ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 59531— 2021**

## Комплексы для производства, хранения и отгрузки сжиженного природного газа

# НАСОСЫ ПОГРУЖНЫЕ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ, ОХЛАЖДЕННЫХ ДО КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

## Методы испытаний

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2021

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Российской ассоциацией производителей насосов (РАПН) и Федеральным государственным унитарным предприятием «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «Стандартинформ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 245 «Насосы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 мая 2021 г. № 460-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

© Стандартинформ, оформление, 2021

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 . . . . . 2
3 Термины и определения. . . . . 2
4 Сокращения . . . . . 2
5 Испытания и проверки насоса. . . . . 2

## Введение

Основная цель разработки настоящего стандарта — обеспечение для потребителей и изготовителей единого подхода при приемочных и приемо-сдаточных испытаниях погружных центробежных насосов, предназначенных для перекачки охлажденных до криогенных температур сжиженных газов из вертикальных цилиндрических резервуаров в комплексах производства, хранения, отгрузки и регазификации сжиженного природного газа (СПГ).

Испытания, описанные в настоящем стандарте, проводят для проверки работоспособности и установления истинных параметров работы насоса и сопоставления их с гарантируемыми показателями поставщика.

Любой параметр насоса считается подтвержденным, если результаты соответствующих испытаний по нормам настоящего стандарта не выходят за пределы установленного допуска.

Основные требования настоящего стандарта соответствуют требованиям по испытаниям центробежных насосов по ГОСТ 32601 и по первому классу точности ГОСТ ISO 9906 и ГОСТ 6134, с дополнительными требованиями, специфическими для погружных центробежных насосов для перекачки криогенных сред.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Комплексы для производства, хранения и отгрузки сжиженного природного газа**

# НАСОСЫ ПОГРУЖНЫЕ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ, ОХЛАЖДЕННЫХ ДО КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

**Методы испытаний**

Complexes for the production, storage and shipment of liquefied natural gas.
Submersible pumps for vertical cylindrical tanks, cooled to cryogenic temperatures of liquified gases.
Test methods

**Дата введения — 2022—01—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает процедуры и показатели проверок и испытаний при приемке потребителями погружных центробежных насосов, предназначенных для перекачки охлажденных до криогенных температур сжиженных газов из вертикальных цилиндрических резервуаров в комплексах производства, хранения, отгрузки и регазификации СПГ (далее — насосы).

Примечание — По согласованию с заказчиком допускается применение настоящего стандарта для испытаний погружных центробежных насосов, предназначенных для установки в резервуары иной формы.

Настоящий стандарт предназначен для использования при проведении приемочных и приемо-сдаточных испытаний насосов как в специализированных испытательных центрах, так и на собственных испытательных площадках или лабораториях производителей.

Требования настоящего стандарта распространяются на насосы с погружными электродвигателями. Настоящий стандарт также описывает требования к приемочным и приемо-сдаточным испытаниям погружных электродвигателей.

Настоящий стандарт не распространяется на полупогружные центробежные насосы с внешними электродвигателями.

Настоящий стандарт не распространяется на насосы, установленные на морских судах, включая насосы выгрузки сжиженных газов из судовых резервуаров и насосы судовых двигательных систем.

Примечание — Применение требований настоящего стандарта может быть нецелесообразно (избыточно) для испытаний небольших центробежных погружных насосов для перекачки криогенных сред, предназначенных, например для малотоннажных установок производства СПГ, для станций заправки автотранспорта, для железнодорожных и автомобильных цистерн перевозки криогенных сжиженных газов и других аналогичных применений. Необходимость применения требований настоящего стандарта для испытаний таких небольших насосов определяет потребитель.

Настоящий стандарт применим только к испытаниям самих насосов, включая их погружные электродвигатели, и не описывает испытания комплектующих узлов насосных установок, таких как донные клапаны и верхние крышки насосных шахт в резервуарах хранения криогенных сжиженных газов, кабельные проходы с продувкой азотом, тросово-кабельные подвесные системы насосов в шахтах резервуаров, силовые и сигнальные кабели, запорно-регулирующая арматура, система КИПиА.

