ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ

**ПНСТ 33— 2015**

# ПОКРЫТИЯ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ

## Технические требования и методы контроля

**Издание официальное**

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Обществом с ограниченной ответственностью «Экспертная организация «Инженерная безопасность»» (ООО «ЭО «Инженерная безопасность»)

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 мая 2015 г. № 8-пнст

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии не несет ответственности за патентную чистоту настоящего стандарта. Патентообладатель может заявить о своих правах и направить в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии аргументированное предложение о внесении в настоящий стандарт поправки для указания информации о наличии в стандарте объектов патентного права и патентообладателе

*Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).*

*Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее, чем за 9 мес до истечения срока его действия, разработчику настоящего стандарта по адресу: 129164, Москва, ул. Ярославская, д. 8, корп. 3, офис 8 и в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: Ленинский проспект, д. 9, Москва В-49, ГСП-1, 119991.*

*В случае отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты» и журнале «Вестник технического регулирования». Уведомление будет размещено также на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет*

© Стандартинформ, 2015

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

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

# ПОКРЫТИЯ НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ

## Технические требования и методы контроля

Tribological nanocomposite metalliferous coatings.
Technical requirements and control methods

**Срок действия — с 2015—11—01 по 2018—11—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на покрытия нанокомпозиционные металлсодержащие трибологические на основе алмазоподобного углерода и фулереноподобного нитрида углерода (далее — нанопокрытия).

Нанопокрытия применяют для снижения коэффициента трения в подшипниках качения и скольжения, гироскопах, гидравлических и пневматических цилиндрах, рабочих колесах центробежных насосов, шаровых и автомобильных клапанах и других деталях пар трения.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9.302 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля

ГОСТ 30480 Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования

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 применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **нанопокрытие на основе металлсодержащего алмазоподобного углерода:** Покрытие, представляющее собой наноструктурированную аморфную матрицу гидрогенизированного алмазоподобного углерода (DLC — Diamond Like Carbon), армированную кристаллическими наночастицами карбидов металлов.

Примечание — Основные металлы — Ti, Al, Cr, Si, W.

**Издание официальное**

3.2 **нанопокрытие на основе металлсодержащего фулереноподобного нитрида углерода:** Покрытие, представляющее собой наноструктурированную аморфную матрицу фулереноподобного нитрида углерода ($CN_x$, x = 0,2—0,3), армированную кристаллическими наночастицами нитридов металлов.

Примечание — Основные металлы — Ti, Cr.

3.3 **наноструктурированное покрытие:** Покрытие, состоящее из структурных элементов размерами не более 100 нм.

3.4 **нанотвердость:** Свойство поверхностного слоя оказывать сопротивление упругой и пластической деформации (или разрушению) при местных контактных воздействиях со стороны другого, более твердого тела (индентора), имеющего определенную форму и размер.

3.5 **основа:** Поверхность материала изделия, на которую наносят нанопокрытие.

3.6 **коэффициент сухого трения скольжения:** Отношение силы трения скольжения к нагрузке, прижимающей трущиеся тела друг к другу, при отсутствии смазки.

3.7 **температурная стойкость:** Максимальная температура, при которой снижение твердости нанопокрытия составляет не более 20 %.

3.8 **наноиндентирование:** Испытание материала методом вдавливания в поверхность образца специального инструмента — индентора (применительно к нанопокрытиям).

## 4 Обозначение

Условное обозначение нанопокрытия указывают в сопроводительной документации к конкретному изделию. Условное обозначение должно включать обозначение наночастиц армирующего элемента-металла:

Ti, Al, Cr, W — для нанопокрытий на основе алмазоподобного углерода;

Ti, Cr — для нанопокрытий на основе фулереноподобного нитрида углерода; через дефис обозначение матрицы:

DLC — для нанопокрытий на основе алмазоподобного углерода;

CN — для нанопокрытий на основе фулереноподобного нитрида углерода; и через пробел обозначение настоящего стандарта.

Пример условного обозначения покрытия нанокомпозиционного трибологического на основе алмазоподобного углерода, армированного наночастицами Ti:

*Ti-DLC ПНСТ.*

## 5 Требования к поверхности основы

5.1 Параметры шероховатости поверхности основы должны соответствовать требованиям, предъявляемым к конкретному изделию, на которое наносят нанопокрытие.

