

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАР ТЕРТЯ РОТОРІВ ВАКУУМНОГО НАСОСА РОТОРНОГО ТИПУ

*В. Сиротюк, к. т. н., О. Березовецька, інженер, С. Березовецький, інженер  
Львівський національний аграрний університет  
В. Шацький, д. т. н.  
Таврійський державний агротехнологічний університет*

**Постановка проблеми.** Доїння корів є однією з найскладніших операцій, через те що це є безпосередній контакт машини і тварини. Від забезпечення оптимальних параметрів і режимів роботи доїльних апаратів залежать тривала продуктивність тварин і збереження позитивних якостей, набутих у результаті тривалої селекції.

Велике значення в цьому має вакуумний режим у доїльному апараті: високий вакуум може призвести до травмування та захворювання вимені на мастит, низький – до неповного видоювання корів, нестабільний (коливний) – до сповільнення молоковіддачі, неповного видоювання, до збивання і втрати молочного жиру й руйнування та втрати білка.

Забезпечення тривалої безвідмовної роботи та енергоощадності вакуумного насоса зумовлено зносостійкістю пар тертя робочих органів та їх коефіцієнтом тертя.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження тертя та зношування в різноманітних хімічно активних та абразивних середовищах із застосуванням фізичного та математичного моделювання допоможуть виявити основні чинники та критерії експлуатаційного зміцнення [2] і дадуть змогу розробляти трибomeханічні системи мінімального зношування [3].

**Постановка завдання.** Основним елементом вакуумної системи є вакуумний насос. До нерозв'язаних науково-прикладних задач, що знижують надійність вакуумних насосів, належить недостатність науково-методичних підстав конструювання та створення цих машин. Сьогодні на світовому ринку вакуумних насосів можна знайти понад 150 типів машин, що мають суттєві відмінності конструкцій, обґрунтованість яких недостатня [4]. Важливими чинниками, що зумовлюють надійність роботи виробу, є вибір конструкційних матеріалів [1], з яких виготовляються пари тертя вакуумних насосів, тому розроблення науково-методичних підстав створення їх робочих органів є актуальною задачею. Однак обґрунтуванням вибору конструкційних матеріалів для робочих органів і трибосистем вакуумних насосів займалися лише окремі дослідники [2; 3; 5; 7]. На основі аналізу наукових досліджень, передового виробничого досвіду, патентного пошуку вакуумних насосів [4; 6] нами встановлено, що експлуатаційно-технологічні показники роторних насосів значно кращі, ніж у інших типів. Проте техніко-енергетичні показники (компактність, постійність вакуумметричного

тиску, продуктивність, шумність) та надійність деталей не повністю задовольняють існуючі вимоги, такі як зносостійкість та енергоощадність вакуумних систем [2; 3].

**Виклад основного матеріалу.** Для покращання енергетичних показників нами запропонована конструкція робочих органів, що являє собою два ротори, виготовлені з еластичного матеріалу, які обертаються з рівними кутовими швидкостями, що забезпечує стабільний кінематичний режим. Це призведе до зменшення вимог щодо точності виготовлення деталей насоса, зменшить енергоємність процесу і затрати на його експлуатацію, забезпечить безвідмовну роботу та можливість ремонту, взаємозаміну робочих органів, економію охолоджувально-мастильних рідин.

Використання води як мастильно-герметизувальної і охолоджувальної рідини дасть змогу надійно герметизувати робочі органи, зменшити експлуатаційні затрати та коефіцієнт тертя.

Надійність та довговічність роботи насоса може бути забезпечена вибором відповідних конструкційних матеріалів. Основним вузлом вакуумного насоса є еластичні робочі органи, виготовлені з вакуумної гуми.

Взаємодії між трибоелементами охоплюють процеси контакту, тертя, зношування, а також режими змащування. Для обґрунтування вибору конструкційних матеріалів робочих органів вакуумних насосів проводились експериментальні дослідження.

Насамперед була вибрана для роботи у вакуумному середовищі гума, як модельний матеріал, який використовувався для основних якісних експериментів з вивчення зміни коефіцієнта тертя.

Нормальну силу вимірювали індикатором годинникового типу, яким фіксували стискання пружини 6 (рис. 1). Силу тертя вимірювали за допомогою консольно закріпленої тензометричної балки 5, температуру рідини – за допомогою термометри з попереднім підсиленням сигналу операційним підсилювачем.

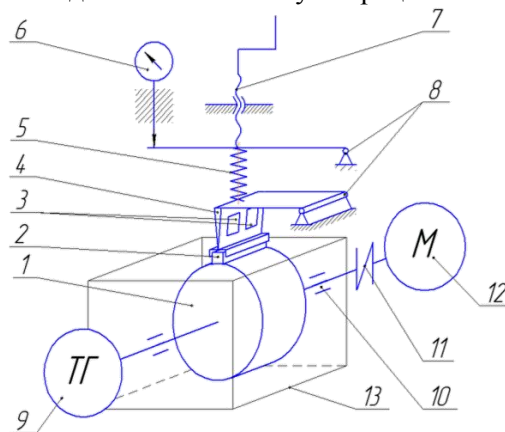


Рис. 1. Схема установки для дослідження тертя роторів вакуумного насоса в корозійно активному середовищі.