**Издание официальное**

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 6134—2007 (ИСО 9906:1999) Насосы динамические. Методы испытаний

ГОСТ 32601—2013 (ISO 13709:2009) Насосы центробежные для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. Общие технические требования

ГОСТ ISO 9906—2015 Насосы динамические. Гидравлические испытания. Классы точности 1, 2 и 3

ГОСТ ISO 17769-1 Насосы жидкостные и установки. Основные термины, определения, количественные величины, буквенные обозначения и единицы измерения. Часть 1. Жидкостные насосы

ГОСТ ISO 17769-2 Насосы жидкостные и установки. Основные термины, определения, количественные величины, буквенные обозначения и единицы измерения. Часть 2. Насосные системы

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов 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 стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется принять в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ ISO 17769-1, ГОСТ 17769-2, ГОСТ 32601, ГОСТ ISO 9906 и ГОСТ 6134, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **внешний электродвигатель:** Электродвигатель, не погруженный в перекачиваемую среду.

3.2 **динамические испытания на работоспособность при криогенной температуре:** Проверка насоса на работоспособность при охлаждении его испытательной средой до криогенной температуры.

3.3 **криогенная температура:** Температура ниже 120 К (ниже минус 153,15 °С).

3.4 **криогенные среды:** Жидкие среды, находящиеся при криогенной температуре.

3.5 **погружной электродвигатель:** Электродвигатель, полностью погруженный в перекачиваемую среду.

## 4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

КИПиА — контрольно-измерительные приборы и автоматика;

КПД — коэффициент полезного действия;

ПМИ — программа и методика испытаний;

СПГ — сжиженный природный газ;

NPSHA — располагаемый кавитационный запас системы (Net Positive Suction Head, available);

NPSHR — допустимый кавитационный запас насоса (Net Positive Suction Head, required);

NPSH3 — кавитационный запас насоса, определяющий трехпроцентное снижение полного напора (Net Positive Suction Head, 3 % drop).

## 5 Испытания и проверки насоса

### 5.1 Общие положения

Каждый поставляемый насос должен пройти следующие испытания и проверки:

а) гидростатические испытания корпуса и всех деталей насоса, работающих под давлением;

б) проверки и испытания электродвигателя;

в) динамические испытания насоса на работоспособность при криогенной температуре (проводят для одного насоса из каждой партии идентичных поставляемых насосов, если иное не оговорено в договоре на поставку);

г) параметрические стендовые испытания;

д) кавитационные испытания (проводят для одного насоса из каждой партии идентичных поставляемых насосов, если иное не оговорено в договоре на поставку).

Примечание — Заказчик может потребовать от поставщика разработать специальную ПМИ. Эта ПМИ должна быть согласована между поставщиком и заказчиком до начала испытаний.

### 5.2 Гидростатические испытания корпуса и деталей насоса, работающих под давлением

Гидростатические испытания корпуса и деталей насоса, работающих под давлением, проводят для каждого поставляемого насоса. Испытания проводят на воде. Процедура испытаний и критерии приемки должны быть по ГОСТ 32601—2013, пункт 8.3.2, если иное не оговорено в договоре на поставку. Поставщик насоса должен предоставить заказчику протоколы гидростатических испытаний корпуса и деталей насоса, работающих под давлением.

### 5.3 Проверки и испытания электродвигателя

5.3.1 Погружные электродвигатели предварительно проверяют и испытывают на заводах, где их изготавливают. Заводские проверки и испытания проводят по методикам и процедурам изготовителей погружных электродвигателей, если иное не указано в договоре на поставку. Заводские проверки и испытания должны включать, как минимум, следующие операции:

Для статора:

а) проверка сопротивления обмоток;

б) проверка сопротивления изоляции;

в) измерение коэффициента поляризации;

г) высоковольтные испытания изоляции — проверка импульсами высокой частоты;

д) контроль геометрических размеров;

е) визуальный контроль;

ж) проверка прослеживаемости материалов.

Для ротора:

а) проверка стержней на обрыв;

б) контроль геометрических размеров;

в) визуальный контроль;

г) проверка прослеживаемости материалов;

д) проверка предварительной балансировки ротора электродвигателя.

5.3.2 Поставщик насоса должен предоставить заказчику протоколы заводских проверок и испытаний погружных электродвигателей, если это требуется в договоре на поставку.

5.3.3 Изготовитель насоса с погружным электродвигателем должен произвести следующие дополнительные проверки электродвигателя после его установки в насос:

а) проверка сопротивления обмоток;

б) проверка сопротивления изоляции;

в) визуальный контроль.

Методика этих проверок и критерии приемки предоставляются изготовителем электродвигателя.

