

Збільшення ресурсу різьбових з'єднань сільськогосподарської техніки

Запропоновано спосіб підвищення напрацювання різьбового з'єднання в умовах просторової вібрації шляхом вибору параметрів різьбового з'єднання в трьох взаємно перпендикулярних напрямках.

Ключові слова: різьбове з'єднання, сільськогосподарська техніка.

Вступ. Понад 2/3 загальної кількості з'єднань сільгосптехніки складають рознімі. Широка розповсюдженість різьбових з'єднань обумовлює завдання забезпечення їх надійності на високому рівні.

Актуальність проблеми. Використання сільськогосподарської техніки пов'язане з негативним впливом вібраційних навантажень на її деталі, вузли, агрегати та системи. Діапазон частот коливань різьбових з'єднань сільськогосподарської техніки лежить в межах від 0,1 до 120 Гц, амплітуда — від $1 \cdot 10^{-6}$ м до $5 \cdot 10^{-3}$ м [1]. Причинами цього явища є невірноваженість обертальних мас, криволінійність профілю доріг, варіювання характеристик оброблюваного матеріалу тощо. Основним методом вивчення питання забезпечення необхідного напрацювання різьбового з'єднання до послаблення є аналітичне дослідження динамічних та кінематичних параметрів різьбового з'єднання, що містить громіздкі математичні розрахунки, зокрема для просторової вібрації.

Мета та методи дослідження. Метою дослідження є підвищення напрацювання різьбових з'єднань сільгосптехніки до послаблення шляхом зниження інтенсивності коливань, що діють на різьбове з'єднання у трьох взаємно перпендикулярних напрямках. У дослідженні використані теоретичні методи досліджень, зокрема теоретична механіка, математичний аналіз, механіка матеріалів. Експериментальні дослідження проведені з використанням симулятивної моделі коливання різьбового з'єднання в трьох взаємно перпендикулярних напрямках в середовищі MATLAB Simulink R-2007b.

Аналіз останніх досліджень. В результаті дослідження вібрації різьбових з'єднань у напрямі, поперечному до осі стрижня, отримано залежність зміни відносного переміщення з'єднаних деталей від часу [1]. Дослідження надійності різьбового з'єднання за напруженнями втоми проведені В. Я. Герасимовим [2], де автор дійшов висновку, що міцність різьби та нерізьбової частини стрижня, виконаної нарізуванням, менша, ніж міцність різьби, виготовленої накатуванням. Динаміка різьбового з'єднання під впливом ультразвукових коливань як двомасової коливальної системи розглядається в роботі Шуваєва І. В. [3]. Коливання різьбового з'єднання вивчається в роботі [4], де концентрують увагу на контактні нормальні та дотичні деформації в різьбовому з'єднанні. З огляду літературних джерел стало відомо, що найбільш вив-

ченим є питання міцності різьбових з'єднань; вивченню питання кінематики і динаміки різьбового з'єднання приділяється недостатньо уваги.

Основний зміст досліджень. Під час роботи сільгосптехніки різьбові з'єднання перебувають під впливом сумарного вібраційного навантаження, спрямованого вздовж та поперек осі різьбового стрижня. Головними експлуатаційними параметрами змонтованого різьбового з'єднання є значення зусилля притискання та збережуваність його протягом заданого терміну роботи [5]. Для підвищення напрацювання різьбових з'єднань до послаблення наразі використовують конструкційні та технологічні способи. Найбільшої уваги у вітчизняному сільгоспмашинобудуванні приділяється конструкційному способу – стопорінню. Експериментально підтверджено, що жоден із способів стопоріння не забезпечує стовідсоткового збереження зусилля притискання з'єднаних деталей протягом міжремонтного строку сільськогосподарської техніки. Найбільш дешевим та досконалим способом забезпечення необхідного напрацювання різьбового з'єднання до послаблення є відтворення необхідного зусилля притискання з'єднаних деталей, тобто технологічний спосіб. Він базується на наданні науково обґрунтованого для певних умов роботи з'єднання конкретної машини зусилля притискання з'єднаних деталей.

Під час роботи сільгосптехніки різьбові з'єднання перебувають під впливом сумарного вібраційного навантаження, направлено вздовж та поперек осі стрижня.