5.2 Поверхность основы для нанесения нанопокрытия не должна иметь механических повреждений (сколов, затуплений, пор), физико-химических загрязнений (жировых и окисных пленок, следов термообработки, растворимых в воде солей, инертные и реактивные газы, адсорбированные поверхностью основы).

Подготовку поверхности основы допускается выполнять механическим способом (шлифовка, полировка, крацовка, пневмоструйная обработка и др.), не нарушая формы, размеров, шероховатости поверхности основы, которые установлены в стандартах и/или технических условиях на изделия.

При отсутствии дефектов механическую подготовку не проводят.

5.3 Перед нанесением нанопокрытия поверхность основы рекомендуется подвергнуть химической обработке в соответствии с приложением А.

5.4 На поверхности основы после химической обработки и до нанесения нанопокрытия не допускаются органические загрязнения.

5.5 Подготовленные основы для нанесения нанопокрытия хранят в чистых, защищенных от попадания загрязнений емкостях. Время хранения подготовленного изделия на воздухе должно быть не более 24 ч. При необходимости более длительного хранения основы подвергают консервации соответствующими смазками и маслами.

## 6 Требования к нанопокрытиям

6.1 Рабочая поверхность изделия с нанопокрытием должна быть однородной и однотонной по цвету. Не допускается наличие на рабочей поверхности локальных или площадных отслоений нанопокрытия от поверхности изделия.

**6.2 Механические свойства нанопокрытия**

6.2.1 Нанотвердость должна быть, ГПа, не менее:
- 8 — для нанопокрытий на основе алмазоподобного углерода;
- 32 — для нанопокрытий на основе фулереноподобного нитрида углерода.

6.2.2 Приведенный модуль упругости должен быть, ГПа, не более:
- 110 — для нанопокрытий на основе алмазоподобного углерода;
- 280 — для нанопокрытий на основе фулереноподобного нитрида углерода.

6.2.3 Стойкость к упругой деформации не менее:
- 0,09 — для нанопокрытий на основе алмазоподобного углерода;
- 0,12 — для нанопокрытий на основе фулереноподобного нитрида углерода.

6.2.4 Упругое восстановление должно быть в пределах:
- 65 % — 72 % — для нанопокрытий на основе алмазоподобного углерода;
- 70 % — 80 % — для нанопокрытий на основе фулереноподобного нитрида углерода.

6.3 Адгезионная прочность HF1 должна быть 6 баллов по шестибалльной шкале [1].

**6.4 Трибологические свойства нанопокрытия**

6.4.1 Коэффициент сухого трения скольжения должен быть не более 0,3.

6.4.2 Средняя ширина дорожки износа на поверхности должна быть, мкм, не более:
- 160 — для нанопокрытий на основе алмазоподобного углерода;
- 300 — для нанопокрытий на основе фулереноподобного нитрида углерода.

6.5 Температурная стойкость должна быть не более:
- 400 °С — для нанопокрытий на основе алмазоподобного углерода;
- 300 °С — для нанопокрытий на основе фулереноподобного нитрида углерода.

## 7 Контроль качества основы и нанопокрытий

7.1 Перед нанесением нанопокрытия проводят контроль качества основы на соответствие требованиям 5.1—5.5.

7.2 Контроль качества нанопокрытия проводят на образцах-свидетелях.

7.3 Образцы-свидетели должны быть изготовлены из материала изделия. Размеры и формы образцов-свидетелей разрабатывает предприятие-изготовитель и согласовывает в установленном порядке. Нанесение нанопокрытия на образцы-свидетели необходимо проводить совместно с покрываемым изделием для обеспечения полного соответствия характеристик нанесенного нанопокрытия.

7.4 Контроль внешнего вида рабочей поверхности нанопокрытия проводят оптическим микроскопом с увеличением не менее 50 крат.

7.5 Контроль механических свойств нанопокрытия проводят методом наноиндентации образца-свидетеля с использованием стандартного индентора Виккерса в соответствии с [2]. Значение испытательной нагрузки выбирают так, чтобы глубина проникновения индентора не превышала 10 % толщины нанопокрытия.

Допускается применение других методов контроля механических свойств нанопокрытия.

7.6 Контроль адгезии проводят методом Роквелл-теста на образце-свидетеле при значении нагрузки 150 кгс с последующей визуальной оценкой с помощью оптического микроскопа с увеличением не менее 50 крат по шестибалльной шкале в соответствии с [1].

Допускается контроль адгезии методом нанесения сетки царапин по ГОСТ 9.302.