### 5.4 Динамические испытания насоса на работоспособность при криогенной температуре

5.4.1 Цель испытаний — проверка работоспособности конструкции насоса при охлаждении до криогенной рабочей температуры.

5.4.2 Динамические испытания насоса на работоспособность при криогенной температуре проводят для одного насоса из каждой поставляемой партии идентичных насосов, если иное не оговорено в договоре на поставку.

5.4.3 Испытания проводят на жидком азоте. Продолжительность испытаний — 4 ч непрерывно с момента пуска насоса. По согласованию с заказчиком допускается сокращенная продолжительность испытаний, но не менее 1 ч с момента пуска насоса. По согласованию с заказчиком допускаются другие криогенные испытательные среды. Программу и методику динамических испытаний насоса на работо-

способность при криогенной температуре разрабатывает поставщик насоса, согласовывает с заказчиком до начала испытаний.

5.4.4 При наличии на испытательном стенде возможности регулировки рабочей точки насоса и контроля его параметров, а также при достаточной мощности электродвигателя, динамические испытания на работоспособность при криогенной температуре следует проводить вблизи номинальной рабочей точки, указанной в договоре на поставку. При недостаточной мощности электродвигателя для испытаний на жидком азоте в номинальной рабочей точке допускается проводить испытания на пониженной подаче и/или на пониженной скорости, в пределах мощности установленного электродвигателя.

5.4.5 Минимальный уровень жидкого азота (криогенной испытательной среды) в приемном резервуаре должен быть достаточным, чтобы имеющийся NPSHA системы на входе в насос был не меньше значения, указанного в технической спецификации к договору поставки.

5.4.6 При испытаниях следует регистрировать, как минимум, следующие параметры:

а) напряжение по каждой фазе питания электродвигателя;

б) сила тока;

в) потребляемая мощность;

г) частота тока;

д) температура жидкого азота (криогенной испытательной среды) в приемном резервуаре;

е) минимальный уровень жидкого азота (криогенной испытательной среды) в приемном резервуаре.

5.4.7 При наличии возможности необходимо дополнительно регистрировать:

а) объемную подачу насоса

б) давление на приеме;

в) давление на нагнетании;

г) вибрацию на корпусе насоса (при наличии датчиков вибрации в комплектации насоса по договору поставки);

д) температуру жидкого азота (криогенной испытательной среды) на выходе из насоса;

е) удельную плотность жидкого азота (криогенной испытательной среды).

5.4.8 Поставщик насоса должен предоставить заказчику протокол динамических испытаний насоса на работоспособность при криогенной температуре.

### 5.5 Параметрические стендовые испытания

5.5.1 Параметрические стендовые испытания проводят для каждого поставляемого насоса.

5.5.2 Параметрические стендовые испытания проводят на жидком азоте. Допускается проводить испытания на СПГ или другой криогенной испытательной среде, если это требование указано в договоре на поставку насосов и имеется соответствующий испытательный стенд.

Примечание — Из-за опасности и высокой стоимости проведения испытаний на СПГ рекомендуется испытывать на СПГ только один насос из каждой партии идентичных поставляемых насосов.

5.5.3 Параметрические стендовые испытания следует проводить по процедурам и критериям ГОСТ 32601—2013, пункт 8.3.3, и по процедурам и методикам ГОСТ ISO 9906, ГОСТ 6134, по первому классу точности. Требования ГОСТ 32601 являются превалирующими. При этом не применяют пункты требований ГОСТ 32601, связанные с деталями и узлами, конструктивно отсутствующими в насосах с погружными электродвигателями (например, торцевые уплотнения вала), а также с параметрами, которые конструктивно не контролируются в насосах с погружными электродвигателями для перекачки охлажденных до криогенных температур сжиженных газов (например, температура подшипников).

5.5.4 Перед началом и сразу после завершения каждого испытания насоса должен быть взвешен определенный объем стендовой перекачиваемой среды и измерена ее температура для определения ее удельного веса.

5.5.5 Насосы с погружными электродвигателями не следует испытывать при нулевой подаче, чтобы не повредить электродвигатель вследствие перегрева или высокой вибрации, вызванных недостаточным потоком перекачиваемой среды через электродвигатель и связанной с этим опасности газообразования. Значение напора при нулевой подаче должно быть рассчитано путем экстраполяции значений других измеренных рабочих точек.

