

УДК 620.179.112.017

**ОСНОВНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ  
ДЛЯ ТРИБОТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**А.М. Євдокимова**, доктор техн. наук, **Р.А. Кропивко**, студент магістратури  
*Одеський державний аграрний університет*

*Наведено основні типи установок для проведення випробувань на тертя й зношування. Приділено увагу методиці здійснення експериментів для створення ідентичних умов односпрямованого й знакозмінного тертя.*

**Ключові слова:** тертя, зношування, установки, методики, реверс.

**Вступ.** У теперішній час накопичений великий досвід проведення випробувань на тертя й зношування [1-3]. Залежно від конкретних завдань застосовуються різні схеми вузлів тертя, подання про які дає рис.1 [4]. Існують типові машини тертя, що випускають більше менш серійно. Схеми вузлів тертя таких типових машин показані в табл. 1.

**Проблема.** Здавалося б, що варто тільки вибрати відповідну машину тертя й питання про її застосування в експерименті вирішений, однак на практиці не завжди це здійснено.

**Мета досліджень.** Однієї із причин є їхня дорожнеча, а іншої - не повна відповідність бажаним конструктивним особливостям і можливостям для проведення експериментів. Тому на практиці часто використовуються машини або установки тертя власних конструкцій і виготовлення.

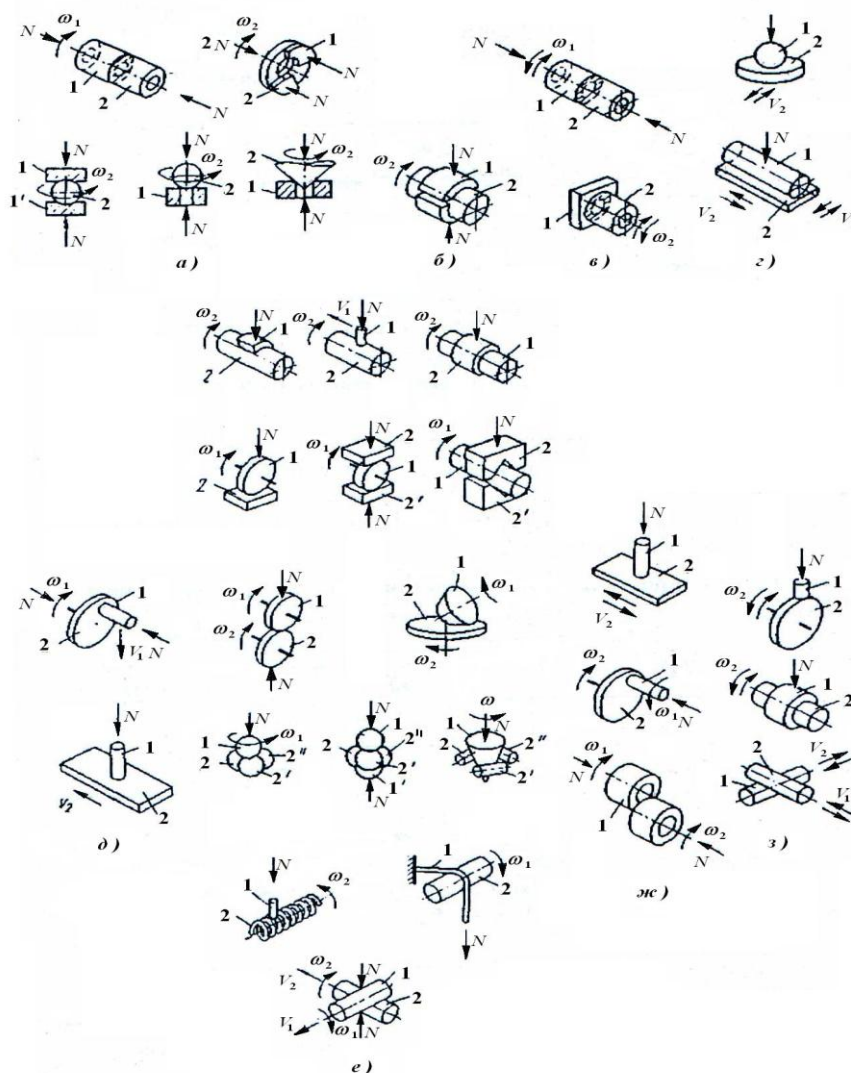
**Результати досліджень.** Для проведення експериментів нами застосовувалися установки тертя, що дозволяють випробовувати циліндричні зразки у вигляді «млинчиків» по їхній торцевій поверхні, а також у вигляді кілець по їх циліндричній зовнішній поверхні. Це було зручно у всіх випадках:

по-перше, у лабораторії існували установки для проведення досліджень;

по-друге, на них можна було здійснювати порівнянні умови реверсивного й односпрямованого тертя, що дозволяло на основі отриманих результатів розраховувати відносини зношування реверсивного тертя до зношування при односпрямованому ковзанні.

