МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЙ

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Издание официальное

БЗ 9—96/334

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
Минск

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Российской Федерацией

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 11—97 от 25 апреля 1997 г.)

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Азербайджанская Республика	Азгосстандарт
Республика Армения	Армгосстандарт
Республика Белоруссия	Белстандарт
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизская Республика	Киргизстандарт
Республика Молдова	Молдовастандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Республика Таджикистан	Таджикский государственный центр по стандартизации, метрологии и сертификации
Туркменистан	Туркменглавгосинспекция
Республика Узбекистан	Узгосстандарт
Украина	Госстандарт Украины

3 Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 25 декабря 1997 г. № 428 межгосударственный стандарт ГОСТ 30480—97 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 июля 1998 г.

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 1998

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандарта России

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения 1
4 Общие положения 2
5 Условия использования различных видов испытаний на износостойкость и требования к методам их проведения 4
Приложение А Физические основы методов исследования материалов поверхностей трения . . . 7
Приложение Б Группы параметров, значения которых необходимо контролировать при моделировании на малогабаритных образцах и натурном моделировании 9
Приложение В Требования к форме и размерам образцов для модельных триботехнических испытаний 9
Приложение Г Параметры трибосопряжений, подлежащие измерениям при натурных испытаниях 10
Приложение Д Особенности влияния конструкции на фрикционно-износные характеристики пары трения, которые выявляются при натурных испытаниях 10
Приложение Е Параметры трибосопряжений, подлежащие контролю при эксплуатационных испытаниях 11

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЙ

Методы испытаний на износостойкость. Общие требования

Products wear resistance assurance.
Methods of wear resistance tests. General requirements

Дата введения 1998—07—01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на изделия, их составные части, рассматриваемые как системы контактного взаимодействия (далее — изделия), работающие в различных условиях внешних воздействий и окружающей среды.

Стандарт устанавливает общие требования к методам испытаний на износостойкость на различных стадиях жизненного цикла изделий.

Требования данного стандарта должны учитываться при разработке методик и программ испытаний конкретных видов изделий.

Установленные настоящим стандартом требования обязательны для изделий, безопасность которых зависит от их износостойкости.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 23.201—78 Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытаний материалов и покрытий на газоабразивное изнашивание с помощью центробежного ускорителя.

ГОСТ 23.207—79 Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытаний машиностроительных материалов на ударно-абразивное изнашивание.

ГОСТ 23.208—79 Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытаний материалов на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы.

ГОСТ 23.211—80 Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытаний материалов на изнашивание при фретинге и фретинг-коррозии.

ГОСТ 23.219—84 Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытаний материалов на износостойкость материалов и деталей при гидроэрозионном изнашивании дисперсными частицами.

ГОСТ 23.301—78 Обеспечение износостойкости изделий. Приборы для измерения износа методом вырезанных лунок. Технические требования.

ГОСТ 27640—88 Материалы конструкционные и смазочные. Методы экспериментальной оценки коэффициента трения.

ГОСТ 27674—88 Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения.

ГОСТ 27860—88 Детали трущихся сопряжений. Методы измерения износа.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1 В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **совместимость материалов:** Пригодность материалов для работы в условиях взаимного контакта без задиров и схватывания.

3.1.2 **рациональный цикл испытаний:** Комплексное использование модельных и/или натурных испытаний, объединенных в единую иерархическую структуру, направленных на подбор пар трения и установление их свойств применительно к реальным условиям эксплуатации.

Издание официальное

3.1.3 **триботехнические испытания** — Испытания систем контактного взаимодействия с целью оценки их триботехнических характеристик в различных условиях внешних воздействий и окружающей среды.

3.1.4 **ускоренные испытания на износостойкость:** Испытания, методы и условия проведения которых обеспечивают получение необходимой информации об износостойкости элементов изделия в более короткие сроки, чем в предусмотренных условиях и режимах эксплуатации.

3.1.5 Остальные термины — по ГОСТ 27674.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Испытания на износостойкость допускается проводить:

- путем организации и проведения специальных триботехнических испытаний;
- в рамках планируемых и проводимых испытаний по отработке изделий по показателям качества, в том числе надежности и безопасности, и подтверждению этих показателей.