5.5.6 В номинальной рабочей точке допуски на отклонения измеренных параметров насоса от указанных в договоре на поставку должны быть согласно таблице 1, если в договоре не оговорено иное.

Таблица 1 — Допуски при параметрических стендовых испытаниях

| Параметр | Допуск для номинальной рабочей точки, % | Допуск для точки при нулевой подаче, % |
|---|---|---|
| Дифференциальный напор, м | | |
| до 75 включ. | ±3 | ±10[1), 2)] |
| св. 75 до 300 включ. | ±3 | ±8[1), 2)] |
| св. 300 | ±3 | ±5[1), 2)] |
| Потребляемая мощность | 4[3)] | — |
| КПД | —[4)] | — |
| Значение NPSH3 | 0 | — |

[1)] Согласно 5.5.5 прямые измерения на нулевой подаче не применяют для насосов с погружными электродвигателями. Параметры на нулевой подаче должны быть получены экстраполяцией.

[2)] Если в договоре на поставку требуется постоянно снижающаяся форма напорной характеристики, то указанный здесь допуск «в минус» разрешается только в том случае, если полученная по результатам испытаний фактическая форма напорной характеристики является постоянно снижающейся.

[3)] Не допускается увеличивать допуск на основании имеющихся положительных допусков по другим параметрам, от которых зависит потребляемая мощность. После пересчета результатов испытаний на номинальные рабочие условия по подаче, частоте вращения, плотности (удельному весу) и вязкости, пересчитанная потребляемая мощность не должна превышать 104 % от номинального значения, указанного в договоре на поставку.

[4)] Погрешность определения КПД по существующим методикам составляет до минус 3 %. В связи с этим КПД, как правило, не входит в перечень гарантированных характеристик насоса. В случае, если КПД имеет приоритетное значение для заказчика, гарантированное значение КПД и допуск на него при параметрических испытаниях должны быть оговорены в договоре на поставку насоса. При этом рекомендуется использовать допуски по классу точности 1В по ГОСТ ISO 9906—2015, таблица 8 или по классу точности 1 по ГОСТ 6134—2007, таблица 6.4, по согласованию с заказчиком.

По согласованию с заказчиком, допускаются допуски на результаты испытаний, отличные от указанных в таблице 1.

5.5.7 Заказчик может потребовать включить значение КПД при номинальной подаче в перечень гарантированных показателей, с заданным допуском. Если в договоре на поставку задан допуск для значения КПД при номинальной подаче, то должны быть проведены дополнительные замеры параметров в точке, максимально близкой к номинальной подаче. Полученное в результате испытаний значение КПД и допуск на него должны соответствовать требованиям в договоре на поставку.

Примечание — При этом особое внимание следует уделять погрешности определения КПД, в соответствии с методикой, описанной в ГОСТ ISO 9906 или ГОСТ 6134, по согласованию с заказчиком. Заказчик должен ожидать, что добавление КПД с заданным допуском в перечень гарантированных характеристик насоса, как правило, влечет за собой увеличение стоимости насоса и сроков поставки.

5.5.8 Если по результатам испытаний насос достиг показателей, требуемых в договоре на поставку, то после окончательных параметрических испытаний насос не следует разбирать, если иное не требуется заказчиком. После подписания заказчиком акта приемки, насос должен быть дренирован, законсервирован и подготовлен к отгрузке, по процедурам поставщика и требованиям договора на поставку.

5.5.9 Если после завершения параметрических испытаний насос необходимо разобрать с единственной целью подрезки рабочих колес для получения требуемого значения напора, повторные испытания не требуются, если уменьшение диаметра рабочих колес не превышает 5 % от исходного диаметра.

5.5.10 Если после проведенных параметрических испытаний необходимо разобрать насос для внесения любых других корректировок, например для изменения потребляемой мощности, требуемого кавитационного запаса NPSH3 или иных характеристик, то результаты проведенных параметрических испытаний не принимают, и после внесения корректировок в конструкцию должны быть проведены повторные параметрические испытания.

5.5.11 Если насос разбирают после испытаний по любой причине (для подрезки рабочих колес, для внесения корректировок в конструкцию, для осмотра внутренних деталей по требованию заказчика) и при разборке насоса есть риск повреждения подшипников качения, тогда при сборке перед отгрузкой заказчику должны быть установлены новые подшипники качения.