Система диференціальних рівнянь коливання різьбового з'єднання, зображеного на рис. 1, у загальному вигляді запишеться так:

$$m_x \ddot{x} + c_x x + R_x(y) = P_x \cos(\omega_x t + \varphi_x),$$

$$m_y \ddot{y} + c_y y + R_y(x) = P_y \cos(\omega_y t + \varphi_y),$$

$$m_z \ddot{z} + c_z z + R_z(x, y) = P_z \cos(\omega_z t + \varphi_z).$$

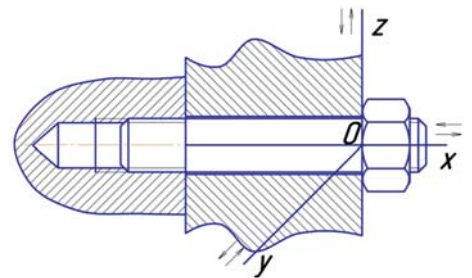


Рис. 1 – Ескіз різьбового з'єднання

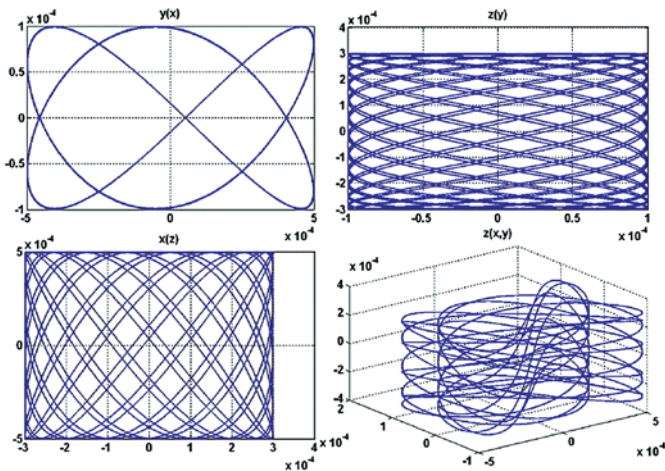


Рис. 2 – Траекторія руху точки, що лежить на перетині площини опорної поверхні гайки і нейтральної лінії різьбового стрижня в площинах YX , ZY , XZ та в просторі

Точка O виконуватиме складний рух в трьох взаємно перпендикулярних площинах (рис. 2). Складена модель коливання різьбового з'єднання в середовищі MATLAB Simulink R-2007b (рис. 3) дозволяє проаналізувати можливість збільшення напруження різьбового з'єднання до послаблення шляхом створення умов для зниження відносних обертальних коливань у напрямку, перпендикулярному до осі обертання різьбового стрижня. Криві траекторії досліджуваної точки різьбового з'єднання показують, що критичні умови вібрації різьбового з'єднання обумовлені множиною

