

**Обеспечение износостойкости изделий**

**Метод определения триботехнических свойств  
конструкционных материалов при взаимодействии  
с волокнистой массой**

Издание официальное

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Российской Федерацией

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 11 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       | Казгосстандарт  |
| 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 26 декабря 1997 г. № 438 межгосударственный стандарт ГОСТ 23.223—97 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 июля 1998 г.

4 ВЗАМЕН ГОСТ 23.223—85

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Обеспечение износостойкости изделий

## Метод определения триботехнических свойств конструкционных материалов при взаимодействии с волокнистой массой

Products wear resistance assurance.

Method for determination of tribotechnical properties of construction materials in contact with fibrous material

Дата введения 1998—07—01

**1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на металлические и неметаллические материалы и покрытия и устанавливает метод определения триботехнических свойств — сил трения, предельно допустимых нагрузок, скоростей скольжения при взаимодействии с волокнистым материалом (волокнистой массой), например хлопком-сырцом.

По триботехническим характеристикам определяют:

- способность выбранного материала и покрытий работать с конкретной волокнистой массой;
- наиболее предпочтительный материал или покрытие;
- оптимальные режимы работы;

- работоспособность и безопасность машин и оборудования при взаимодействии с определенными видами волокнистой массы.

Метод следует использовать при невозможности или нецелесообразности натуральных испытаний машин и оборудования, взаимодействующих с волокнистой массой, по технико-экономическим критериям.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использована ссылка на ГОСТ 27674—88 Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения

**3 Определения**

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями. Волокно — протяженные гибкие и прочные тела с очень малыми поперечными сечениями.

**П р и м е ч а н и е** — Различают волокна:

натуральные (природные);

растительного происхождения — хлопок, лен, джут и др.;

животного — шерсть, шелк;

минерального — асбест;

химические;

искусственные — получаемые из органических природных высокомолекулярных соединений;

синтетические — получаемые из синтетических полимеров.

Волокнистая масса — совокупность неупорядоченных по взаимному расположению волокон.

Остальные термины — по ГОСТ 27674.

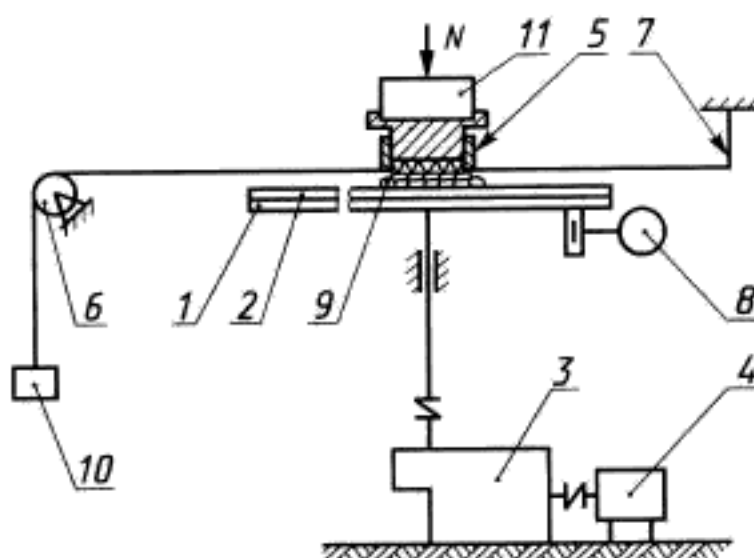
## 4 Сущность метода

Сущность метода состоит в том, что трение волокнистого материала осуществляют о торцевую поверхность дискового образца из исследуемого материала при ряде заданных значений давления  $p$  прижима и скорости  $v$  скольжения, измеряют значения силы трения, температуры образца и электростатического заряда на волокнистой массе, по которым судят о диапазоне допустимых значений  $p$  и  $v$  и работоспособности испытываемого материала.

## 5 Аппаратура и материалы

5.1 Установка для испытания (рисунки 1 и 2) должна отвечать следующим основным требованиям:

- давление на волокнистую массу создает поршень массой  $(0,45 \pm 0,01)$  кг, расположенный в цилиндрическом коробе. Расстояние от оси короба 3 (рисунок 2) до оси вращения должно быть не менее 240 мм;



1 — опорный подвижный диск; 2 — образец; 3 — редуктор; 4 — приводной электродвигатель; 5 — цилиндрический короб; 6 — блок тарировочного устройства; 7 — тензобалка; 8 — тахометр; 9 — испытуемая волокнистая масса; 10 — груз; 11 — тарировочный груз

