

– компрессорные агрегаты должны иметь защиту по осевому сдвигу, т.к. электроэрозийное разрушение баббита происходит без существенного изменения температуры подшипников и если осевой разбег ротора в направлении нагружения меньше толщины несущего антифрикционного слоя (1...2 мм) произойдет касание вра-

щающегося ротора с элементами статора.

Выше перечисленные рекомендации являются неполными, поскольку измерению необходимо подвергать ротора, подшипники, проточные части и корпуса. В связи с этим размагничивание необходимо производить в период капитальных ремонтов при разобранной машине.

#### **Список использованной литературы:**

1. Чичинадзе А.В. Трение, износ и смазка. / Чичинадзе А.В. - М.: Машиностроение, 2003.- 576 с.
2. Розенберг С.Ш. Исследование мощных паровых турбин на электростанциях. / Розенберг С.Ш., Сафонов Л.П., Хоменок Л. А. - М.: Энергоатомиздат, 1994.- 272 с.
3. Казанский В.Н. Системы смазывания паровых турбин. / Казанский В.Н. - М.: Энергоатомиздат, 1986.- 152 с.
4. API 617 Центробежные компрессоры для нефтяной, химической и газовой промышленности.- 2002. - 235 с.
5. Эксплуатационный циркуляр № Ц-05-88 [Э] от 22 июня 1988г. «О предотвращении электроэрозии турбоагрегатов», Министерство энергетики и электрификации
6. Патент на полезную модель. 62184, Россия, F16C 31/00. Опорный подшипниковый узел (варианты). В.С. Марцынковский.
7. Патент на полезную модель. 3489, Республика Беларусь, F16C 32/00. Опорный подшипниковый узел (варианты). В.С. Марцынковский, И.В. Овсейко
8. Патент на полезную модель 74963, Украина, F16C32/00. Опорный подшипниковый узел (варианты). В.С. Марцынковский.

*Розглянуто умови виникнення пошкоджень електроерозійних пошкоджень, а також їх характерні ознаки. Дано рекомендації по діагностиці та усуненню електроерозії на турбоагрегатах, що знаходяться в експлуатації.*

*There considered conditions resulting in occurring electroerozion damage sites in turbine unit, as well as their characteristic features. There given recommendations concerning diagnosis and elimination of electroerozion on turbine units being in operation.*

Дата надходження в редакцію: 03.05.2012. р.  
Рецензент: д.т.н., професор Тарельник В.Б.

УДК 621.833

### **СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ФРЕТИНГОВОГО ЗНОШУВАННЯ ШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ**

**М.П. Братушак**, ст. викладач, Сумський національний аграрний університет

*Запропонована конструкція стенду, яка дозволяє визначати ресурс і норми припустимого зношування, вплив різних способів покращення механічних властивостей шпонкових з'єднань. Відтворені на стенді реальні умови експлуатації, підвищують ефективність випробувань для оцінки надійності та довговічності шпонкових з'єднань, які широко застосовуються в машинобудуванні.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.**

Високі вимоги, що пред'являються до ресурсних показників сучасної техніки, безвідмовності її у роботі, викликають необхідність рішення складних та багатогранних задач, пов'язаних з підвищенням надійності та довговічності їх деталей.

Відомо, що вагомість нерухомих з'єднань за рахунок допоміжних деталей, в т. ч. із шпонкових з'єднань, становить близько 17 %. Тим часом, закономірності зношування шпонкових з'єднань з метою підвищення їх ресурсу практично не досліджувались. Основним видом руйнування шпонкових з'єднань довгий час вважали, згідно з кла-

сифікацією проф. О.С. Пронікова [1], не зношування, а зминання. Але, встановлений на практиці характер руйнування шпонкових пазів, важко або навіть і не можливо пояснити одним лише зминанням контактуючих поверхонь, тим більше за наявності достатнього запасу міцності на зминання. Відповідно існує необхідність дослідження закономірностей зношування шпонкових з'єднань.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Як відомо з [2], головна вимога, яка пред'являється до установок, для дослідження фретинг-корозії, є здатність створювати між дотичними поверхнями коливальний тангенціальний відносний рух. Для створення