4.2 Специальные триботехнические испытания следует проводить, когда:

- от износостойкости отдельных элементов изделия зависит безопасность его эксплуатации;
- изнашивание является основным видом разрушения изделия;
- от показателей износостойкости зависят технико-экономические характеристики изделия.

4.3 Испытания на износостойкость опытных образцов изделий проводят в составе предварительных и (или) приемочных испытаний.

4.4 На этапе постановки изделий на производство проводят контрольные испытания на износостойкость установочной серии изделий или первой промышленной партии.

4.5 Испытания на износостойкость серийных изделий проводят в составе периодических, типовых испытаний и сертификационных испытаний. Испытания проводят по методам, содержащимся в стандартах, технических условиях или по отдельным методикам, утвержденным в установленном порядке.

4.6 Испытания на износостойкость следует проводить с целью решения одной или нескольких следующих задач:

- получения триботехнических характеристик конструкционных и смазочных материалов, необходимых для обоснованного выбора материалов и смазок при проектировании узлов трения;
- оперативного оценивания эффективности мероприятий по совершенствованию свойств материалов и конструкций трущихся сопряжений;
- исследования закономерностей трения и изнашивания, к которым относится комплекс работ по определению влияния различных факторов на скорость изнашивания и абсолютную величину износа;
- изыскания новых материалов и исследования их износостойкости;
- получения исходных данных для расчетов элементов машин на трение и износостойкость;
- определения характеристик процесса изнашивания и соответствующей им степени потери работоспособности;
- определения изменения выходных параметров изделия и, в первую очередь, параметров безопасности в зависимости от износа отдельных элементов;
- выбора наилучших конструктивно-технологических решений;
- выбора оптимальных условий эксплуатации и режимов работы машин и приборов;
- контроля износостойкости материалов, пар трения и изделий;
- осуществления контроля технологической стабильности производства триботехнических материалов и готовой продукции по критериям трения и изнашивания;
- оценки надежности и безопасности узлов трения и их отдельных элементов (в том числе при сертификации) по параметрам износостойкости.

4.7 Для достижения каждой из целей испытаний на износостойкость, указанных в 4.6, следует устанавливать рациональный цикл испытаний (РЦИ), при котором иерархически построенные этапы испытаний предусматривают использование результатов испытаний на предыдущем этапе при проведении испытаний на последующих этапах.

4.8 За этап испытаний в РЦИ следует принимать один из видов испытаний, указанных в таблице 1.

Таблица 1 — Виды (этапы) испытаний на износостойкость и их характеристика

Виды (этапы) испытания	Объекты испытаний	Условия испытаний	Характеристика получаемых данных	Область применения
1 Лабораторные испытания образцов материала	Образцы материала	Вариация нагрузкой и (или) температурой при различных условиях и видах воздействий окружающей среды	Оценка совместимости пар трения; определение предельных силовых и тепловых нагрузок и установление критических точек, после которых наблюдается заметное изменение силы трения или уменьшение износостойкоети	Исследование новых материалов, приближенная оценка области их рационального применения, анализ механических и физико-механических процессов в поверхностных слоях. Контроль стабильности свойств материалов при их производстве
2 Лабораторные испытания малогабаритных образцов	Малогабаритные образцы трибосопряжения	Моделированные условия внешнего воздействия, обеспечивающие воспроизведение заданного процесса изнашивания, температурно-силовых полей такой же интенсивности, как в натурных трибосопряжениях	Фрикционно-износные характеристики пары трения при заданных условиях	Испытаниям должно предшествовать определение масштабных коэффициентов перехода. Анализ износостойкости материала, исследование процесса изнашивания. Получение исходных данных для натурных испытаний
3 Стендовые испытания	Натурные образцы трибосопряжений, сборочные единицы	Воспроизведение на стенде реальных условий эксплуатации	Показатели износостойкости при моделированных условиях эксплуатации	Оценка влияния на фрикционно-износные характеристики пары трения конструкции трибосопряжения. Установление ресурса изнашивания элементов и норм допустимого износа. Контроль качества при производстве
4 Полигонные испытания	Готовые изделия, комплексы	Моделированные на полигоне условия, соответствующие одному или нескольким внешним воздействующим факторам	Показатели и значение износа при моделировании одного или нескольких воздействующих факторов на полигоне	Оценка влияния конструкции и одного или нескольких внешних воздействующих факторов на износостойкость трибосопряжений
5 Эксплуатационные испытания	Готовые изделия и комплексы	Реальное разнообразие условий изнашивания или типовые условия эксплуатации	Ресурс изделий по параметрам износостойкости	Оценка влияния конструкции изделия и реальных условий эксплуатации на износостойкость

