

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ,  
НАДЕЖНОСТИ, РЕМОНТА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

**Коршунов В.Я., Гончаров П.Н., Новиков Д.А.**

# **ЛАБОРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ НА ТРЕНИЕ И ИЗНОС**

Методические указания к лабораторной работе  
по курсу «Основы триботехники»

Брянск – 2014

УДК 621.9  
ББК 34.751  
М 69

**Коршунов, В.Я. Лабораторные установки для проведения испытаний материалов на трение и износ: методические указания.** / В.Я. Коршунов, П.Н. Гончаров, Д.А. Новиков. – Брянск.: Издательство Брянской ГСХА, 2014. – 14с.

Методические указания предназначены для студентов высших учебных заведений, обучающихся по профилю 110800-04.62 – Технический сервис в АПК.

Рецензент: д.т.н., профессор Купреенко А.И.

*Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического факультета Брянской государственной сельскохозяйственной академии, протокол № 5 от 18 марта 2014 года.*

© Брянская ГСХА, 2014  
© Коршунов В.Я., 2014  
© Гончаров П.Н., 2014  
© Новиков Д.А., 2014

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

## ЛАБОРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ НА ТРЕНИЕ И ИЗНОС

**Цель работы:** Изучить схемы машин трения и методику проведения экспериментальных исследований для определения параметров процесса внешнего трения.

Материальное оснащение работы:

1. Плакаты схем машин трения.
2. Машины трения.

### Схемы машин трения

1. Схема машины трения МТ-62М представлена на рисунке 1. Машина трения состоит из шпинделя на котором устанавливается абразивный шлифовальный круг 1, который подвергает износу о закреплённые абразивные частицы образец – колодку 2, закреплённому в держателе 3. Нагрузка на образец осуществляется с помощью груза 7. Скорость процесса трения (обороты шпинделя) можно изменять на пульте управления привода двигателя постоянного тока. Для исследования процессов трения с использованием масла, пару трения помещают в специальную масляную ванночку 8.

В процессе проведения эксперимента двигатель вращает шпиндель с жёстко закреплённым на нём абразивным шлифовальным кругом 1. Рычаг 5 через ролик 4 передаёт нагрузку 7 на сферическую поверхность держателя 3, прижимая образец – колодку 2 к кругу 1. В процессе изнашивания образец 2 вместе с держателем 3 перемещается по направляющей 6 перпендикулярно оси вращения круга 1. Замер величина износа образца 2 производится через определённый промежуток времени штангенциркулем с ценой деления 0,05 мм. В процессе замера износа образца электропривод машины трения должен быть выключен.

Условия испытания.