Рисунок 1 — Схема испытаний и тарировки

- силу трения регистрируют тензодатчики, расположенные на тензобалке тензоусилителя, и осциллограф;

- плотность трибоэлектрических зарядов определяют измерением потенциала электрометром;

- температуру в зоне трения измеряют потенциометром по показателям термоэлектрического преобразователя (термопары), установленного в скользящих углеграфитовых элементах;

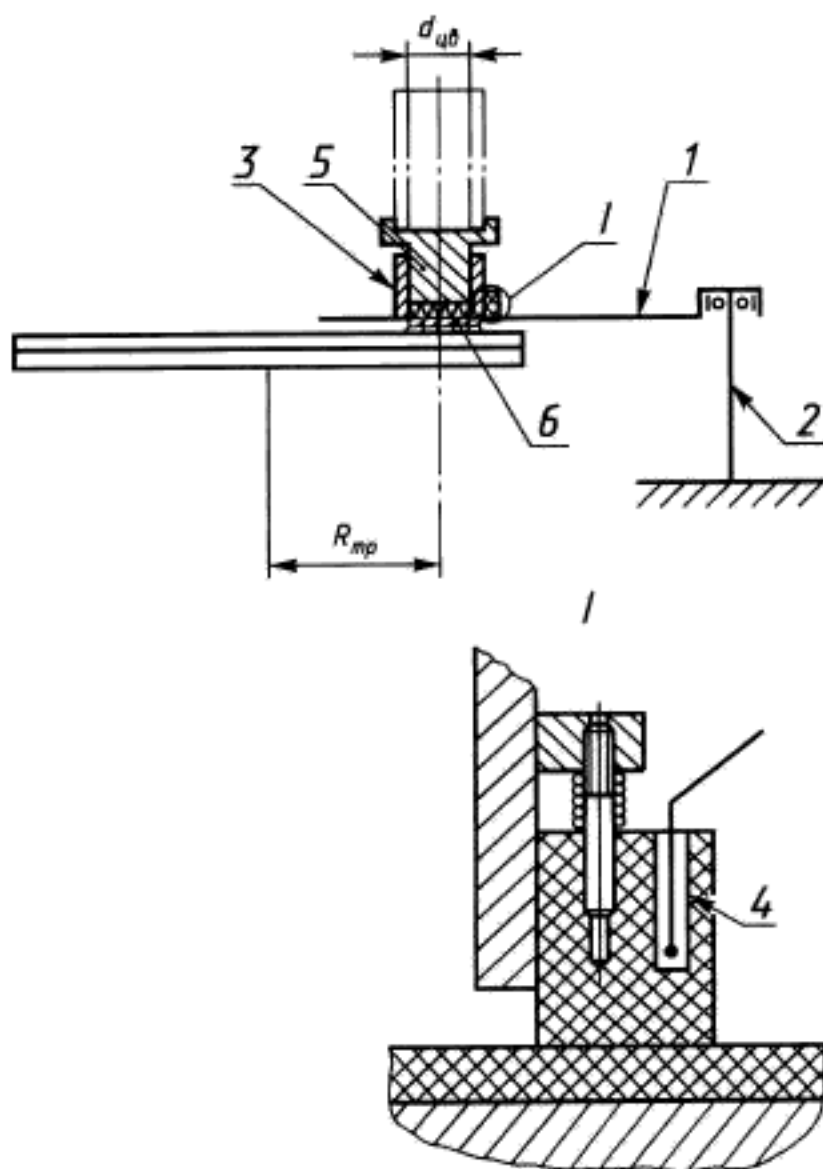
- скорость скольжения при трении регулируют изменением частоты вращения электродвигателя.

5.2 Стенд для испытаний должен обеспечивать:

- прижатие волокнистого материала массой  $(50 \pm 2)$  г к образцу по круговой площадке диаметром 80 мм давлением в диапазоне 0,001—0,05 МПа;

- частоту вращения дискового образца, обеспечивающую скорость скольжения центра площадки контакта волокнистой массы с образцом в диапазоне  $0,5—10 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  с шагом  $0,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  с погрешностью  $\pm 5 \%$ ;

- непрерывную регистрацию момента сил трения от 0 до  $1962 \text{ Н} \cdot \text{см}$  (от 0 до  $200 \text{ кгс} \cdot \text{см}$ );



1 — стрела; 2 — вертикальная ось; 3 — цилиндрический короб диаметром  $d_{\text{цб}}$ ; 4 — скользящий элемент (медный электрод); 5 — поршень; 6 — волокнистая масса