4.9 В РЦИ в качестве этапов следует включать такие виды испытаний, которые не позволяют порознь получать полную информацию о работоспособности пар трения.

4.10 При разработке новых изделий РЦИ должен включать испытания на образцах и натурные испытания. Обязательным этапом рационального цикла испытаний является выявление в лабораторных условиях границ совместимости пары трения, оценка ее фрикционно-износных характеристик применительно к режимам эксплуатации исследуемого узла трения и определение на основе этих испытаний критических точек.

Полученные при испытаниях на начальных этапах РЦИ результаты сопоставляют с требованиями к паре трения по предельным и тепловым нагрузкам, износостойкости и стойкости. Выявленные экспериментально критические точки, после которых наблюдается или заметное изменение силы трения, или заметное уменьшение износостойкости, являются естественной границей применения пары трения.

4.11 При модернизации изделий РЦИ может включать только стендовые испытания узла трения и (или) эксплуатационные.

4.12 Метод испытаний на износостойкость следует выбирать с учетом:
- стадии жизненного цикла изделия;
- тяжести последствий из-за отказов изделия по параметрам износостойкости;
- заданных в технической документации триботехнических характеристик;
- требований к достоверности результатов подтверждения износостойкости;
- особенностей конструкции изделия;
- целевого назначения изделия и условий его применения;
- условий и режимов эксплуатации;
- предполагаемых видов изнашивания;
- требований к достоверности подтверждения износостойкости;
- ограничений на продолжительность и стоимость работ по подтверждению износостойкости;
- технических возможностей оснащенности экспериментальной базы.

4.13 Методы измерения износа при испытаниях — в соответствии с приложением А, ГОСТ 23.301, ГОСТ 27640, ГОСТ 27860.

5 УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ИСПЫТАНИЙ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ И ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДАМ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

5.1 Виды испытаний, условия испытаний, характеристика полученных данных и область применения — в соответствии с таблицей 1.

5.2 Испытания образцов материалов должны отвечать следующим требованиям:
- испытания проводят в условиях, возможно ближе моделирующих условия эксплуатации материалов в конструкциях или машинах, виды нагружения, действующие нагрузки, скорости, температуры, условия смазки, абразивную среду;
- методы испытаний образцов и испытательные машины должны быть стандартными и должны обеспечивать сопоставимость результатов, проведенных различными исследователями;
- условия и метод испытаний должны обеспечивать получение характеристик износостойкости в данных условиях с наименьшим влиянием конструктивных особенностей образцов.

5.3 В зависимости от вида изнашивания и вида внешних воздействующих факторов испытания образцов материалов следует проводить в соответствии с действующими стандартами:
- на газоабразивное изнашивание — по ГОСТ 23.201;
- на ударно-абразивное изнашивание — по ГОСТ 23.207;
- на изнашивание при фреттинге и фреттинг-коррозии — по ГОСТ 23.211;
- на гидроэрозионное изнашивание — по ГОСТ 23.219;
- при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы — по ГОСТ 23.208.

5.4 Испытания вида 1 следует проводить при сравнительной оценке новых материалов, контроле стабильности триботехнических свойств материалов при производстве, получении исходных данных для расчета износостойкости, разработке рекомендаций по допустимым режимам нагружения в эксплуатации и других целей.

5.5 Испытания вида 2 следует проводить на стадии отработки конструкции для анализа износостойкости материалов в заданных режимах трения и смазки, для получения исходных данных при применении расчетно-экспериментальных методов оценки износостойкости.