Ідентичність умов тертя, крім реверсивності, створювалася шляхом застосування елементарних циклів. У кожен такий цикл входили: розгін під навантаженням від нульової швидкості до прийнятої, робоче ковзання, і вибіг до повної зупинки шпинделя машини. Потім такий елементарний цикл повторювався в ту або іншу сторону залежно від необхідності одержання односпрямованого або реверсивного тертя. Число таких елементарних циклів було парним й однаковим для односпрямованого або реверсивного тертя й автоматично задавалося по тривалості й числу спеціальним пультом

керування, до складу якого входили налаштовані реле часу, пускачі й лічильники. Подання про такий програмний пульт дає рис. 2.



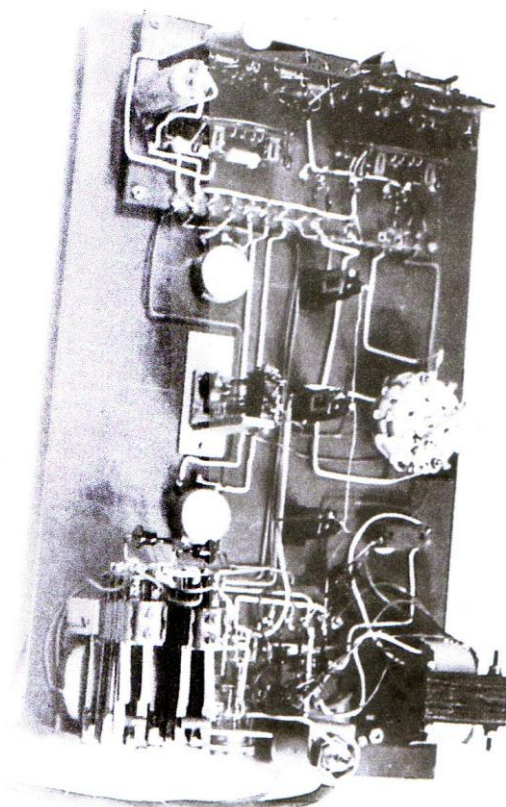
**Рис. 1.** Схеми вузлів тертя.

Загальний вид торцевої машини тертя, виконаної на базі настільного свердлильного верстата, показаний на рис. 3. Механізм осьової подачі шпинделя оснащений важелями й навішенням для вантажів, що створюють нормальне навантаження зразків у вигляді «млинчиків». На підставі верстата закріплений спеціально виконана склянка, у якій заливається масло. Ця склянка має усередині самоустановлювальний зразок-пристрій, у вигляді пружної мембрани, кульки й короткого шпинделя із двома штирями для установки нижнього зразка. Сама склянка змонтована в підшипниковому пристрої й може вільно повертатися навколо своєї осі. Для сприйняття крутного моменту є розрізане пружне кільце, упори й індикатор годинного типу. У деяких дослідженнях застосовувалися тензометричні датчики, наклеєні на пружне кільце. Як видно з рис. 3 склянка оснащена додатково важільною системою, що дозволяє здійснити піджим твердого змащення через центр нижнього зразка. Після певного часу випробувань обидва зразки - верхній обертовий і нижній нерухомий, але самоустановлювальний по

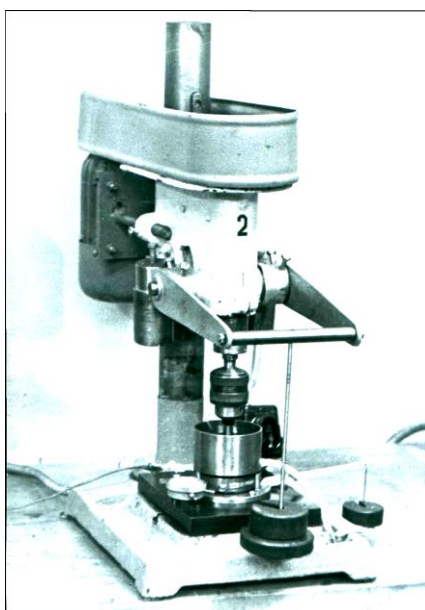
верхньому, зважувалися на вагах АДВ-200. При цьому записувалися дані по температурі масла й моменту тертя. Крім досліджень на зношування зразків проводилися визначення максимального навантаження, що передавала заїданню пари тертя. Для цього із самого початку експерименту східчасто поступово через кожні 10-15 хвилин тертя збільшували нормальне навантаження на парі тертя й записували температуру й момент тертя. Експерименти припиняли при температурі 100° С або раніше при наявності заїдання, що відзначалося по моменті тертя.

Таблиця 1. Типові машини тертя.