Диаметр абразивного круга, мм.....40 – 50

Нагрузка на образец, кг.....3 – 25

Скорость вращения шпинделя, мин<sup>-1</sup> .....30 – 3000

Мощность трения не более, кВт.....3,0

Применяемые СОЖ.....Вода, эмульсия, масло

*Схема машины трения для испытания образцов*

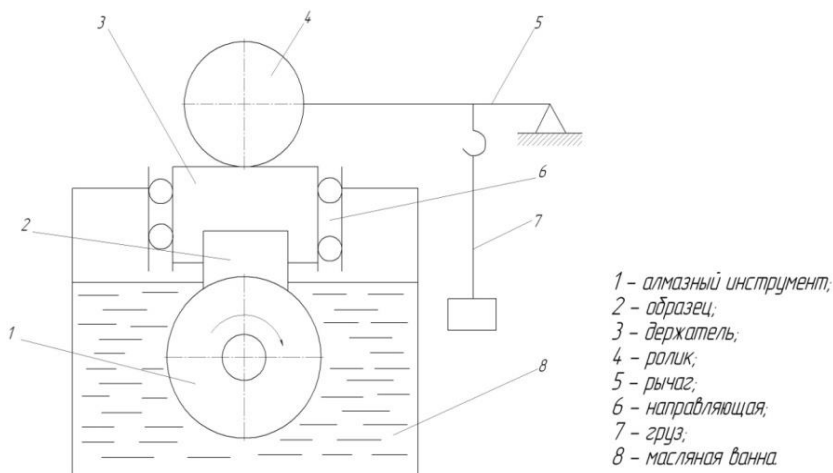


Рисунок 1– Схема машины трения МТ-62М

2. Схемы машины трения Сибирского физико-технического института представлены на рисунке 2. Принципиальной особенностью этих схем является свободное падение частиц, не увлекаемых потоком газа или жидкости; при движении с потоком траектории частиц абразива искривляются вблизи обтекаемого тела, причём угол атаки на разных участках образца различен. При схеме 1 незакреплённые абразивные частицы из бункера 1 падают по трубке 2 и ударяются об испытуемый образец 3, имеющий форму кольца, закреплённого на быстро вра-

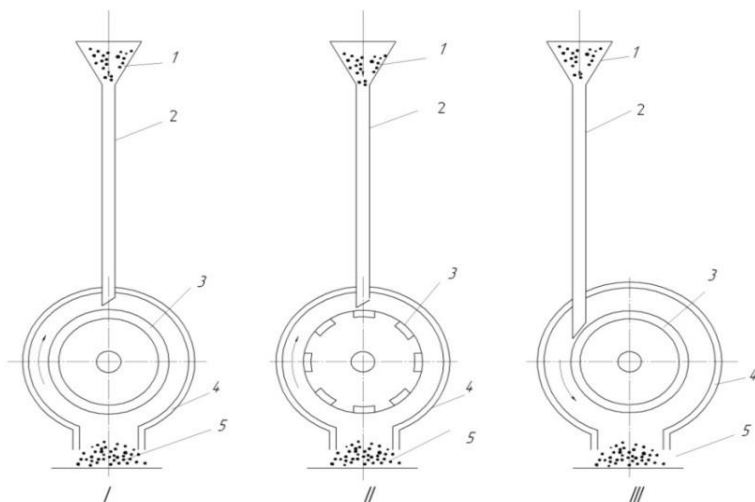
щающемся диске, и изнашивают его. Для устранения зависания абразива в воронке помещена вибрирующая игла, разрушающая свод абразивных частиц.

Отработанные частицы отражаются кожухом 4 и собираются в сборнике 5. Определение износа диска – взвешивание. Показатель износа – потеря веса в результате воздействия 1 кг абразива.

Отличие схемы II от схемы I состоит в том, что испытуемые образцы представляют собой трапецевидные брусочки, закреплённые в пазах вращающегося диска.. Показатель износа – потеря объёма образца за опыт.

Схема III отличается от схемы I установкой трубки 2 таким образом, что абразив падает по касательной к вращающемуся диску-образцу. Показатель износа – потеря веса образца (или объёма).

*Схемы испытания на изнашивание абразивной струей*



1 – бункер; 2 – трубка; 3 – испытуемый образец; 4 – кожух; 5 – сборник.

Рисунок 2 – Схема машины трения Сибирского физико-технического института

Условия испытания.

Размеры образцов, мм

диаметр.....	120
ширина.....	20
толщина.....	2,5
Высота падения абразивных зерён, см.....	50
Абразив.....	Карборунд чёрный
Зернистость абразива, мкм.....	500 – 600
Расход абразива.....	1 кг в 10 – 11 мин
Скорость вращения диска, мин <sup>-1</sup> .....	6000

3. Машина трения СМЦ-2 предназначена для изучения процессов трения и износа при трении качения с проскальзыванием, при трении качения без проскальзывания и при трении скольжения в условиях смазки и без неё. На рисунке 3 дана принципиальная схема машины СМЦ-2 при испытании пары диск – диск.