5.6 Модельным испытаниям на малогабаритных образцах должно предшествовать определение масштабного фактора или расчет масштабных коэффициентов перехода (МКП) от модели к натуре для каждого параметра триботехнической системы.

После расчета МКП обязательно следует проводить анализ возможности их реализации при испытаниях на лабораторных установках по параметрам режима испытаний: скорости, нагрузке, моменту инерции маховых масс (для задач нестационарного трения), температуре.

5.7 Группы параметров, значения которых необходимо контролировать при моделировании на малогабаритных образцах и натурном моделировании, приведены в приложении Б.

5.8 Требования к форме и размерам образцов для моделирования триботехнических испытаний приведены в приложении В.

5.9 Испытания 3-го, 4-го и 5-го видов, предусматривающие натурные испытания параметра трибосопряжений, подлежащие измерениям при натурных испытаниях, приведены в приложении Г.

5.10 Натурные испытания следует проводить с целью определения влияния конструктивного оформления пары трения на его работоспособность в заданном диапазоне режимов силового, теплового и скоростного нагружения.

Натурные испытания с использованием машины с установленным в ней узлом трения следует проводить для получения информации об износе элементов пары трения или наработке узла трения на отказ.

5.11 Натурное моделирование, выполняемое на специальных стендах, должно воспроизводить и регистрировать режимы нагружения при большой вариации значений контрольных параметров и должно проводиться с целью непрерывного измерения и регистрации момента сил трения, коэффициента трения, температуры, расхода смазочного материала и периодического измерения размеров контролируемых поверхностей и износа.

При стендовых испытаниях должно быть установлено наилучшее конструктивное оформление узла трения.

5.12 Конструктивные параметры, влияющие на фрикционно-износные характеристики пары трения и выявляемые при натурных испытаниях, приведены в приложении Д.

5.13 Рациональный цикл натурных испытаний должен сочетать стендовые, полигонные и эксплуатационные испытания изделий в целом (полнокомплектные испытания) и их составных частей (автономные испытания).

5.14 При планировании рационального цикла натурных испытаний должны быть предусмотрены следующие виды работ:

- подбор и изучение изделий-аналогов, анализ причин их отказов и преждевременного износа основных узлов;
- анализ нагруженности изделий-аналогов;
- установление видов изнашивания и физико-химических процессов разрушения с использованием результатов лабораторных испытаний пар трения и данных об изделиях-аналогах;
- анализ функционального назначения изделия и установление внешних воздействующих факторов (ВВФ), влияющих на износостойкость изделия и его составных частей;
- анализ условий эксплуатации и оценка нагруженности составных частей;
- установление номенклатуры составных частей, подлежащих поэлементным испытаниям на износостойкость;
- установление объектов стендовых, полигонных и эксплуатационных испытаний;
- выбор форсируемых ВВФ (при ускоренных испытаниях);
- выбор и (или) изготовление испытательного оборудования и средств измерений;
- назначение режимов испытаний и выбор методов моделирования условий эксплуатации и нагруженности элементов изделий;
- проведение поэлементных и полнокомплектных испытаний с комплексным воспроизведением эксплуатационных режимов;
- статистическая обработка результатов испытаний;
- оценка показателей износостойкости с учетом результатов полнокомплектных испытаний и испытаний составных частей.

5.15 Режимы испытаний 3-го и 4-го вида допускается форсировать путем ужесточения внешнего воздействия.

5.16 Стендовые и полигонные испытания на износостойкость проводят по ускоренным методам, если определены:

- принцип и методы ускорения испытаний;
- режимы ускоренных испытаний;
- расчетные формулы и (или) коэффициенты, позволяющие привести данные о результатах ускоренных испытаний к нормальным условиям испытаний.

5.17 При планировании и проведении ускоренных натурных испытаний следует учитывать следующие ситуации:

- объектом испытаний является изделие, характеризуемое одним видом эксплуатационного нагружения и одним видом разрушения — изнашиванием. Для таких изделий допустимо планировать испытания только на данный вид изнашивания;
- объектом испытаний является изделие со слабыми связями между элементами. В этом случае допустимо планировать и проводить ускоренные испытания по каждому элементу, рассматривая их как самостоятельные объекты испытаний, или оценивать износостойкость изделия по наиболее слабому элементу;
- объектом испытаний является изделие со значительной зависимостью между элементами и различными видами воздействующих факторов. В этом случае форсирование испытаний может быть обеспечено одновременным ужесточением нескольких разрушающих факторов (например увеличе-

нием абразивности и частоты нагружения). В этом случае коэффициенты ускорения по каждому виду разрушающих факторов будут различны.