коливальної тангенційної сили використовують механічні, гідравлічні або електричні методи. Механічні методи можна підрозділити на такі, в яких для одержання малої амплітуди (близько 25 мкм), яка необхідна для умов фретинг-процесу, використовують змінне навантаження (у пружних межах) однієї з деталей пари, і такі в яких амплітуду зменшують за допомогою системи важелів.

Відома конструкція (рис. 1), стенду для випробування на фретинг-корозію пакетних конс-

трукцій пружних муфт [3], яка складається із станини з підшипниковими опорами 1; електроприводу, що включає пружну муфту 2, та двигун 3; ексцентриковий механізм 4, конструкція якого дозволяє плавно змінювати амплітуду вертикальних коливань гнучких елементів у межах 0,01-10 мм; пакет гнучких елементів 5; кріплення гнучких елементів 6, що виготовлені із серійних деталей муфт.

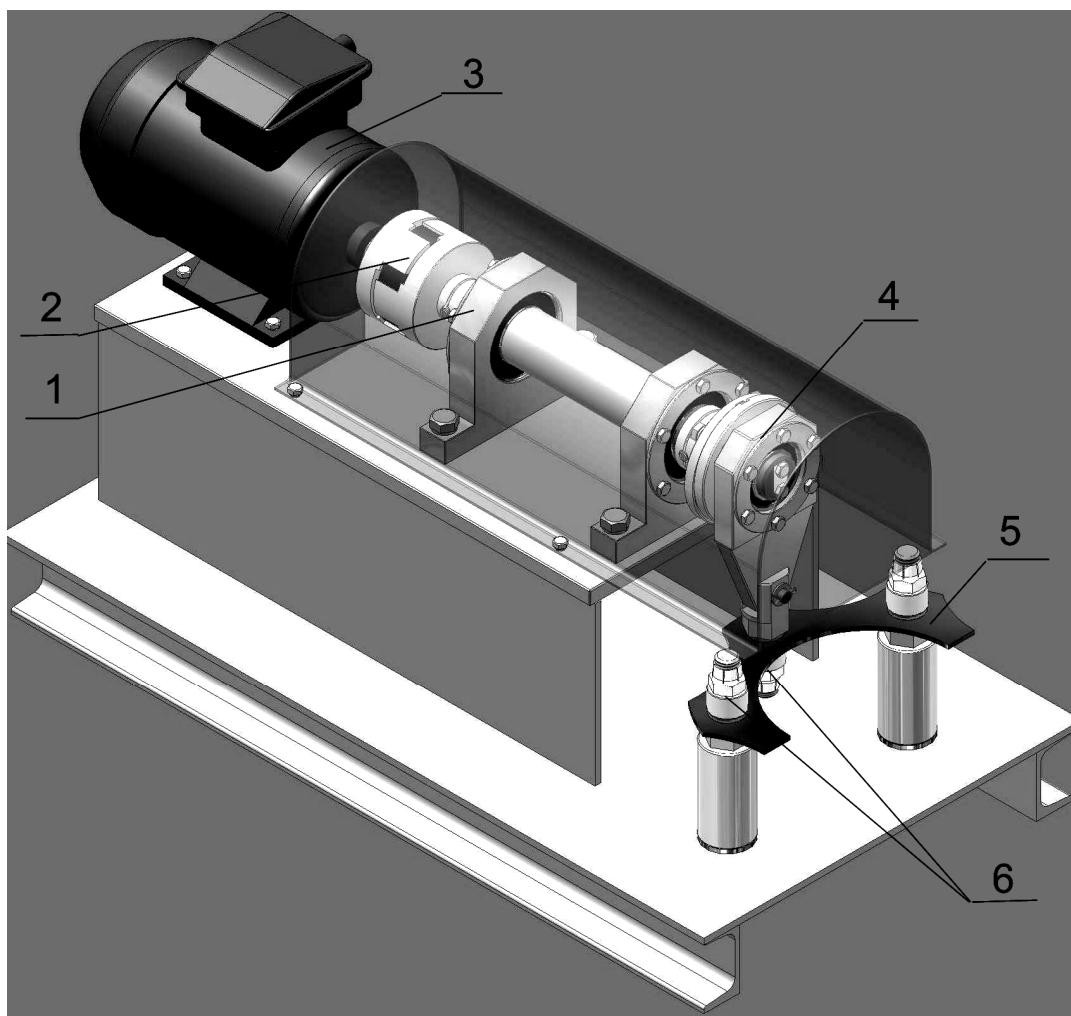


Рисунок 1 – Стенд для випробування на фретинг-корозію пакетних конструкцій дискових муфт

Основним недоліком стенду для випробування на фретинг-корозію пакетних конструкцій пружних муфт є вузький діапазон функціональних можливостей, а саме, дослідження однієї групи деталей - пакета гнучких елементів пружних муфт.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).**

Задачею досліджень було розширення функціональних можливостей стенду для випробування на фретинг-корозію пакетних конструкцій пружних муфт, а саме, дослідження на фретингостійкість різних шпонкових з'єднань.