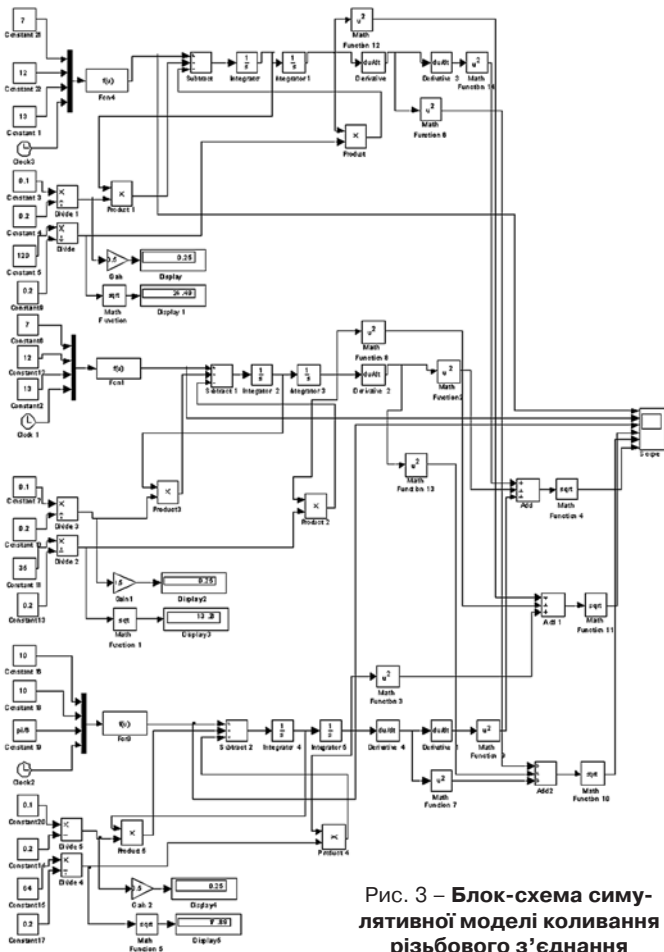


Рис. 3 – Блок-схема симулятивної моделі коливання різьбового з'єднання

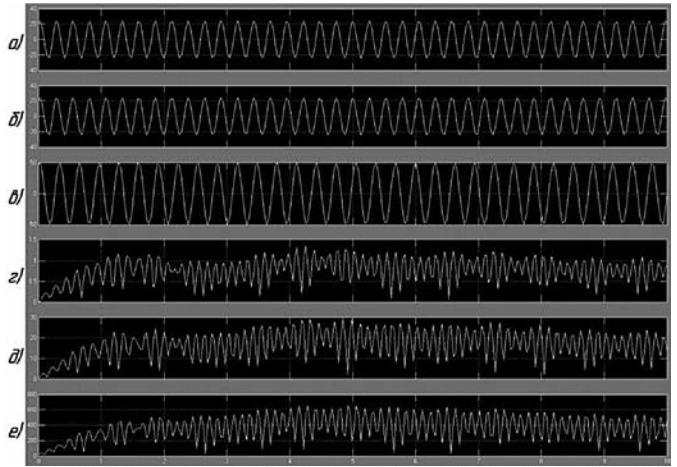


Рис. 4 – Графік зміни: а, б, в) переміщень різьбового з'єднання в напрямках x , y , z відповідно; г, д, е) сумарного переміщення, швидкості та прискорення в напрямках x , y , z відповідно

параметрів коливань у площині XY . Слід зазначити, що вплив вібрації в площині XY може максимізуватися або мінімізуватися коливанням вздовж осі OZ (рис. 4).

З аналізу результатів виявлено, що амплітуда коливань за такого способу дисипації може зменшуватися у 20 – 80 разів.

Висновок. Проведення механізованих польових робіт у стислі агротехнічні строки значною мірою залежить від технічного стану сільгосптехніки, зокрема і стану різьбових з'єднань, які забезпечують зв'язок між системами, агрегатами та деталями, а за кількістю становлять близько третини усіх деталей. Ці умови виокремлюють питання забезпечення необхідного рівня надійності різьбових з'єднань в окремий науковий напрямок, який потребує ґрунтовних наукових досліджень. Вирішення проблеми винесення технічного обслуговування та ремонту різьбових з'єднань сільгосптехніки у неробочий період лежить у забезпеченні науково обґрунтованих параметрів різьбового з'єднання та його технічного обслуговування. Забезпечення самоврівноваження коливань різьбового з'єднання шляхом вибору пружних та дисипативних характеристик дозволить отримати необхідне напруження до послаблення і покращити показники надійності сільгосптехніки у стислі терміни виконання механізованих польових робіт.

Список літератури

1. Рубець А. М. Обґрунтування періодичності технічного обслуговування різьбових з'єднань зернозбиральних комбайнів: автореф. дис... канд. тех. наук. — К., 2009. — 20 с.
2. Герасимов В. Я. Изменение упрочняющего эффекта при волочении металла и прокатывании резьбы / В. Я. Герасимов, О. В. Герасимова // Вестник машиностроения. — 2006. — № 2. — С. 66–67.
3. Шуваев И. В. Повышение качества резьбовых соединений путем применения ультразвука: автореф. дис. канд. тех. наук. — Самара, 2009. — 19 с.
4. Перфильева Н. В. Динамическая модель механического контактирования условно-неподвижных

соединений: автореф. дис. докт. тех. наук. – Томск, 2003. – 39 с.

5. Михайлович Я. М. Підвищення наробітку різьбових з'єднань сільськогосподарської техніки до послаблення / Я. М. Михайлович, А. М. Рубець // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2012. – Вип. 170. Ч. 2, – С. 178–185.

Анотація. Предложен способ повышения наработки резьбового соединения в условиях простран-

ственной вибрации путем выбора параметров резьбового соединения в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Summary. A method for increasing of working time of screw-thread connection in 3-d vibration by the choice of parameters of screw-thread connection in three mutually perpendicular directions.

Стаття надійшла до редакції 4 липня 2013 р.