Рисунок 2 — Нагрузочная система испытаний установки

- среднеквадратическое отклонение при оценке случайной погрешности моментоизмерителя (при статической градуировке) не более 4 % измеряемого значения;
- измерение частоты вращения подвижного образца от 10 до 420 мин<sup>-1</sup> с погрешностью не более 5 % установленного значения;
- измерение температуры подвижного образца в зоне трения до 150 °С с применением автоматического электронного потенциометра класса точности не ниже 0,5 и скользящего элемента с встроенным в него термоэлектрическим преобразователем;
- напряжение статического электричества на волокнистом материале в процессе трения непрерывно измеряют в диапазоне 10—30000 В с погрешностью не более 5 % измеряемого значения;
- измерение суммарной электрической емкости системы трения и измерительной системы не более  $(60 \pm 10)$  пФ с погрешностью не более 5 % измеряемого значения.

5.3 Весы лабораторные 3-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г.

5.4 Медный электрод (см. рисунок 2) для измерения напряжения статического электричества на волокнистой массе должен одновременно служить для фиксации волокнистой массы, не допуская ее перекатывания в процессе испытаний.

5.5 Образец должен быть электрически изолирован от станины испытательного прибора, сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм, электрическая прочность не менее  $30000 \text{ В} \cdot \text{см}^{-1}$ .

5.6 Зазор между образцом и коробом должен быть не более 1 мм. Образец исследуемого материала изготавливают в соответствии с рисунком 3.

5.7 Шероховатость рабочей поверхности образца должна соответствовать условию

$$Rz \leq 0,4d_{\text{cp}},$$

где  $d_{\text{cp}}$  — средний диаметр волокна, мм.

Направление и форма шероховатости должны соответствовать технологии изготовления изделий, моделируемых при испытаниях.

5.8 Давление прижатия углеродистого элемента ( $0,002 \pm 0,001$ ) МПа.

5.9 Для испытаний применяют трибومتر, схема которого приведена в приложении А.

## 6 Подготовка к испытаниям

6.1 Подготавливают порции волокнистого материала массой ( $50 \pm 2$ ) г, однородного по влажности, засоренности и другим основным показателям, предусмотренным в НД на данный материал.

6.2 Образец устанавливают в соответствии с рисунком 1.

6.3 Короб устанавливают в соответствии с 5.2 и приложением А и помещают в него подготовленную порцию волокнистого материала.

6.4 Производят приработку испытуемого образца последовательно под нагрузками, обеспечивающими минимальное и максимальное давления в сочетании с минимальными и максимальными скоростями скольжения в соответствии с 5.2. На каждом режиме прирабатывают не менее 60 с или до стабилизации коэффициента трения. В процессе приработки окончательно отлаживают измерительную аппаратуру.

**Примечание** — Нагрузка задается суммарной массой грузов на поршне с самого поршня. Минимальное давление 0,001 МПа обеспечивается массой поршня без грузов.

## 7 Проведение испытаний

Порядок проведения испытаний определяется в зависимости от цели испытания.

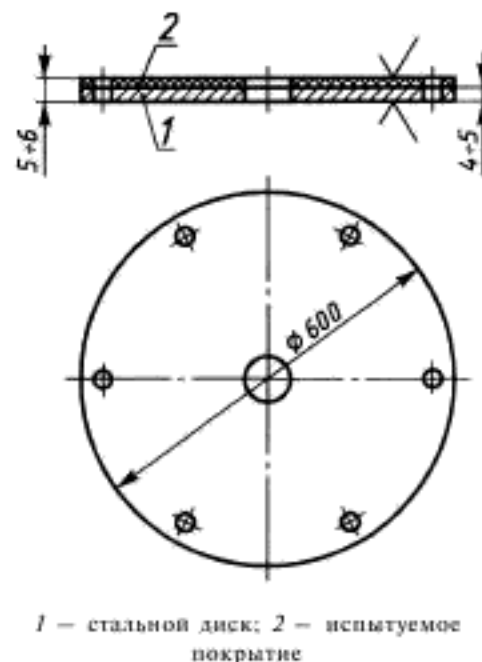
### 7.1 Выбор режимов работы пар трения «поверхность — волокнистая масса»

7.1.1 Для оценки способности выбранного материала и (или) покрытия работать с конкретными видами волокнистой массы определяют предельные значения давления  $p$  и скорости скольжения  $v$ , при которых еще не имеет место увеличение коэффициента трения  $f$ , температуры и электростатического заряда. В зависимости от вида исследуемого материала и вида волокнистой массы за критерий выбора принимают одну или две из вышеназванных характеристик.