5.18 Метод форсированных испытаний на износостойкость следует считать заданным, если указаны:

- форсированные режимы;
- порядок проведения испытаний и наблюдаемые параметры;
- способ расчета оцениваемых характеристик износостойкости продукции по результатам форсированных испытаний для всех партий изделий, которые будут выпущены в процессе производства.

5.19 Прямыми и косвенными критериями определения допустимого верхнего предела форсирования внешнего воздействующего фактора являются:

- сохранение вида контакта (упругий, упругопластический, пластический);
- резкое повышение температуры в зоне трения;
- сохранение вида изнашивания;
- увеличение момента трения;
- возникновение заеданий;
- изменение места разрушения и его характера;
- потеря устойчивости конструкции;
- нарушение пропорциональности в распределении механических напряжений и нагрузок;
- нарушение режимов смазки.

Эталоном для сравнения указанных критериев должны служить их значения для нормальных условий и режимов эксплуатации.

5.20 Условием достоверности выбранного режима ускорения является идентичность видов трения и износа при нормальном и форсированном режимах температурных полей, полей напряжений и деформаций, структуры и микротвердости материалов по глубине контактирующих тел, а также шероховатости поверхностей.

5.21 В зависимости от вида изделий, условий их использования и внешних воздействующих факторов стендовые испытания на износостойкость могут проводиться путем:

- воспроизведения одного вида разрушающих воздействий (например абразива);
- последовательного приложения к объекту нескольких видов разрушающих воздействий, приводящих к различным видам разрушения или изнашивания (например абразивное, эрозионное, усталостное и т. п.). Такие испытания следует проводить, как правило, на различных стендах, и они допустимы только при условии независимости таких воздействий;
- комплексного воспроизведения нескольких разрушающих воздействий, имитирующих реальные условия эксплуатации, в т. ч. и различные виды изнашивания. При таких видах испытаний показатели износостойкости определяют с учетом влияния на износ всего комплекса разрушающих воздействий.

5.22 К испытаниям 4-го вида следует относить полигонные испытания, используемые при необходимости:

- сокращения трудоемкости испытаний за счет приближения полигонов к основной производственной базе;
- сокращения продолжительности испытаний за счет форсирования нагрузок;
- повышения точности и сопоставимости результатов испытаний за счет стабильности условий их проведения.

5.23 Полигонные испытания на износостойкость следует проводить на сооружениях полигона, моделирующих отдельные виды износных разрушений или весь комплекс разрушающих воздействий.

5.24 Эксплуатационные испытания могут включать опытную и подконтрольную эксплуатации. Опытную эксплуатацию можно проводить только с целью оценки износостойкости основных элементов машин. Подконтрольная эксплуатация должна воспроизводить реальные условия эксплуатации, характерные для изделия данного класса. При этом должно обеспечиваться чередование условий и режимов предполагаемого использования.

Параметры трибосопряжений, подлежащие контролю при эксплуатационных испытаниях, — в соответствии с приложением Е.

5.25 В тех случаях, когда реализацию сложных натурных экспериментов невозможно провести, должны быть использованы методы математического моделирования. Математическое моделирование применяют, когда известно достаточно достоверное математическое описание моделируемого процесса.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Таблица А.1 — Физические основы методов исследования материалов поверхностей трения

