

УДК 621.883

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ ПРИ ЗМІНІ ТЕМПЕРАТУРИ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Савченко В.Б., к.т.н., доцент, Задеришін Є.М., студент

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка)*

В системі властивості машин, що виявляються при використанні, і схильних до зміни з плином часу, особливе місце (і при цьому одне з найбільш важливих) займають властивості надійності [1]. Для підтримки якості і конкурентоспроможності продукції, що випускається, в тому числі і машинобудівної, заводам-виробникам необхідно постійно тримати на контролі рівень її надійності. Особливо гостро це питання стоїть при зміні ґрунтово-кліматичних умов, в яких відбувається той чи інший сільськогосподарський технологічний процес. Так, наприклад, відомо, що зміна вологості ґрунту призводить до формування додаткових зусиль, що діють на агрегат, порушуючи його нормативне функціонування [2].

Пропонований розрахунок надійності затягнутих різьбових з'єднань за критерієм крихкого руйнування заснований на спеціальних дослідженнях і досвіді експлуатації. Зразками для випробувань є болти і гайки, які були виготовлені за технологічними процесами і розроблені відповідно до вимог. Ударне навантаження різьбових з'єднань здійснювалося на спеціальному копрі вертикальної дії з пневмоприскорювачем. Швидкість руху бійка перед ударом дорівнювала 15 м/с.

Дослідження були проведені на різьбових з'єднаннях з болтами М10, М12, М16 зі сталей 20кп, 15кп, 10кп, 20сп, 10сп, 45, класів міцності 3,6; 4,6; 4,8; 5,8; 6,8; 10,9. Всього було випробувано 350 різьбових з'єднань в діапазоні температур від +20°C до -85°C.

Спеціальні дослідження і спостереження руйнувань в експлуатації показують, що крихкі руйнування відбуваються, як правило, за перетинами деталей машин з підвищеною концентрацією напружень. Особливістю розподілу напружень в різьбових з'єднаннях є підвищена концентрація в западині першого опорного витка, де складаються напруги від розтягування стрижня і вигину витка. Як показали дослідження, місцем крихкого руйнування різьбових з'єднань є западина першого опорного витка різьби, а в'язкого руйнування – середина вільної ділянки різьби, де відбувається вільне пластичне деформування перед руйнуванням. Проведені дослідження показали також, що більшість різьбових з'єднань з болтами, виготовленими відповідно до технічних вимог, в інтервалі експлуатаційних температур від 0°C до -80°C мають перехідну зону і руйнуються як в'язко, так і крихко.

Імовірність переходу в крихкий стан болтів різьбових з'єднань визначається багатьма випадковими чинниками конструктивного, технологічного, металургійного, експлуатаційного характеру і, відповідно до

проведених досліджень, може бути описана інтегральною функцією закону нормального розподілу.

Для досліджених різьбових з'єднань з болтами М12 і М16 зі сталей 10кп, 15кп та 20кп в перехідному інтервалі температур (від 0°C до –80°C) ймовірність переходу у крихкий стан може бути визначена за таблицями нормального розподілу в залежності від квантилю. Різьбові з'єднання з болтами М12 зі сталі 10 спокійної плавки і сталі 45 і з болтами М10 зі сталі 20 спокійної і киплячої плавки показали холодостійкість до –60°C...–70°C. Таку саме холодостійкість мають також різні з'єднання з болтами М12 зі сталі 20кп, що виготовлені за технологічним процесом з відпалом перед накочуванням різьби.

Ймовірність руйнування різьбових з'єднань в крихкому стані визначається співвідношенням енергії крихкого руйнування і енергії удару. При розподілі цих величин по нормальному закону з певними середніми значеннями і середніми квадратичними відхиленнями, ймовірність руйнування різьбових з'єднань в крихкому стані болтів також може бути визначена за таблицями нормального розподілу в залежності від квантилю.

Середнє значення енергії удару і її середнє квадратичне відхилення визначаються з умов роботи різьбових з'єднань в машинах.

Надійність P різьбових з'єднань за критерієм крихкого руйнування при ймовірності $Q(t)$ переходу болтів в крихкий стан і ймовірності $Q(A)$ руйнування різьбових з'єднань в крихкому стані болтів при ударному навантаженні і низькій температурі визначається з залежності виду:

$$P = 1 - Q(t)Q(A) \quad (1)$$

Ймовірність $Q(t)$ переходу в крихкий стан має також і самостійне значення як критерій холодостійкості, який відображує сумарний вплив марки і способу виплавки сталі, технологічного процесу виготовлення та масштабного ефекту на схильність до крихкості різьбових з'єднань при ударному навантаженні і низьких температурах.

Цей критерій може використовуватися для вибору марки сталі і способу її виплавки, а також технологічного процесу виготовлення болтів для роботи в заданому інтервалі температур.

Список літератури:

1. Іванов В.І., Калінін Є.І., Дейнека Є.П., Скитин А.С. Підвищення надійності системи методом селекції її елементів. Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ, Вип. 163, 2015, С.142-146.
2. Лебедев А. Т., Калінін Є. І. Теоретичне дослідження тягово-зчіпних властивостей тракторів, обладнаних здвоєними шинами, під час виконання ґрунтообробних робіт на агрофоні підвищеної вологості. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, Дослідницьке, Вип. 14 (28), 2010, С. 216-224.