7.7 Трибологические свойства контролируют по ГОСТ 30480. При испытании определяют коэффициент трения трущейся пары — образец-свидетель с нанопокрытием/контртело. Испытания проводят при установленных в соответствии с условиями эксплуатации изделия значениях температуры, относительной влажности, нагрузки на контртело, линейной скорости относительного перемещения и пути трения.

В качестве контртела используют образцы из материалов, технические характеристики которых идентичны материалам, в среде которых используется конкретное изделие.

Допускается контроль трибологических свойств методами по [3—5].

7.8 Контроль температурной стойкости (в среде защитных газов) или окислительной стойкости (при воздействии атмосферного кислорода) заключается в нагреве образца-свидетеля с нанопокрытием до определенной температуры, выдержке в течение одного часа и последующем измерении механических, трибологических свойств и адгезии.

Нанопокрытие считают стойким при заданной температуре, если адгезия 6 баллов и снижение значений механических и трибологических показателей не более 20 %.

Выбор температуры контроля проводят с учетом температуры эксплуатации изделия с нанопокрытием и требований 6.5.

7.9 Нанопокрытие считают годным к эксплуатации при условии соответствия требованиям раздела 6.

**Приложение А**
**(рекомендуемое)**

## Химическая подготовка рабочей поверхности изделий

### А.1 Очистка паром

При наличии на поверхности основы глубоких глухих или сквозных отверстий, углублений, прорезей и резьбовых соединений с сильными загрязнениями в виде ржавчины и остатков кислот, рекомендуется перед ультразвуковой очисткой провести обработку паром высокого давления 4,0—6,5 бар паровым очистителем. После очистки паром водный конденсат сразу удаляют сушкой нагретым воздухом или протиркой изделий сухой бязью для предотвращения коррозии деталей.

### А.2 Ультразвуковая очистка

Обработанные паром детали подвергают ультразвуковой очистке, обеспечивающей удаление загрязнений из труднодоступных участков изделий сложной конфигурации, а также из отверстий небольшого диаметра и крупных поверхностных пор.

В качестве рабочих жидкостей применяют технические моющие средства и органические растворители.

Не рекомендуется очищать влажные детали.

### А.3 Промывка

Операцию промывки изделий проводят для удаления с поверхности изделия остатков загрязненного органического растворителя. Промывку проводят с использованием чистого растворителя того же состава.

После проведения промывки органическими растворителями детали подвергают сушке очищенным нагретым воздухом.

### А.4 Сушка

Сушку проводят для полного удаления жидкости с поверхности изделий после промывки.

Для сушки применяют рециркуляционный обдув нагретым воздухом умеренной температуры. Допускается использовать продувку изделий сжатым воздухом, обдув нагретым воздухом или протирку изделий чистой сухой бязью, фланелью или ватными тампонами.

Воздух, используемый для обдува изделий, должен быть очищен от пыли, паров масла и других примесей.

## Библиография


[1] VDI-3198—1991 Coating (CVD, PVD) of cold forging tools (Толщина холодной ковки покрытий (CVD, PVD) инструментов)

[2] ISO 14577-1:2002 Metallic materials — Instrumented indentation test for hardness and materials parameters — Part 1: Test method (Материалы металлические. Определение твердости и других характеристик материалов инструментальным методом вдавливания. Часть 1. Метод испытания)

[3] ASTM G99-95a Standard test method for wear testing with a pin-on-disk apparatus (Стандартный метод определения коэффициента трения по схеме шарик-диск)

[4] DIN 50324—1992 Tribology; testing of friction and wear model test for sliding friction of solids (ball-on-disc system) (Тела твердые. Модельные испытания на трение и износ при трении скольжения)

[5] ISO 20808:2004 Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Determination of friction and wear characteristics of monolithic ceramics by ball-on-disc method (Керамика тонкая (высококачественная керамика, высококачественная техническая керамика). Определение характеристик износа и трения монолитной керамики методом шарика по диску)



УДК 678.026.6-036.072'7:006.354 ОКС 83.120 ОКП 57 6910

Ключевые слова: покрытия нанокомпозиционные, покрытия металлсодержащие, покрытия трибологические, технические требования, методы контроля

Редактор *Е.В. Алехина*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *А.С. Черноусова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 29.06.2015. Подписано в печать 03.07.2015. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,65. Тираж 36 экз. Зак. 2277.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.


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

gost.e-ecolog.ru