Метод исследования	Физический принцип, используемый в приборе	Разрешающая способность	Область применения	Физические основы метода исследования
Растровая электронная микроскопия	Взаимодействие с поверхностью падающего пучка электронов. Исследование рентгеновских лучей можно проводить методом дисперсионного анализа по дисперсии энергии или длин волн излучения. Анализ дисперсии энергии быстрее, но дает меньшее разрешение	5—20 нм	1 Сканирование поверхности электронным пучком с целью получения ее изображения. 2 Микроанализ поверхностного слоя, особенно при исследовании элементов с атомным номером более 35	Исследуемое рентгеновское излучение обладает энергией, характерной для того или иного элемента, и может быть использовано при идентификации элементов, присутствующих в объеме образца вблизи поверхности трения
Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ)	Метод микродифракции со стационарным пучком, возможен сканирующий пучок	≤10 нм	Микроанализ частиц износа и маленьких участков поверхности, особенно при объяснении химических реакций на поверхности образца	Электронная дифракция с использованием падающего пучка
Рентгеновская флюоресценция	Испускание рентгеновских лучей атомов, возбужденных падающим рентгеновским излучением	Вторичные рентгеновские лучи могут возникать на глубине ≤10 мкм. Чувствительность до 0,0001 % для тяжелых элементов	Неразрушающий характер исследования с целью количественного анализа элементов, тяжелее кислорода	Сигнал отдельного элемента пропорционален концентрации этого элемента. Количественный анализ
Акустическая микроскопия	Различные материалы в разной мере способствуют прохождению звука	≤0,5 мкм	Исследование тонких пленок	Ультразвуковые волны в мета- или гигагерцевом диапазоне фокусируются линзой на образец. Поверхность сканируется падающим пучком волн
Оптическая микроскопия	Исследование микроструктуры с целью качественного определения фазового состава и количественного содержания фаз, размера и распределения структурных составляющих	Увеличение 100...200^{x}	Наличие повреждений, очагов коррозии и разрушения	Метод наблюдения не различимых человеческим глазом объектов через оптический прибор, сильно увеличивающий изображение
Рентгеновский структурный анализ	Взаимодействие рентгеновского излучения с электронами вещества, в результате которого возникает дифракция рентгеновских лучей	Для исследования структуры применяют излучение с длиной волны λ=1 А (0,1 нм)	Исследование тонкой структуры металла, структурных изменений	Метод исследования структуры вещества по распределению в пространстве и интенсивностям рассеянного на анализируемом объекте рентгеновского излучения

Окончание таблицы А.1

Метод исследования	Физический принцип, используемый в приборе	Разрешающая способность	Область применения	Физические основы метода исследования
Рентгенография	Получение в рентгеновских камерах с использованием дифракции рентгеновских лучей рентгенограмм или получение в рентгеновских дифрактометрах рассеянного рентгеновского излучения	—	Определение числа, размеров или разориентировки кристаллитов; определение остаточных напряжений, фазовый анализ радиационных повреждений	Определение углов разориентировки и размеров блоков мозаичной структуры, которые определяют прочность материала и связаны с плотностью дислокаций; микронапряжения приводят к уширению дебаевских линий
Измерение микротвердости	Взаимодействие индентора (алмазной пирамиды) с материалом образца под воздействием небольших нагрузок (порядка десятков граммов)	Минимальные нагрузки 2×10^{-2} н	Исследование отдельных структурных составляющих и тонких поверхностных слоев	Метод определения сопротивления внедрению индентора в материал
Эллипсометрия	Оптический метод, с помощью которого измеряют толщину и коэффициент преломления тонких пленок (жидких, твердых)	—	Исследование процессов адсорбции, коррозии, микронеоднородностей на поверхности (с помощью луча лазера), состава анизотропных поверхностей и пленок	Состояние поляризации светового пучка, отраженного излучаемой поверхностью и на ней преломленного
Метод контактной разности потенциалов	Электрофизический метод исследования энергетических характеристик (работы выхода электронов) поверхности твердого тела	—	Оценка поверхностной энергии твердого тела, на основе которой проводятся исследования адсорбционных явлений, формирования граничных слоев смазки и пластификации поверхностных слоев материала	Для освобождения электрона из металла затрачивается работа по преодолению потенциального барьера, обусловленного электростатическим взаимодействием ионной решетки металла и электрона. На работу выхода электрона влияют искажения ионной решетки металла атомами примесей, температура металла, внешнее электрическое поле, адсорбированные слои ионов или примесей на поверхности