7.1.2 Устанавливают частоту  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$ , вращения образца, исходя из необходимой скорости скольжения  $v$ ,  $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$ , и расстояния  $R_{\text{тр}}$ , мм, от оси вращения до оси короба (рисунок 2), определяя ее по формуле

$$n = \frac{9554}{R_{\text{тр}}} \cdot v. \quad (1)$$

7.1.3 Помещают в короб порцию волокнистой массы, опускают поршень и создают необходимое давление в соответствии с 5.2.



1 — стальной диск; 2 — испытуемое покрытие

Рисунок 3 — Образец исследуемого материала

7.1.4 Испытания проводят по 7.1.2 и 7.1.3, непрерывно регистрируя при этом силу трения, температуру и электростатический заряд не менее 60 с после стабилизации измеряемых величин.

7.1.5 Испытания для тех же значений  $p$  и  $v$  в соответствии с 5.2 повторяют не менее трех раз для другого образца. Перед проведением каждого повторного испытания с поверхности образца снимают остаточные трибоэлектрические заряды заземлением электродов. Повторное использование порции волокнистой массы не допускается.

7.1.6 Испытания (7.1.2—7.1.4) повторяют для других значений  $p$  и  $v$ .

7.1.7 Результаты измерения силы трения, напряжения и емкости, средние за время не менее 30 с трения, регистрируют в протоколе испытаний. Форма протокола приведена в приложении Б.

7.1.8 Для каждого сочетания  $p$  и  $v$  по результатам повторных испытаний вычисляют средние значения силы  $F$  стабилизированного трения, напряжения  $U$  и суммарной емкости  $C_{\Sigma}$ .

Средний коэффициент  $f$  трения рассчитывают по формуле

$$f = 200 \frac{F}{p}. \quad (2)$$

Среднюю плотность электростатических зарядов вычисляют по формуле

$$q = 500 C_{\Sigma} U. \quad (3)$$

7.1.9 По результатам расчетов строят график зависимости  $f$  от произведения  $pv$ , оценивают значение  $pv$ , при котором начинается увеличение  $f$ , и принимают его за искомый режим работы. Если необходимо учитывать температуру и электростатический заряд, то строят графики зависимости  $pv-t$ ,  $pv-q$ . В этом случае за искомое  $pv$  принимают минимальное значение  $pv$ , определяемое по трем графикам.

## 7.2 Выбор материала образца и (или) покрытия по триботехническим характеристикам

7.2.1 Вид материала или покрытия выбирают для каждого сравниваемого материала в последовательности, указанной в 7.1.1—7.1.8.

7.2.2 За наилучший вид материала (покрытия) принимают такой, который в соответствии с 7.1.9 имеет максимальное значение.

## 7.3 Контроль работоспособного состояния пары трения «поверхность — волокнистая масса»

7.3.1 Контроль работоспособного состояния пары трения «поверхность — волокнистая масса» сводится к оценке стабильного коэффициента трения и температуры при заданных значениях  $p$ ,  $v$  и конкретной волокнистой массе.

По заданному  $v$  по формуле (1) определяют частоту вращения образца, устанавливают требуемое давление  $p$  и проводят подготовку к испытаниям в соответствии с разделом 6.

