное)

Форма протокола испытаний насосов высокого давления в системах подачи сжиженного природного газа на судах

1 Спецификации насоса

Произведено: (Номер проекта)			Дата:
Тип насоса:	(Например: поршневой, зубчатый и т. д.)		
Заданная жидкость	Расчетный расход, кг/ч или $м^3$/ч	Макс. рабочее давление, МПа	Обороты насоса, об/мин

Примечание — При возможности следует также приложить график технических характеристик насоса для заданных углов наклона.

2 Условия испытаний

Испытательная жидкость (наименование)					
Испытательный расход, кг/ч или $м^3$/ч	Испытательное давление, МПа	Диапазон испытаний расход: кг/ч или $м^3$/ч			
		25 % или другой минимальный	50 %	75 %	100 %
Напорная камера ☐ Включена ☐ Не включена	Заданное гидравлическое давление на входе, МПа		Заданная температура на входе, °С		
Испытание на вибрацию/шум ☐ Включено ☐ Не включено	Повысительный насос ☐ Включен ☐ Не включен		Температура предварительного охлаждения, °С		

3 Результаты испытаний

Расход, %	25 % или другой минимальный		50 %		75 %		100 %	
Минут	5	10	15	20	25	30	35	40
Температура среды, °С								
Температура на входе, °С								
Температура на выходе, °С								
Гидравлическое давление на входе, МПа								

Окончание таблицы

Гидравлическое давление на выходе, МПа									
Расход на выходе, кг/ч или $м^3$/ч									
Мотор	Частота, Гц								
	Напряжение, В								
	Ток, А								
	Мощность, кВ								
	Обороты, об/мин								
Насос	Обороты, об/мин								

Расход, %		25 % или другой минимальный		50 %		75 %		100 %	
Минут		5	10	15	20	25	30	35	40
Смазочная система	Давление, МПа								
	Температура, °С								
Температура уплотнительного газа, °С (если применяется)									
Полезная мощность насоса, кВ									
Фактическая потребляемая мощность насоса, кВ									
Общий КПД, %									
Примечание — При испытании поршневых насосов заказчик может отказаться от испытания на КПД насоса.									

4 Замечания

По согласованию с заказчиком в этот раздел могут быть занесены любые замечания.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных документов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта, документа	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO 1996-1	IDT	ГОСТ Р ИСО 1996-1—2019 «Акустика. Описание, измерение и оценка шума на местности. Часть 1. Основные величины и процедуры оценки»
ISO 10816-6	—	*
IGC Code	—	*,[1)]
IGF Code	—	*,[2)]

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта/документа.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичный стандарт.

[1)] Действует Международный кодекс постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (кодекс МКГ).

[2)] Действует Международный кодекс по безопасности для судов, использующих газы или иные виды топлива с низкой температурой вспышки (кодекс МГТ).

Библиография

[1] ISO 6976, Natural gas — Calculation of calorific values, density, relative density and Wobbe indices from composition

[2] IEC 62446, Grid connected photovoltaic systems — Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection

[3] ISO 19723-2, Road vehicles-liquefied natural gas (LNG) fuel systems — Part 2: Test methods

[4] ISO 24490, Cryogenic vessels — Pumps for cryogenic service

УДК 629.565:621.671:006.354 ОКС 47.020.99

Ключевые слова: сжиженный природный газ, СПГ, насос, испытания, температура, расход, давление

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 08.08.2024. Подписано в печать 12.08.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

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