Нижний испытуемый образец 10 приводится во вращение от электродвигателя 12 через клиноремённую передачу 1 со сменными шкивами и шестерни  $Z_0 - Z_1$ . Верхний образец 9 приводится во вращение через шестерни  $Z_0 - Z_2$  и сменную пару  $Z_3 - Z_4$  с помощью которой устанавливается заданный коэффициент проскальзывания

$$I_{2-1} = \frac{V_1 - V_2}{V_1},$$

где  $V_1$  и  $V_2$  – линейные скорости соответственно нижнего и верхнего образцов.

Верхний образец прижимается к нижнему путём поворота уравновешенной каретки 5 вокруг ос  $Z_2 - Z_3$  пружинным механизмом 6. Нагрузка отсчитывается по шкале 7, снабжённой регулировочным устройством 8. Момент трения измеряется бесконтактным индуктивным моментомером 11, а частота враще-

ния образца – электрическим счётчиком 3. При испытании пар трения диск – колодка и вал – втулка каретка 5 расцепляется с муфтой 4 и снимается с машины, а на её место устанавливается соответствующее сменное приспособление. Для испытаний в смазке и в присутствии абразива машина снабжена съёмными камерами. Защита машины от перегрузок осуществляется предохранительной муфтой 2. Момент трения может записываться на диаграммной ленте электронного потенциометра, размещённого вместе со счётчиком частоты оборотов в специальном настольном пульте. Величина износа образцов замеряется штангенциркулем или микрометром.

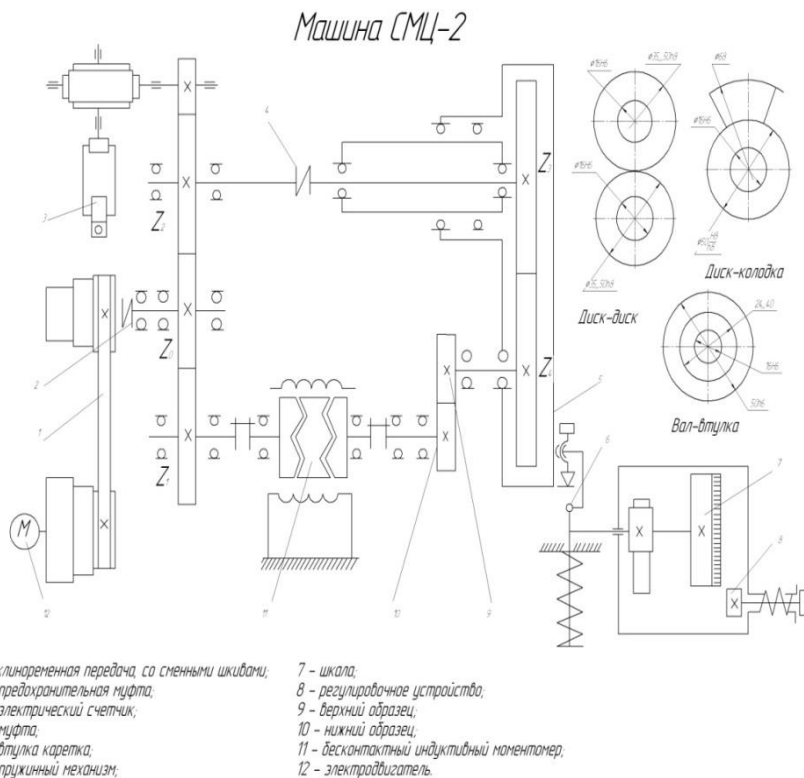


Рисунок 3 – Схема машины трения СМЦ-2

Условия испытания.