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

ГРУППЫ ПАРАМЕТРОВ, ЗНАЧЕНИЯ КОТОРЫХ НЕОБХОДИМО КОНТРОЛИРОВАТЬ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ НА МАЛОГАБАРИТНЫХ ОБРАЗЦАХ И НАТУРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Таблица Б.1

Наименование группы	Параметры процесса и элементы подсистем
Спектр нагружения	Эффективные значения и дисперсии нагрузок; продолжительность нагружения; скорость нарастания нагрузки; динамическая составляющая нагрузки. Скорость; замедление (ускорение); вид движения. Температура на фрикционном контакте; температура окружающей среды
Структура испытуемого трибосопряжения	Подвижный элемент пары трения; неподвижный элемент; окружающая среда; промежуточный материал; коэффициент взаимного перекрытия
Свойства материалов элементов трибосопряжения	Механизм износа; механизм нагружения фрикционной связи
Триботехнические измеряемые величины	Сила (коэффициент) трения; величина (интенсивность) износа; толщина слоя смазки; повышение температуры; акустическое излучение (шум); работа сил трения; топография износа

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)

ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ И РАЗМЕРАМ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ МОДЕЛЬНЫХ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Таблица В.1

Требования	Физические основы требования	К чему приводит игнорирование требований
На поверхности трения образца должно размещаться около 100 структурных элементов	Статистическая представительность анализа процессов разрушения поверхности	К увеличению погрешности оценки пропорционально уменьшению числа структурных единиц
Диаметр образца в 2, 3 раза больше диаметра вала образца-держателя	При малых нагрузках трение в опорах может быть соизмеримо с трением в испытуемом узле	К ошибке до 50—70 % при измерении трения
Тождественность отношений наружного к внутреннему диаметру у модели и натуры	Ограничение условий проникания жидкой или газовой среды в зону трения	К возможности ошибки в оценке значений трения в 1,4—2,5 раз
Наличие канавки для удаления продуктов износа	Предохранение контактирующих поверхностей от шаржирования продуктами износа	К ошибке в оценке интенсивности изнашивания в 1,5 раза
Одинаковая с натурными образцами податливость конструкции образца	Уменьшение локальных перегрузок участков поверхности трения	К ошибке в оценке трения на 3—70 %
Сохранение на модели условий теплоотвода, близких к натурным	Получение критических точек на моделях, близких к натурным	К ошибке в оценке трения до 2—3 раз

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)

ПАРАМЕТРЫ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ИЗМЕРЕНИЯМ ПРИ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Таблица Г.1

Узел трения	Испытуемое трибосопряжение	Контролируемые параметры
Винтовая пара	Винт-гайка	Сила (коэффициент) трения, износ витков в различных частях профиля резьбы
Фрикционная муфта, тормоз	Пара трения диск-диск, пара трения уплотнений (масляных)	Сила (коэффициент) трения в фрикционной паре, износ дисков, температура фрикционного разогрева, трение в уплотнении, утечки, ресурс, время
Опора скольжения	Пара трения вал-вкладыш или вал-частичный вкладыш	Сила трения, время, расход аналогичного материала, температура трения, интегральный и локальный износ с учетом топографии износа элементов пары трения
Подшипник качения	Подшипник в сборе, пара трения уплотнений	Сила трения подшипникового узла в сборе, нагрев подшипника, износ подшипника, утечки через уплотнение, ресурс уплотнения, время
Поршень-цилиндр	Поршневое кольцо в паре с цилиндром	Сила (коэффициент) трения, толщина пленки смазочного материала, износ интегральный и локальный с учетом топографии износа каждого элемента пары трения, температура, время
Редуктор	Зубчатая пара или червячная пара уплотнения	Потери на трение, износ каждого элемента пары трения, утечки, ресурс, температура, время
Уплотнение гидроцилиндра	Пара трения манжеты (или кольцо) — цилиндр	Сила (коэффициент) трения, утечка через уплотнения, температура на контакте, время
Шарнир цепи	Пара трения палец-вкладыш	Коэффициент трения при качательном движении, износ элементов пары трения, время

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ НА ФРИКЦИОННО-ИЗНОСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРЫ ТРЕНИЯ, КОТОРЫЕ ВЫЯВЛЯЮТСЯ ПРИ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Таблица Д.1