В дослідженнях [4-5] показано, що в шпонкових з'єднаннях, відбувається фретингове зношування, тобто зношування при малих відносних переміщеннях контактуючих поверхонь в межах від 0,04 до 1,0 мм. Ресурс шпонкових з'єднань визначається меншим із двох значень часу: часом зношування бокових поверхонь шпонок і часом зношування циліндричних поверхонь до граничного радіального зазору.

Запропонована модернізація (рис. 2) дозволяє проведення прискорених випробувань шпонкових з'єднань на довговічність при особливому

виду зносу поверхонь спряжених деталей – фретинг-корозії. При проведенні випробувань є можливість встановлення впливу різноманітних параметрів (матеріалу зразків та їх поверхневої обробки, допусків та посадок, шорсткості поверхонь, амплітуди проковзування та ін.) на фретинг-стійкість шпонкового з'єднання.

**Виклад основного матеріалу досліджень.**

Стенд (рис. 2, а-в) працює наступним чином. При обертанні двигуна 1, ексцентриковий механізм 2 вертикально коливає важель 3. Навантажувальна втулка 4 шпонкового з'єднання жорстко

з'єднана з одним кінцем важеля 3. Другий кінець важеля 3 шарнірно приєднаний до ексцентрикового механізму 2 будь-яким відомим способом. У результаті циклічних рухів ексцентрикового механізму 2 із заданою амплітудою, з'являються відносні мікропереміщення втулки 4 і шпонки 5 відносно валу 6, жорстко закріпленого в затискачах 7 (рис.2, г). Це призводить до розвитку фретинг-процесу, який викликає локальну корозію, знос поверхневого шару матеріалу та утворення мікротріщин і, як наслідок, руйнування шпонкового з'єднання.