Виды испытываемых пар трения..... диск – диск;  
диск – колодка;  
вал – втулка.  
Частота вращения ведущего образца,  $n^{-1}$  .....5, 8, 33, 20, 66  
Коэффициент проскальзывания, % ... .....0, 10, 15, 20, 100  
Наибольшая нагрузка на образцы, Н:  
при замкнутой схеме (трение качения) .....100 – 2000  
при незамкнутой схеме (трение скольжения).. .....200 – 500  
Погрешность измерения нагрузки, %.....  $\pm 5$   
Максимальный момент трения, Н·м ..... 15  
Погрешность измерения момента трения, % ... ..... $\pm 5$   
Тип моментомера.....электрический  
Испытание в средах.....смазка, абразив

4. Метод испытания на изнашивание в сыпучей абразивной массе (в песке) называется «способом гильзы». Схема такого испытания представлена на рисунке 4.

Образец 1(в виде короткого цилиндра), закреплённый на конце вращающегося вала 2, находится под воздействием сыпучего абразива 3, заполняющего гильзу 4. Давление абразива на образец осуществляется посредством диска 5, лежащего на поверхности абразивной массы и нагруженного с помощью коленчатого рычага 6 грузами 7. Вертикальный стержень с закреплённым на нижнем его конце образцом должен во время вращения также перемещаться свободно в вертикальном направлении. Достоинством этого метода испытания является его простота, а недостатком – воздействие на образец всё время одних и тех же частиц абразива. Износ определяется по потере массы (взвешиванием). Результаты выражаются скоростью изнашивания в граммах с единицы поверхности образца за один час.



Условия испытания.

Размеры образца, мм: ..... диаметр – 25; высота – 10

Скорость вращения шпинделя с образцом, мин<sup>-1</sup> ..... 150

Нагрузка на верхний диск, кг ..... 3,4

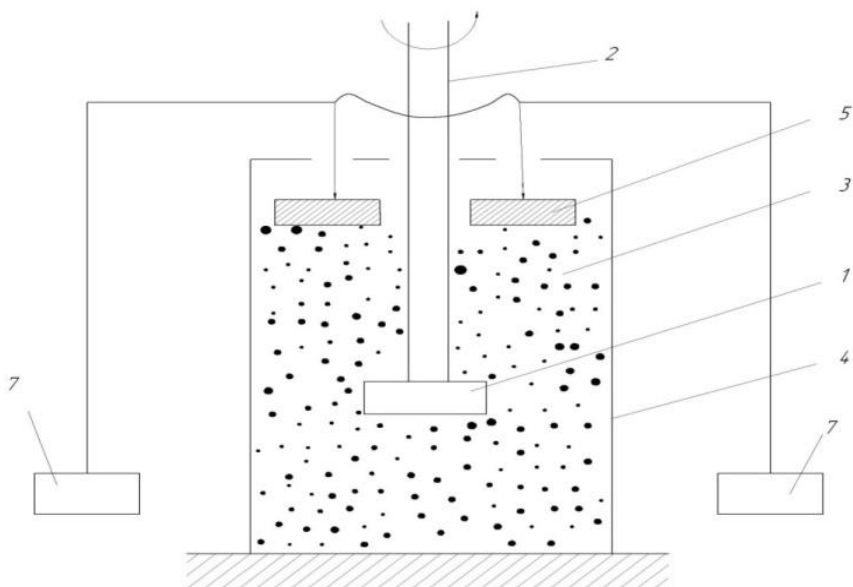
Вес шпинделя, кг ..... 2,0

Длительность опыта, мин ..... 5

Абразив ..... кварцевый песок

Частота смены абразива ..... после каждого опыта

*Схема испытания по методу "гильзы"*



1 – образец; 2 – вращающийся вал; 3 – сыпучий абразив;  
4 – гильза; 5 – диск; 6 – коленчатый вал;  
7 – грузы.