Установка складається з: 1 – дослідний зразок ротора, виконаний з нержавіючої сталі, доведеної до Rz 13-14 класу точності; 2 – гума; 3 – датчик прогину балки; 4 – консольна балка; 5 – протарована пружина; 6 – індикатор годинникового типу; 7 – гвинт для регулювання нормальної сили на гумовий зразок; 8 – кронштейн; 9 – тахогенератор; 10 – кулькові підшипники закритого типу; 11 – муфта; 12 – асинхронний електродвигун з перетворювачем частоти; 13 – ємність.

Ємність виготовлена з нержавіючої сталі для забезпечення чистоти змащувальної рідини і точності експериментальних даних. За допомогою електродвигуна 12 приводять у дію дослідний зразок 1, виготовлений із нержавіючої сталі, надаючи йому відповідної кутової швидкості. Зразок на 2/3 занурений у воду. Гумовий зразок 2, закріплений у тримачі, перед дослідом зважують. Завдяки індикатору годинникового типу 6 надають нормальній сили, яка через протаровану пружину 5 і консольно закріплену балку 5 передається зразку 2. На консольній балці 5 прикріплені датчик прогину 3. Гвинтом 7 змінюють нормальне зусилля у парі тертя. За допомогою тахогенератора 9 вимірюємо частоту обертання зразка 1. Завдяки електроприводу з регульованою кутовою швидкістю змінюють частоту обертання вала електродвигуна.

Для вводу аналогової інформації, що надходить з первинних перетворювачів, використовували блок вводу-виводу фірми National Instruments USB-6008.

Блок-діаграма віртуальних приладів вимірювальної системи подана на рис. 2.

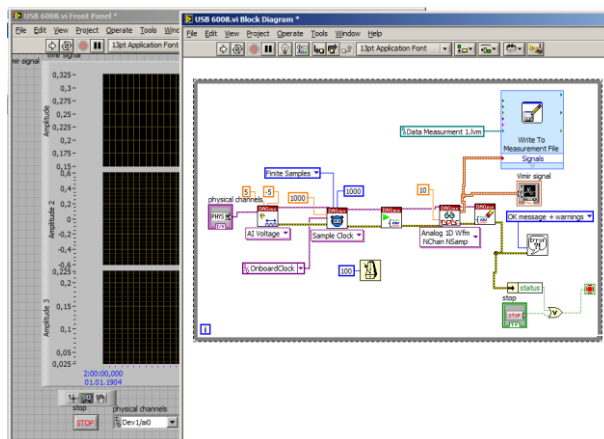


Рис. 2. Блок-діаграма віртуальних приладів вимірювальної системи.

**Висновки.** Описана установка забезпечує вимірювання параметрів тертя для різних матеріалів пар тертя в широкому діапазоні лінійних швидкостей з різними змащувально-охолоджувальними рідинами з фіксацією результатів експерименту у вигляді цифрових файлів та обробку результатів експерименту в реальному масштабі часу.

### Бібліографічний список

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. Т. 1. – 9-е изд., перераб. и дополн. / В. И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 2006. – 926 с.
2. Бартнев Г. М. Природа и механизм трения каучукоподобных полимеров в различных физических состояниях / Г. М. Бартнев, А. Н. Елькин // Механика полимеров. – 1967. – № 1. – С 123-155.
3. Боуден Ф. П. Трение и смазка твердых тел / Ф. П. Боуден, Д. М. Тейбор. – 1968. – 542 с.
4. Насосы вакуумные, шестеренные, винтовые, поршневые: каталог ВАМИ / сост. А. В. Пичкова. – Л., 1977. – 196 с.
5. Пат. 20197 України, МПК F01C3/00 (01.2007). Вакуумний насос / В. М. Сиротюк, О. Г. Штойко. – № u 2006 07 728 ; заявл. 15.07.06 ; опубл. 2007, бюл. № 1.
6. Сиротюк В. М. Машини та обладнання для тваринництва : курс лекцій / Сиротюк В. М. – Львів : ЛДАУ, 2000. – 185 с.
7. Трибомеханічні системи вакуумних насосів з вдосконаленими роторами / В. М. Сиротюк, О. Г. Березовецька, В. М. Гайдучок, С. А. Березовецький // Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2008. – № 6. – С. 138-142.

#### **Сиротюк В., Березовецька О., Березовецький С., Шацький В. Експериментальна установка для дослідження пар тертя роторів вакуумного насоса роторного типу**

Наведено експериментальний комплекс для дослідження пар тертя робочих органів вакуумного насоса роторного типу за допомогою розробленої установки, вимірювальна частина якого побудована з використанням віртуальних приладів.

**Ключові слова:** вакуумний насос, робочі органи, трибомеханіка, тертя, змащування, конструкційні матеріали, експериментальне обладнання.

#### **Syrotjuk V., Berezovetska O., Berezovetsky S., Shatskiy V. Experimental equipment for research of friction pairs rotors vacuum pump of rotary type**

The experimental system for the research of friction pairs working of rotary vacuum pump using the developed measuring installation of which is built using the virtual devices.

**Key words:** vacuum pump, organs of work, tribomechanics, friction, lubrication, constructional materials, experimental equipment.

#### **Сиротюк В., Березовецька О., Березовецький С., Шацький В. Експериментальна установка для дослідження пар тертя роторів вакуумного насоса роторного типу**

Представлен експериментальний комплекс для дослідження пар тертя робочих органів вакуумного насоса роторного типу з допомогою розробленої установки, вимірювальна частина якої побудована з використанням віртуальних приладів.

**Ключевые слова:** вакуумный насос, рабочие органы, трибомеханика, трение, смазка, конструкционные материалы, экспериментальное оборудование.