

УДК 621.358.42

DOI 10.36910/6775-2313-5352-2021-19-22

Фльонц О.В. к.т.н., Кирик О.М. ст. викл.

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів та природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ШЛІЦЬОВИХ ПРИВОДІВ МАШИН

Найважливішим критерієм роботоздатності шліцевих з'єднань є опір робочих поверхонь зминанню та спрацюванню, яке виникає через відносні мікро-переміщення навантажених поверхонь внаслідок деформації вала та зазорів у деталях з'єднання. У профільному з'єднанні охоплююча та охоплювана поверхні деталей мають некруглу форму в поперечному перерізі. Такі з'єднання застосовують для встановлення на валах рукояток, маховиків, а інколи й важконавантажених деталей. Більш досконалими є такі профільні з'єднання, контури яких мають властивість рівноосності — незмінності відстані між двома паралельними дотичними до контуру. В цьому разі спроцуються технологія обробки поверхонь деталей з'єднання. Розроблені технологічні передумови проектування стенда для дослідження напружень і навантажувальної здатності шліцевих приводів сільськогосподарських машин і на їх основі спроекувати відповідний стенд. Виведені аналітичні залежності для розрахунку міцності шліцевих з'єднань, допустиме напруження в парах тертя та інше.

Ключові слова: шліцеві приводи, стенд, навантажувальна здатність.

Постановка проблеми. Шліцеві механізми отримали широке використання в машинобудуванні за рахунок наступних переваг перед спорідненими:

- здійснюють передачу значних крутних моментів на певній довжині (коробки зміни швидкостей і подач);
- більш рівномірного розподілу навантаження на зуби;
- підвищення несучої здатності механізму.

Зубчасті шліцеві з'єднання порівняно з шпонковими мають такі переваги: можливість передачі більших обертових моментів (при однаковій довжині маточини) завдяки значно більшій поверхні контакту з'єднаних деталей та рівномірному розподілу навантаження по цій поверхні, більш точне центрування деталей по валу, краще напрямлення деталей при переміщенні їх уздовж вала.

Мета досліджень. Розробити технологічні передумови проектування стенда для дослідження напружень і навантажувальної здатності шліцевих приводів сільськогосподарських машин і на їх основі спроекувати відповідний стенд.

Результати досліджень. Основним критерієм роботоздатності шліцевих з'єднань є опір робочих поверхонь зминанню та спрацюванню, яке виникає через відносні мікро-переміщення навантажених поверхонь внаслідок деформації вала та зазорів у деталях з'єднання (корозійно-металічне спрацювання). У загальному випадку для всіх типів зубчастих з'єднань, навантажених обертовим моментом, умовне напруження зминання робочих поверхонь шліців визначають за формулою [2]

$$\sigma_{зм} = 2T / (d_m h l z \xi), \quad (1)$$

де $2T/d_m$ – колова сила в шліцевому з'єднанні, Н;

d_m – середній діаметр шліцевого з'єднання, мм;

h – висота робочої поверхні контакту шліцевої передачі, мм;

l – довжина шліца деталі, яка є у взаємодії з шліцом вала, мм;

z – кількість зубів у з'єднанні;

ξ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність поділу навантаження на шліцах.

Робото здатність шліцевого з'єднання забезпечується за умови $\sigma \leq [\sigma_{зм}]$, де $[\sigma_{зм}]$ – допустиме напруження, що запобігає зминанню та спрацюванню шліців.

Умовне допустиме напруження для обмеження спрацювання визначають за формулою [2]:

$$[\sigma_{сп}] = [\sigma]_{сп} K_N / (K_E \cdot K_{OC} \cdot K_M), \quad (2)$$

де $[\sigma]_{сп}$ – середнє допустиме напруження, Н/см²;

K_E – коефіцієнт режиму навантаження шліцевого з'єднання;

K_{OC} – коефіцієнт режиму руху без навантаження;

K_M – коефіцієнт умов змащення з'єднання;

K_N – коефіцієнт числа циклів навантаження, який визначають з залежності

$$K_N = \sqrt{10^8 N}, \quad (3)$$

де $N = 60nh$;

n – частота обертання вала, об/хв.;

h – термін служби з'єднання, год.