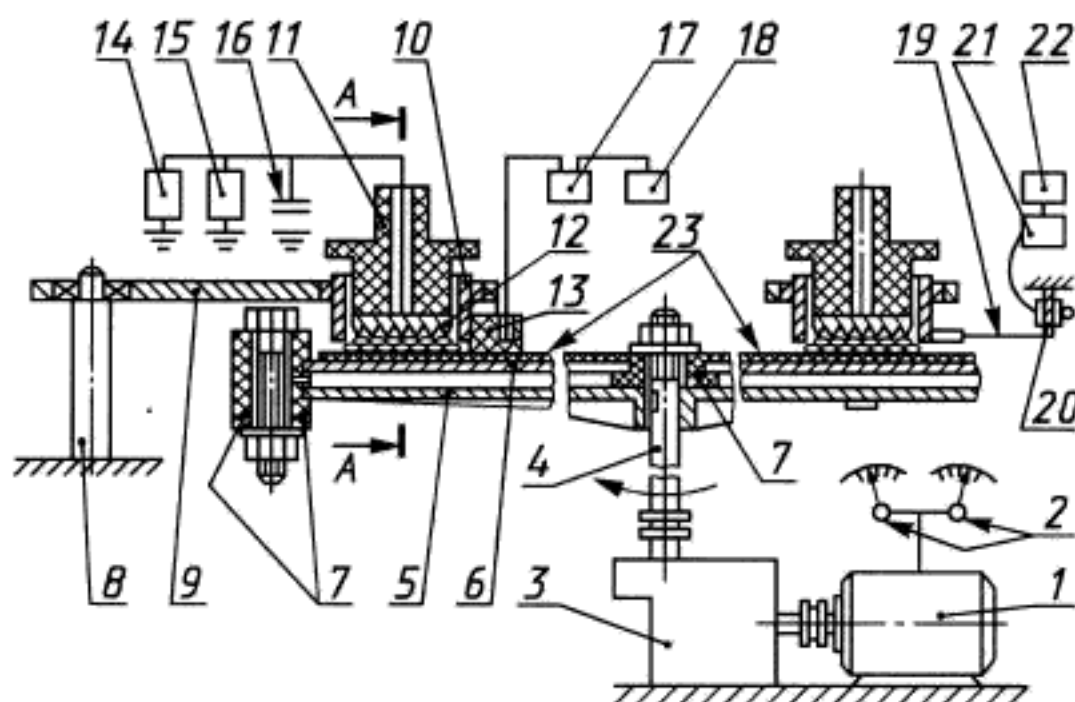
Испытания проводят в течение 60 с и определяют значения  $f$  и  $t$ . Если эти значения стабильные, исследуемую пару трения считают работоспособной.

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(рекомендуемое)

Принципиальная схема трибометра

Схема испытательного прибора — трибометра приведена на рисунке А.1.

Испытуемый дисковый образец 6 устанавливают на опорном диске 5, приводимом во вращение от электродвигателя постоянного тока 1 через редуктор 3. Необходимое давление на волокнистую массу поршнем 11 в цилиндрическом корпусе 10, установленном на стреле 9, которая имеет возможность поворачиваться на оси 8 под действием силы трения. Силу трения регистрируют при помощи тензодатчиков 20 на тензобалке тензоусилителя 21 и осциллографа 22. Плотность трибоэлектрических зарядов определяют, измеряя потенциал электрометром 15 при помощи металлических электродов 12. Температуру в зоне трения измеряют потенциометром 17 по показаниям термоэлектрического преобразователя (термопары), установленного в скользящих углеродистых элементах 13. Скорость скольжения при трении регулируют изменением частоты вращения электродвигателя при помощи регуляторов 2.



1 — электродвигатель постоянного тока, 2 — тонкий и грубый регуляторы частоты вращения электродвигателя; 3 — редуктор; 4 — приводной вал (шпиндель); 5 — опорный диск; 6 — испытуемый дисковый образец с покрытием; 7 — изоляционная прокладка; 8 — ось; 9 — стрела; 10 — цилиндрический корпус; 11 — поршень; 12 — электрод — направляющий; 13 — углеродистый термоизмерительный элемент; 14 — измеритель емкости; 15 — электрометр; 16 — добавочная емкость; 17 — потенциометр; 18 — термостат; 19 — трос; 20 — тензобалка с тензодатчиками; 21 — тензоусилитель; 22 — осциллограф; 23 — покрытие

Рисунок А.1



**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(рекомендуемое)

**Форма протокола испытаний**

Дата \_\_\_\_\_ Исполнитель \_\_\_\_\_

| Испытуемый материал | ГОСТ, ТУ | Твердость НВ или микротвердость |
|---------------------|----------|---------------------------------|
|                     |          |                                 |

| Разновидность и сорт массы | Средний диаметр волокна, мкм | Засоренность, % | Влажность, % | Температура воздуха |
|----------------------------|------------------------------|-----------------|--------------|---------------------|
|                            |                              |                 |              |                     |

**Результаты измерений коэффициента трения**

| Давление $p$ , МПа | Скорость скольжения $v$ , м · с <sup>-1</sup> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
|--------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
|                    | 0,5   | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |  |
|                    |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |  |

**Результаты измерений плотности трибоэлектрического заряда**

| Давление $p$ , МПа | Скорость скольжения $v$ , м · с <sup>-1</sup> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
|--------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
|                    | 0,5   | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |  |
|                    |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |  |

**Результаты измерений температуры в зоне трения**

| Давление $p$ , МПа | Скорость скольжения $v$ , м · с <sup>-1</sup> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |  |
|--------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
|                    | 0,5   | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |  |
|                    |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |  |

---

МКС 03.120.10  
19.060

T51

ОКСТУ 0023

Ключевые слова: износостойкость, триботехнические свойства, конструкционные материалы, волокнистая масса, площадь контакта

---