Конструктивный параметр, выбранный неудачно	Дополнительный физический процесс на контакте пары трения	Изменение фрикционно-износных характеристик. Повреждение поверхностей
Чрезмерная ширина поверхностей контакта	Кислородное голодание	Рост силы трения. Следы схватывания (вырывы)
Ширина или длина фрикционного элемента во много раз больше его толщины	Перегрузка отдельных участков в результате коробления поверхности контакта	Уменьшение и нестабильность силы трения, неравномерный износ
Длина элемента пары трения в несколько раз больше его ширины	То же	То же
Неправильно спрофилированные канавки на поверхности трения	Отсутствие всплытия вала, вместо жидкостного — граничное трение	Рост силы трения, риски
Отсутствие самоустановки элемента пары трения	Местные перегрузки	Нестабильность силы трения

Окончание таблицы Д.1

Конструктивный параметр, выбранный неудачно	Дополнительный физический процесс на контакте пары трения	Изменение фрикционно-износных характеристик. Повреждение поверхностей
Оба элемента трибосопряжения — из материалов с низкой температуропроводностью	Перегрев и деструкция материалов в зоне контактирования	Нестабильность трения, риски, сильный износ
Частота собственных колебаний конструкции близка к частоте фрикционных автоколебаний	Резонансные явления	Катастрофический износ
Отсутствие полостей (прорезов) для удаления продуктов изнашивания	Шаржирование поверхностей трения продуктами износа	Увеличение интенсивности изнашивания в 1,5—2 раза

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(справочное)

ПАРАМЕТРЫ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ, ПОДЛЕЖАЩИЕ КОНТРОЛЮ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Таблица Е.1

Наименование параметра	Цель измерения
Скорость в зоне контакта трибосопряжения: максимальная, минимальная, изменяющаяся во времени	Оценка мощности трения и температуры в зоне контакта для выявления температурного режима пары трения и смазочного материала
Нагрузка на контакте и ее распределение во времени	Оценка мощности трения и температуры в зоне контакта для выявления температурного режима пары трения и смазочного материала; оценка жесткости конструкции
Путь трения	Данные для расчета интенсивности изнашивания
Продолжительность работы в течение смены	Определение длительности и частоты нагружения (продолжительности периодов нагружения и отдыха)
Температура окружающей среды	Анализ условий работы смазочных материалов, анализ влияния изменения зазоров на характер нагружения
Влажность окружающей среды	Оценка интенсивности трибокоррозионных процессов и нестабильность трения
Вибрация (частота, амплитуда)	Оценка влияния на трение, износ
Запыленность окружающей среды, загрязненность абразивом смазочных материалов на контакте, число частиц в 1 кубометре среды, размер, твердость частиц	Оценка влияния абразивной среды на износостойкость трибосопряжения
Расход смазочного материала	Определение вида трения
Остаточная деформация элемента пары трения	Оценка дополнительных нагрузок на трибосопряжение
Объемный нагрев	Анализ влияния зазоров на характер нагружения, возможность структурных превращений в материале пары трения
Скорость удаления продуктов изнашивания из зоны трения	Оценка причин нестабильного характера износостойкости
Содержание в окружающей среде химически активных загрязнений	Оценка изменения износостойкости вследствие образования или разрушения защитных пленок на поверхности трения
Возможность проникания окислительной среды на контакте	Оценка изменения износостойкости
Износ и его изменение во времени	Оценка увеличения динамических воздействий на паре трения вследствие изменения зазоров
Сохранение условий проявления гидродинамических эффектов, близких к натуральным	Постоянное разделение поверхностей трения пленкой смазочного материала

УДК 620.178.167:006.354 МКС 03.120.10 Т51 ОКСТУ 0023

Ключевые слова: износостойкость; прирабатываемость; триботехнические, стендовые, полигонные, эксплуатационные, ускоренные испытания

Редактор *Р.Г. Говердовская*
Технический редактор *О.Н. Власова*
Корректор *В.И. Кануркина*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 16.01.98. Подписано в печать 30.01.98. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,50.
Тираж 299 экз. С/Д 3025. Зак. 591.

gost.e-ecolog.ru

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102