У профільному з'єднанні охоплююча та охоплювана поверхні деталей мають некруглу форму в поперечному перерізі. Це дає змогу передавати обертовий момент без використання додаткових деталей. Такі з'єднання застосовують для встановлення на валах рукояток, маховиків, а інколи й важконавантажених деталей (наприклад, з'єднання корабельного тягового гвинта з трансмісійним валом).

На практиці мають застосування овальний, трикутний та квадратний контури поперечного перерізу профільного з'єднання. Більш досконаліми є такі профільні з'єднання, контури яких мають властивість рівноосності — незмінності відстані між двома паралельними дотичними до контуру. В цьому разі спрощується технологія обробки поверхонь деталей з'єднання.

Порівняно із шпонковими та зубчастими з'єднаннями профільне з'єднання відрізняється меншою концентрацією напружень та кращим центруванням. Недоліком цього з'єднання є складність виготовлення профільних поверхонь.

За вище приведеними аналітичними залежностями можна визначити параметри шліцьових з'єднань на стенді, який зображений на рис. 1.

Стенд для дослідження характеристик шліцьових механізмів виконано у вигляді плити 1, до якої жорстко закріплені всі вузли і механізми. Перпендикулярно до плити позаду приварена вертикальна стійка 2 до якої з двох кінців жорстко закріплені опори права 3 і ліва 4. Крім цього на плиті жорстко встановлена направляюча ластівкового хвоста 5 з можливістю осьового переміщення по направляючій 6 і приводом 7 з привідним гвинтом 8

В опори 3 і 4 жорстко встановлений шліцьовий вал 9 його кінцями з можливістю осьового і кругового провертання разом з ним. На зовнішньому діаметрі шліцьової втулки виконано зубчастий вінець 11, який за допомогою ланцюгової передачі є у взаємодії з зірочкою 12 електродвигуна 13, який жорстко встановлений на рухомій направляючій ластівкового хвоста 5.

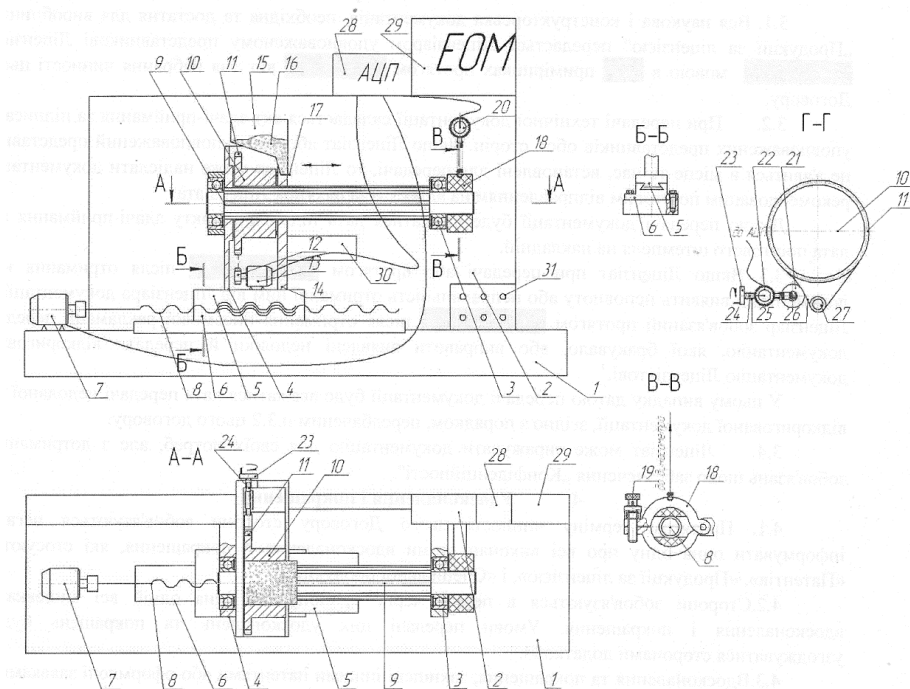


Рис. 1. Компонувальна схема стенда для дослідження характеристик шліцьових механізмів

З правої сторони електродвигуна 13 жорстко, перпендикулярно до вертикальної стійки 2, приварено кронштейн 14, а в зоні правого кінця шліцьової втулки 10 жорстко встановлено бункер 15 з сипким абразивним матеріалом 16 і заслінкою 17 для регулювання величини подача абразивного матеріалу в зону тертя.