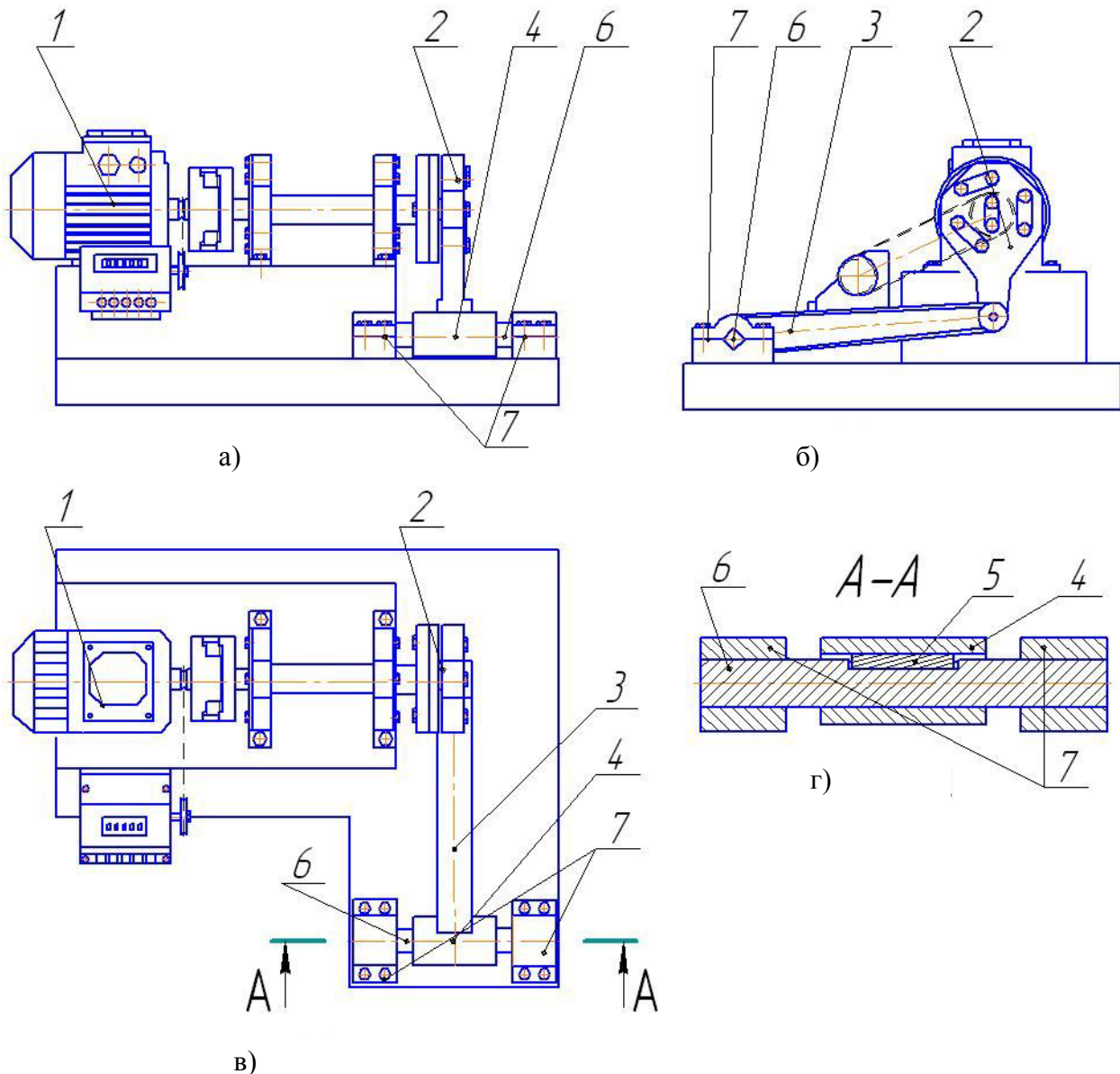


Рисунок 2 – Стенд для дослідження фретингового зношування шпонкових з'єднань.

Перевагами описаної схеми стенду для випробування на фретинг-корозію є: розширення його функціональних можливостей, тобто використання зразків із різними якість контактуючих поверхонь; відносна простота конструкції;

простота переналагодження амплітуди переміщення втулки відносно валу.

Таким чином, застосування запропонованої конструкції стенда дозволяє підвищити ефективність випробувань шпонкових з'єднань шляхом

наближення умов дослідження до реальних умов експлуатації шпонкових з'єднань.