### 5.6 Кавитационные испытания

5.6.1 Кавитационные испытания являются дополнительными, их проводят по требованию заказчика, если это указано в договоре на поставку.

5.6.2 Кавитационный испытания проводят для одного насоса из каждой партии идентичных поставляемых насосов, если иное не оговорено в договоре на поставку.

5.6.3 Кавитационные испытания проводят на жидком азоте, если в договоре на поставку не требуется иная испытательная среда. При этом поставщик должен предоставить и согласовать с заказчиком методику пересчета NPSHR с жидкого азота на рабочую перекачиваемую среду.

5.6.4 По требованию заказчика и при наличии испытательного стенда возможно проведение кавитационных испытаний на СПГ. В этом случае пересчет результатов испытаний не требуется.

Примечание — Из-за опасности и высокой стоимости проведения испытаний на СПГ, кавитационные испытания на СПГ рекомендуется проводить только в особых случаях, если проектное значение NPSHA системы низкое и требуется обязательное подтверждение на испытаниях расчетного значения NPSH3 насоса.

5.6.5 Если установленной мощности электродвигателя недостаточно для испытаний на жидком азоте на полной скорости, то допускается проведение испытаний на пониженной скорости или со снятыми рабочими колесами промежуточных ступеней (на многоступенчатых насосах) для уменьшения потребляемой мощности насоса в пределах установленной мощности электродвигателя.

5.6.6 Кавитационные испытания следует проводить по процедурам ГОСТ 32601—2013, пункт 8.3.3, и по методикам для первого класса точности ГОСТ ISO 9906 или ГОСТ 6134, по согласованию с заказчиком. Требования ГОСТ 32601 являются превалирующими.

5.6.7 По требованию заказчика возможно проведение специальных кавитационных испытаний с определением фактического критического NPSHR насоса до срыва подачи при снижении напора ниже 3 % от номинального. Такие испытания сопряжены с риском повреждения насоса, поэтому они должны быть согласованы между поставщиком и заказчиком. Если по договору требуются такие специальные кавитационные испытания, то поставщик должен составить на них специальную программу и методику и согласовать ее с заказчиком.

Примечание — ОКС 23.080 ГОСТ 32601 описывает кавитационные испытания требуемого NPSHR насоса по критерию падения напора на 3 % от номинального значения. Измеренный таким образом NPSHR обозначают как NPSH3, он является общепринятым параметром для технологических центробежных насосов в нефтегазовой промышленности. Однако, в насосах для перекачки охлажденных до криогенных температур сжиженных газов часто применяют развитые шнекоцентробежные первые ступени с высокими всасывающими свойствами, которые способны при снижении NPSHA на входе продолжать работать без полного срыва подачи при падении напора значительно ниже 3 %. Такие свойства насосов могут представлять интерес для заказчика в случае низкого расчетного NPSHA системы.

### 5.7 Дополнительные испытания

Если оговорено в договоре на поставку, могут быть проведены дополнительные испытания насоса и узлов насосной установки, например: измерение уровня шума, испытания на резонансные колебания корпуса насоса, испытания балансировочного устройства ротора насоса, испытания на кратность пускового тока, испытания высоковольтных и сигнальных кабельных вводов, испытания тросовой подвесной системы для шахтной установки насоса в резервуаре сжиженного газа, испытания донного клапана и верхней крышки насосной шахты, криогенные испытания электрических кабелей на изгиб, и другие. По каждому из таких дополнительных испытаний поставщик должен составить и согласовать с заказчиком программу и методику испытаний.

### 5.8 Предоставление результатов испытаний

Поставщик должен предоставить заказчику результаты испытаний по 5.4—5.6 не позднее 5 рабочих дней после их проведения, если иное не оговорено в договоре на поставку. Заказчик должен в срок, указанный в договоре на поставку, принять результаты испытаний и сообщить об этом поставщику либо представить поставщику свои замечания и требования по доработкам и корректировкам.

Для представления результатов параметрических и кавитационных испытаний рекомендуется использовать форму по ГОСТ 32601—2013, приложение М.

УДК 621.671:006.354 ОКС 23.080

Ключевые слова: комплексы для производства, отгрузки, переработки, сжиженный природный газ, насосы центробежные, методы испытаний

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *М.В. Лебедевой*

Сдано в набор 27.05.2021. Подписано в печать 31.05.2021. Формат 60×84¼. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л 1,26.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
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