Тип	Схема вузла тертя	Призначення
МІ-1М (схема а, б) СМЦ-2 (схема а, б, в) УМТ-1(схема в)		Моделювання фрикційних сполучень з вищими кінематичними парами (зубчасті колеса, колесо-рейка, підшипники кочення й ін.)
МПИ-1 МПИ-2		Випробування пластмас на зношування по свіжому сліді при наявності абразиву
МДП-1 (схема а) УМТ (схема а, б)		Дослідження тертя й зношування матеріалів при $K_{B3} \rightarrow 0$ стосовно до важконавантажених сполучень
МФТ-1(схема б)		Визначення фрикційної теплостійкості матеріалів
МАСТ-1 (схема в, з) ЧШМ-3 (схема в)		Випробування масел за ДСТ 9490-60 при нормальній і підвищеній температурі, визначення температурної стійкості граничних масляних шарів для оцінки зношування матеріалів
МПТ-1		Дослідження тертя металів при зворотно-поступальному ковзанні в умовах нормальних і підвищених температурах
Х4-Б		Дослідження стійкості матеріалів у режимі мікрорізання



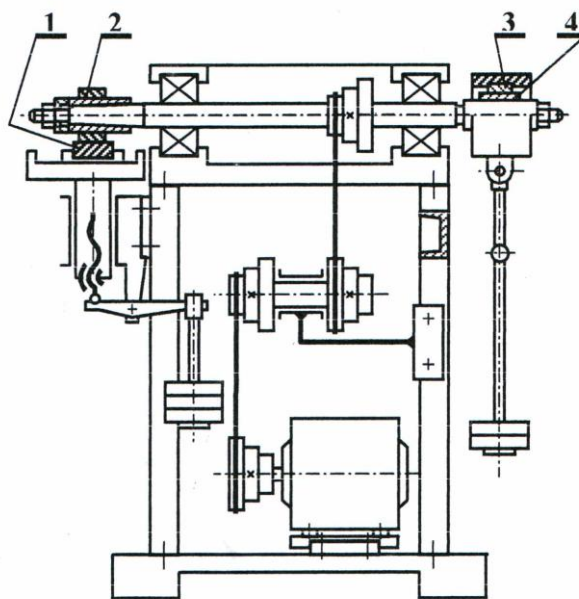
**Рис. 2.** Програмний пульт



**Рис. 3.** Загальний вид торцевої машини тертя.

Такі дослідження дозволяли швидко визначати здатність пари сприймати нормальне навантаження. А тому що експерименти проводили при однакових умовах реверсивного й однобічного тертя, то вони давали можливість оцінити вплив знакозмінного деформування поверхневих шарів на їх триботехнічні властивості. Важливе місце в проведенні досліджень

займала підготовка зразків з покриттями. Тому що використалися різні покриття, то для їхнього нанесення застосовувалися різні технології. Їхній опис виділений у відповідні параграфи, що виявилось зручніше для викладу матеріалу. Крім зразків «млинчиків» застосовувалися зразки у вигляді втулок і кілець із тертям по зовнішній поверхні. Дослідження проводилися на установці, описаній в роботі [1], що дозволяла, міняючи пристосування, здійснювати випробування різних контртіл. Загальний вид такої установки показаний на рис. 4.



**Рис. 4.** Установа тертя:

1 - нерухомий зразок; 2 - кільце; 3 - вкладиш; 4 - втулка

Циліндричний зразок-втулка або кільце (ліворуч на малюнку) закріплюється в цанговому патроні на шпинделі установки. Нормальне навантаження здійснюється за допомогою спеціальної підвіски або через важіль і рухливу панель. Необхідність установки кільцевих зразків 50x50x15мм продиктована умовами експериментів для визначення внутрішніх напружень. При цьому маса втулок або кілець була в межах 100-150 грам, що дозволяло їх зважувати на аналітичних вагах АДВ-200 з точністю до  $10^{-4}$  грама.

**Висновки.** Для проведення експериментів оцінені можливості й застосовані відомі методи й установки, як стандартні, так й оригінальні. Виконано короткий опис відомих методів і раніше розроблених засобів. Однак ряд застосовуваних методів і технологій намічено викладати у відповідних параграфах, що, на наш погляд, раціонально. Описано застосовані методи планування експериментів й обробки даних, а також наведені погрішності вимірів для різних методів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Хрущев М.М., Бабичев М.А. Исследования изнашивания металлов. – М: Изд. АН.СССР, 1960.- 360 с.

2. Трение, изнашивание и смазка. Справ. Т 1, 2 под редакц. И.В. Крагельского тД.В. Алисина. М: Машиностроение. 1978,- 380 с.
3. Гаркунов Д.Н. Триботехника.-М:- Одесса, Интерпринт, 2011.- 632 с.

## **ОСНОВНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Евдокимова А.Н. , Кропивко Р.А.

**Ключевые слова:** трение, износ, установки, методики, реверс.

Резюме

*Приведены основные типы установок для проведения испытаний на трение и износ. Уделено внимание методике осуществления экспериментов для создания идентичных условий однонаправленного и знакопеременного трения.*

## **THE BASIC EXPERIMENTAL METHODS FOR TRIBOTECHNICHESKY RESEARCHES**

Evdokimova A.N., Kropivko R.A.

**Key words:** a friction, deterioration, installations, techniques, a backspacing.

Summary

*The basic types of installations for carrying out of tests for a friction and deterioration are resulted. The attention is paid to a technique of realisation of experiments for creation of identical conditions of an unidirectional and sign-variable friction.*