**Висновки.**

Запропонована модернізація стенду дозволяє проведення прискорених випробувань шпонкових з'єднань на довговічність при особливому виду зносу поверхонь спряжених деталей – фреттинг-корозії. Це дозволяє визначати ресурс і но-

рми припустимого зношування, вплив різних способів покращення механічних властивостей шпонкових з'єднань. Відтворені на стенді реальні умови експлуатації, підвищують ефективність випробувань для оцінки надійності та довговічності шпонкових з'єднань, які широко застосовуються в машинобудуванні.

**Список використаної літератури:**

1. Проников А. С. Надежность машин / А. С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
2. Голего Н.Л., Алябьев А.Я., Шевеля В.В., Фреттинг-коррозия металлов. – Киев: Техника, 1974. – 284с.
3. ДП України №59943 У, МПК,G01N 3/56 (2006.01), Стенд для випробування на фреттинг-корозію пакетних конструкцій пружних муфт.
4. Фастовець П. М. Динамічна модель зношування шпонкового спряження / П. М. Фастовець // Машинознавство. – 2008. – № 8–9 (134–135). – С. 30–34.
5. Фастовець П. Аналітичне дослідження математичної моделі зношування шпонкового спряження / Павло Фастовець //Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – Вип. 37. – С. 276–280.

*Предложена конструкция стенда, позволяющая определять ресурс и нормы допустимого износа, влияние различных способов улучшения механических свойств шпоночных соединений. Воспроизводимые на стенде реальные условия эксплуатации, повышают эффективность испытаний для оценки надежности и долговечности шпоночных соединений, которые широко применяются в машиностроении.*

*The construction of stand, which allows to define a resource and norms of admissible abrasion, the influence of different methods of improvement of mechanical properties of the spline connections was offered. The real terms of exploitation which are reproduced on a stand, improve the efficiency test to assess the reliability and durability of spline connections, which are widely used in machine building.*

УДК 621.8 67(075.8)

**КОНТРОЛЬ НАТЯЖЕНИЯ ЛЕНТЫ  
ДЛЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ НОРИЙ БОЛЬШОЙ ВЫСОТЫ**

**И.М.Лукиянов**, ст. преподаватель, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенко

*Приведена методика контроля и принципиальные схемы механизмов натяжения ленты для высокопроизводительных норий большой высоты. Приведена конструкция устройства для реализации необходимых значений предварительного натяжения ленты.*

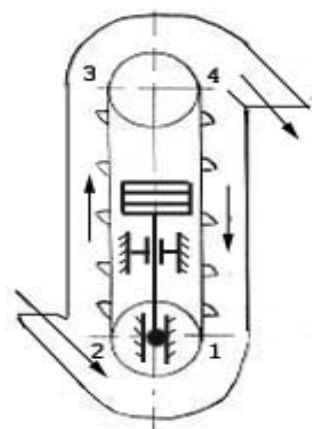


Рис.1 Схема нории с натяжным устройством

**Постановка проблемы в общем виде.**

Работа высокопроизводительных норий (от 100 до 450 т/час) большой высоты (свыше 30 м) характеризуется большой погонной нагрузкой, как на рабочей, так и на холостой ветви, и большим тяговым усилием на приводном барабане. В связи с этим требуется обеспечить необходимое натяже-

ние ленты и его тщательный контроль, как в процессе наладки, так и в процессе эксплуатации.

Параметры натяжных устройств определяются по необходимому натяжению в точке 1 (рис.1), которое должно быть равно:

$$F_1 = F_4 - F_{XB}, \tag{1}$$

где  $F_4 = F_0 \approx 1.05 \cdot F_t$  - необходимое предварительное натяжение ленты на приводном барабане, обеспечивающее тяговое усилие  $F_t$ ;  $F_{XB}$  - сила тяжести холостой ветви ходовой части нории.

**Анализ последних исследований и публикаций.**

Наиболее точно натяжение автоматически реализуется при использовании грузового натяжного устройства, когда суммируются вес на-