Рисунок 4 – Схема испытания на изнашивание  
в сыпучей абразивной массе (в песке) «способом гильзы»

5. Схема шнековой машины для испытания на абразивное изнашивание представлена на рисунке 5. Резец из испытуемого материала режет непрерывно к нему подводимую уплотнённую абразивную массу. Цель такого испытания – воспроизвести в лабораторных условиях изнашивания лезвия резца, аналогичное изнашиванию лезвий почвотрежущих машин. Особенности метода: 1) скорость резания почвы такая же, как при обычной пахоте тракторов; 2) возможность менять плотность абразивной массы, подаваемой к резцу, в широких пределах, поддерживая её постоянство.

Абразивная масса определённого состава и влажности, засыпанная в бункер 1, подаётся вращающемся вертикальным шнеком 2 в нижнюю часть машины, где при помощи другого вращающегося горизонтального шнека 3 уплотняется до заданной степени плотности и затем выжимается через кольцевую горловину; образец в виде резца специальной формы 7, закреплённый в диске, быстро вращается вокруг оси, совпадающей с осью кольцевой горловины, режет выдавливаемую из горловины абразивную массу и постепенно изнашивается.

*Схема шнековой машины для испытания на абразивное изнашивание*

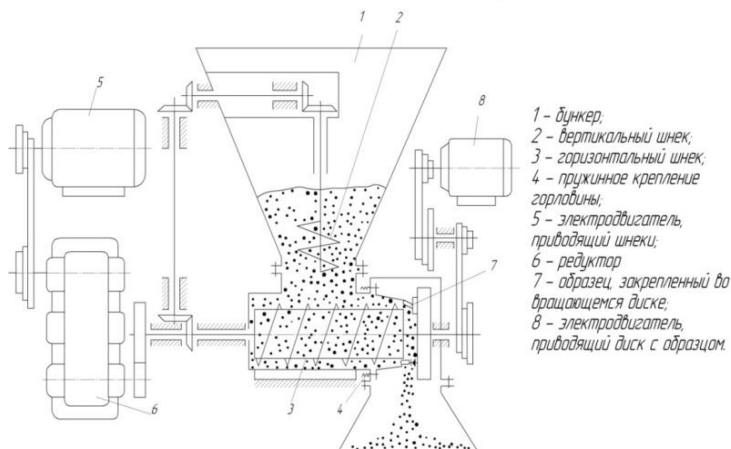


Рисунок 5 – Схема шнековой машины для испытания на абразивное изнашивание

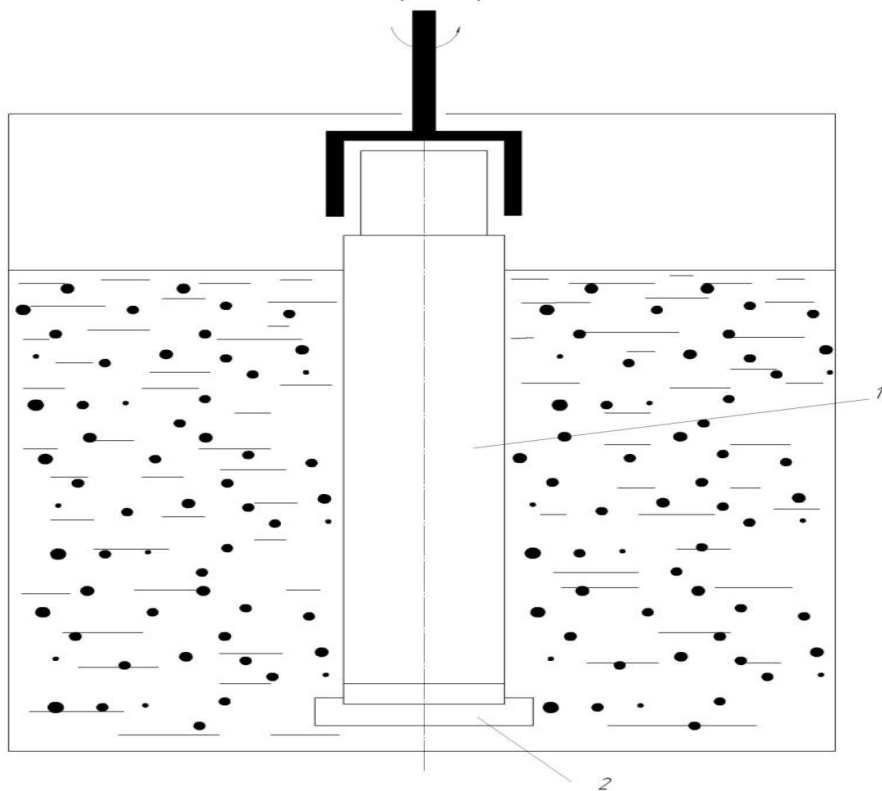
Условия испытания.	
Скорость резания, м/с.....	1,6
Состав абразивной массы, %:	
кварцевый песок.....	85
гли-	
на.....	15
Влажность абразивной массы, %.....	10 – 12
Зернистость частиц песка, мм.....	0,25
Скорость подачи абразивной массы, см/мин.....	36
Твёрдость абразивной массы	
при влажности 12,5%, кг/см <sup>2</sup> .....	2,2
То же, при влажности 11,5%, кг/см <sup>2</sup> .....	3,0
Длительность испытания, час.....	1