До правого вільного кінця шліцьового вала 9 встановлені навантажувальні пристрої, наприклад, гальмівна пара 18, яка за допомогою гвинта 19 створює необхідний тиск, а також динамометр 20, який встановлює величину тиску на поверхню сили тертя.

Також на вільному лівому кінці шліцьового вала 9 встановлено притискний пристрій шківів 21 з динамометром 22 і рукояткою 23, який через гвинт 24 і гвинтову опору 25 створюють необхідне навантаження на притискний шків і привідний ланцюг 26, який через опорний ролик 27 здійснює навантаження на шліцьовий вал 9.

Динамометри 20 і 22 і електродвигуни 7 і 13 під'єднані до комп'ютера 29 для зняття показників.

Висновки. Розроблені технологічні передумови розрахунку і проектування шліцьових приводів сільськогосподарських машин. Спроектовано і запатентовано стенд для дослідження шліцьових приводів машин, які мають широке використання у машинобудуванні.

Інформаційні джерела

1. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. Павлице В.Т. К. Вища школа, 1993.—556с.
2. Малащенко В.О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків. Видав. Національний університет "Львівська політехніка", 2006.—196с.
3. Турпаев А.И Винтовые механизмы и передовые. М.Машиностроение,1982. – 222с.
4. Пат.№39308 Україна. Стенд для дослідження приводів машин. Фльонц О.В., Білик С.Т. та інші. Бюл.№4, 2009

Фльонц О.В. к.т.н., Кирик О.М. ст. препод.

Обособленное подразделение Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Бережанский агротехнический институт»

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ШЛИЦЕВЫХ ПРИВОДОВ МАШИН

Важнейшим критерием работоспособности шлицевых соединений является сопротивление рабочих поверхностей сминанию и срабатыванию, возникающее из-за относительных микроперемещений нагруженных поверхностей вследствие деформации вала и зазоров в деталях соединения. В профильном соединении охватывающая и охватываемая поверхности деталей имеют некруглую форму в поперечном сечении. Такие соединения применяют для установки на валах рукояток, маховиков, а иногда и тяжело нагруженных деталей. Более совершенны такие профильные соединения, контуры которых обладают свойством равноосности — неизменяемости расстояния между двумя параллельными соприкасающимися контуром. В этом случае упрощается разработка обработки поверхностей деталей соединения. Разработаны технологические предпосылки проектирования стенда для исследования напряжений и погрузочной способности шлицевых приводов сельскохозяйственных машин и на их основе спроектировать соответствующий стенд. Выведены аналитические зависимости для расчета прочности шлицевых соединений, допустимое напряжение в парах трения и прочее.

Ключевые слова: шлицевые приводы, стенд, погрузочная способность.

Фльонц О.М. Ph.D., Kirik O.M. art. lecturer

Separate subdivision of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Brzezany Agrotechnical Institute"

STAND FOR INVESTIGATION OF LOADING CAPACITY OF SLOT DRIVES OF MACHINES

The most important criterion for the performance of slotted joints is the resistance of the working surfaces to crushing and actuation, which occurs due to the relative micro-displacements of the loaded surfaces due to shaft deformation and gaps in the joint details. In the profile connection, the enclosing and enclosing surfaces of the parts have a non-circular shape in cross section. Such connections are used to install on the shafts of handles, flywheels, and sometimes heavy parts. More advanced are such profile connections, the contours of which have the property of equivalence - the invariance of the distance between two parallel tangents to the contour. In this case the technology of processing of surfaces of details of connection is simplified. Technological prerequisites for the design of a stand for the study of stresses and load capacity of splined drives of agricultural machinery and on their basis to design a suitable stand. Analytical dependences for calculating the strength of spline joints, allowable stress in friction pairs, etc. are derived.

Key words: *splined drives, stand, loading capacity.*