6. Схема машины трения Веллингера и Уэтца при испытании образцов о мокрый абразив представлена на рисунке 6. Цилиндрический испытуемый образец 1 закреплён на вертикальном вращающемся валу и погружен в сосуд с мокрым зернистым абразивом или смесью абразива с водой. Сосуд неподвижен, ось образца расположена по центру сосуда. На нижнем конце образца закреплена лопасть 2 для взбалтывания гидроабразивной смеси.

Условия испытания.	
Скорость скольжения на поверхности образца (диаметром 32 мм), м/с.....	5,0
Путь трения, км.....	17,0
Глубина погружения образца в гидроабразивную смесь, мм..	120
Зернистость абразива, мм известняк.....	0,2 – 3,0
стекло, кремьень, кварцевый песок.....	0,2 – 1,5
корунд, карбид кремния, коксовая мелочь.....	0,2 – 5,0

Определяется износ взвешиванием после высушивания образца. Испытание начинается после периода более интенсивного изнашивания при приработке. Повторяемость опытов – от 2 до 3. Результат принимается среднее значение.

*Схема Веллингера и Уэтца для испытания на изнашивание в гидроабразивной смеси*



1 – испытуемый образец  
2 – лопасть.

Рисунок 6 – Схема машины трения Веллингера и Уэтца для испытания образцов в гидроабразивной смеси

## **Выводы:**

### **Контрольные вопросы**

1. Каким образом осуществляется на машине трения МТ-62М нагрузка на образец?

2. Каким образом осуществляется изнашивание образцов абразивной струёй на машине трения Сибирского физико-технического института?

3. Покажите на схеме машины трения СМЦ-2 кинематику вращения испытуемого образца?

4. Покажите на схеме машины трения СМЦ-2 кинематику вращения контр - тела?

5. Каким образом осуществляется испытание на изнашивание образцов по методу «гильзы»?

6. Каким образом осуществляется абразивное изнашивание образцов на шнековой машине?

7. Какова схема испытания образцов на изнашивание в гидроабразивной смеси на машине трения Веллингера и Уэтца? – М.: Мир, 2004. – 240 с.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. – М.: Наука, 1998. – 251 с.

2. Икрамов У.М., Левитин М.А. Основы триботехники. – М.: Наука, 1984. – 180 с.

Учебное издание

Коршунов Владимир Яковлевич  
Гончаров Павел Николаевич  
Новиков Дмитрий Александрович

**ЛАБОРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ НА ТРЕНИЕ И ИЗНОС**

Методические указания

Компьютерный набор и вёрстка Новиков Д.А.

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 07.04.2014. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 0,81. Тираж 50 экз. Изд. 2666.

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии.  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА