

РЕФЕРАТ

Дмитриченко Н.Ф., Куш А.И., Турица Ю.А. Влияние скорости качения на динамику формирования смазочного слоя. / Николай Федорович Дмитриченко, Алексей Иванович Куш, Юлия Александровна Турица // Весник НТУ.- К.: НТУ. – 2012. – Вып. 26.

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по установлению влияния скорости качения на динамику формирования смазочного слоя в контакте.

Объект исследования – толщина смазочного слоя масла.

Цель работы – исследование толщины смазочного слоя в контакте в условиях качения с проскальзыванием при нестационарных условиях работы.

Метод исследования – измерение падения напряжения в режиме нормального тлеющего разряда.

При исследовании смазочных материалов были получены кривые зависимостей изменения толщины смазочного слоя с увеличением суммарной скорости качения контактирующих поверхностей. Сравнение изменения теоретической зависимости $f(V_{\Sigma})$ с кривыми, полученными экспериментально, показывает их резкое отклонение при увеличении скорости до 1,0 м/с, когда экспериментальные значения прироста толщины смазочного слоя характеризуются резким увеличением. При последующем увеличении h экспериментальные и теоретические кривые значений толщины смазочного слоя почти параллельны. Установлено, что до скорости качения 1 м/с масла характеризуются приобретением структурной вязкости и свойств неньютоновских жидкостей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ, ТОЛЩИНА СМАЗОЧНОГО СЛОЯ, СКОРОСТЬ КАЧЕНИЯ.

УДК 621.797 (088.8)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РОЗДАВАННЯМ

Дмитриченко М.Ф., доктор технічних наук
Сопощко Ю.О.,
Дементєєв О.В.

Постановка проблеми. Відновлення деталей в умовах сучасного ремонту автомобілів потребує нових, більш ефективних технологій. Одною з таких технологій є відновлення деталей автомобілів роздаванням з локальним нагріванням за рахунок сил тертя [1]. За даною технологією механічна енергія, яка підводиться до інструменту перетворюється в теплову безпосередньо в місці контакту з деталлю. Це забезпечує локальне нагрівання металу до температури пластичної деформації. Дорн – інструмент, діаметр якого більше діаметра технологічного отвору під дією осьового зусилля роздає деталь у діаметральному напрямку (рис. 1).

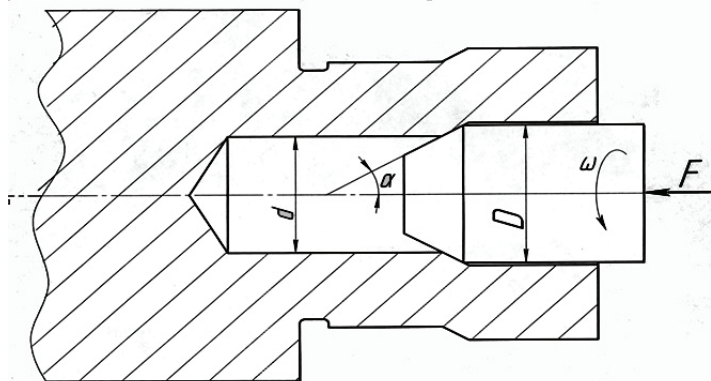


Рисунок 1. – Схема взаємодії конічного дорна з валом при роздаванні тертям: $R = D/2$ – радіус дорна, $r = d/2$ – радіус отвору вала, α – кут роздавання, F – осьове зусилля при роздаванні

При роздаванні валів тертям локальне виділення теплоти в місці контакту дорна і вала визначає наперед високі енергетичні характеристики процесу. Витрати енергії і потужності в кілька разів менші, ніж за нагрівання деталей у печах опору або струмом високої частоти. Визначення

основних параметрів процесу роздаванням валів з нагріванням за рахунок сил тертя дозволить використовувати отримані дані при проектуванні технологічних процесів відновлення деталей та виборі необхідного обладнання.

Аналіз останніх досліджень та постановка завдання. Дослідження даного способу обмеженні застосуванням його для відновлення хрестовин карданних передач [2], у яких конструктивно передбачені внутрішні отвори для змащення. Залишається невивченим застосування даного способу для відновлення суцільних кінцевих ділянок валів, коли необхідно попередньо виготовляти технологічний отвір, а також значення основних технологічних параметрів процесу таких, як осьове зусилля подачі дорна, та величина крутного моменту необхідного для нагрівання деталі та її роздавання.

Викладення основного матеріалу. Нагрівання при відновленні деталей роздаванням аналогічно нагріванню деталей при зварюванні тертям та формоутворенні деталей. У роботі [3] показано, що експериментальні дані, одержані при зварюванні тертям, можуть використовуватись при визначенні моменту сил тертя при формоутворенні деталей, зокрема при осадці металів інструментом з локальним нагріванням за рахунок тертя.

Потужність, що споживається при роздаванні валів тертям, може бути визначена по формулі $N=2pnM$, де n - частота обертання, c^{-1} , M - момент тертя в стикі [4]. Як вихідне співвідношення для встановлення залежностей, що визначають основні енергетичні параметри процесу зварювання тертям, звичайно приймається рівняння елементарного моменту тертя dM , що діє на елементарній кільцевій площадці ds поверхні тертя:

$$dM=2pp_c\mu_{cm}c^2dc, \quad (1)$$

де p_c , μ_{cm} - значення відповідно істинного тиску й коефіцієнту тертя, c - відстань заданої точки на поверхні тертя (рис. 2) від осі обертання (радіус кільцевої елементарної площадки ds).

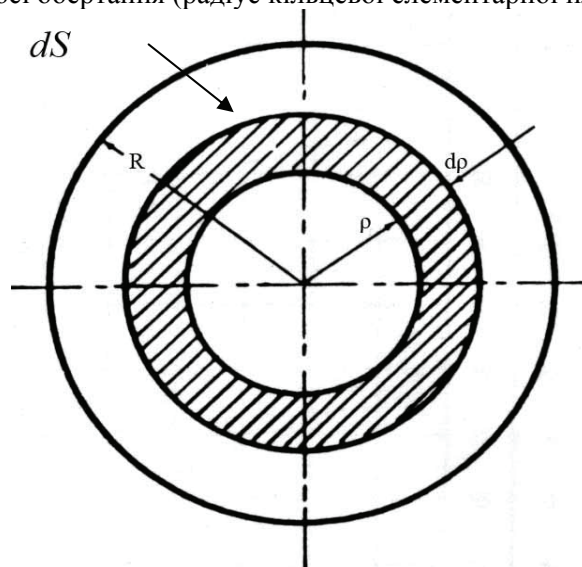


Рисунок 2. – Кільцева поверхня тертя ds

За умови допущення, що тиск на всій поверхні тертя постійний, після відповідних перетворень рівняння (1) приймає вид

$$dM=2pP_nF_c c^2 dc, \quad (2)$$

де μ_c – коефіцієнт тертя, що є функцією, яка визначає залежність моменту тертя від окружної швидкості V_c й величини тиску P_n на елементарній кільцевій площадці ds з радіусом c .

Для інтегрування рівняння (2) необхідно встановити залежність $\mu_c(V_c, c)$. У роботі [4] показано, що при зварюванні тертям у третій (сталій) стадії нагрівання має місце наступна наближена залежність зміни коефіцієнта тертя μ_c від окружної швидкості обертання V_c :

$$\mu_c = A'/(n c)^\kappa = A'/V_c^\kappa, \quad (3)$$

де V_c – окружна швидкість (лінійна швидкість обертання заданої точки поверхні тертя з радіусом обертання c), м/с; A, A', κ - константи.

Для визначення констант A , κ необхідно встановити залежність величини крутного моменту при роздаванні валів тертям від зусилля роздавання і частоти обертання. З цією метою була розроблена експериментальна установка [5].

Для реєстрації крутного моменту при окружній швидкості $V_R = 0,4$ м/с експерименти по роздаванню валів тертям із сталі 40Х дорном із сплаву ВК6 проводили на лабораторній установці для зварювання тертям СТ-120 [6]. Крутний момент вимірювали за допомогою приладу з тензометричними датчиками за методикою роботи [7].

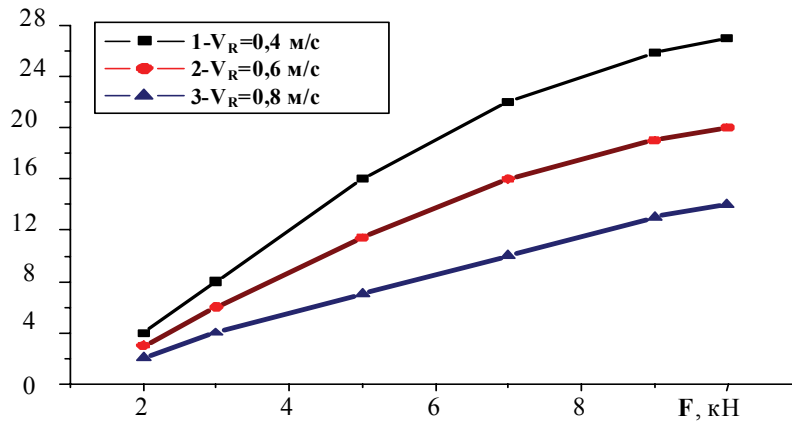


Рисунок 3.

– Залежність сталого моменту тертя M від осьового зусилля при роздаванні тертям для різних значень окружної швидкості V_R

Обробка експериментально отриманих даних зміни крутного моменту (моменту сил тертя) M під час сталої стадії процесу роздавання валів тертям при різних значеннях окружної швидкості V_R і осьового зусилля (зусилля роздачі) F показує, що залежності $M(F)$ практично лінійні у всьому дослідженому діапазоні V_R і F у межах $2 < F < 10$ кН (рис.3).

Лінійна залежність $M(F)$ відповідає теоретичним положенням роботи [4], обґрунтованим для процесу зварювання тертям сталей. Це свідчить про те, що характер зміни енергетичних параметрів при роздаванні валів тертям аналогічний такому при зварюванні тертям і не залежить від властивостей матеріалів, а відрізняється лише значеннями констант A , κ у залежності (3). Використання залежності (3) дозволило одержати наступні вирази:

- елементарного моменту тертя на елементарній кільцевій площадці ds :

$$dM = 2pP_n(A/n^\kappa) c^{2-\kappa} dc; \quad (4)$$

- елементарної потужності, споживаної на цій площадці

$$dN = CndM = 2pP_n(C A/n^{\kappa-1}) c^{2-\kappa} dc. \quad (5)$$

Після інтегрування виразів (4), (5) і наступних перетворень за методикою [4] одержуємо залежності:

- повного моменту на всій поверхні тертя

$$M = 2 \cdot 10^6 P_n R S \mu_R / (3-\kappa) = 2 \pi \cdot 10^6 P_n R (R^2 - r^2) \mu_R / (3-\kappa) \sin \bar{\alpha} \quad (6)$$

- повної споживаної потужності під час сталої стадії процесу роздачі

$$N = 2 \pi \cdot 10^3 P_n (R^2 - r^2) V_R \mu_R / (3-\kappa) \sin \bar{\alpha} \quad (7)$$

- середньої питомої потужності

$$N_n = 2 P_n V_R \mu_R / (3-\kappa) \quad (8)$$

де $S = \pi (R^2 - r^2) / \sin \bar{\alpha}$ – площа контакту між конічним дорном і валом, м²;
 $R = D/2$ – радіус дорна, м;

$r=d/2$ – радіус отвору, м

$\bar{\beta}$ – кут роздачі,

μ_R – умовний безрозмірний коефіцієнт тертя в точках з радіусом c ,

n – частота обертання, c^{-1} ,

V_R – окружна швидкість (лінійна швидкість обертання при $c=R$), м/с,

P_n – середній по поверхні тертя тиск при нагріванні, МПа,

$F = P_n S \operatorname{tg} \bar{\beta}$ - зусилля роздачі, Н,

M – момент тертя, Н м,

N – потужність, МВт·м⁻²,

κ – константа.

Крива залежності питомої потужності від окружної швидкості (рис.4) побудована по рівнянню (8) для випадку $F=8000$ Н. Значення коефіцієнтів A, κ , визначені за методикою роботи [4] на основі експериментальних даних для діапазону $V_R=0,4\dots 0,8$ м/с, становлять $A=0,16$, $\kappa=1,1$. Після підстановки значень коефіцієнтів A, κ у рівняння (3) одержуємо розрахункову залежність коефіцієнта тертя μ_c від окружної швидкості при $c=R$ (рис. 5).

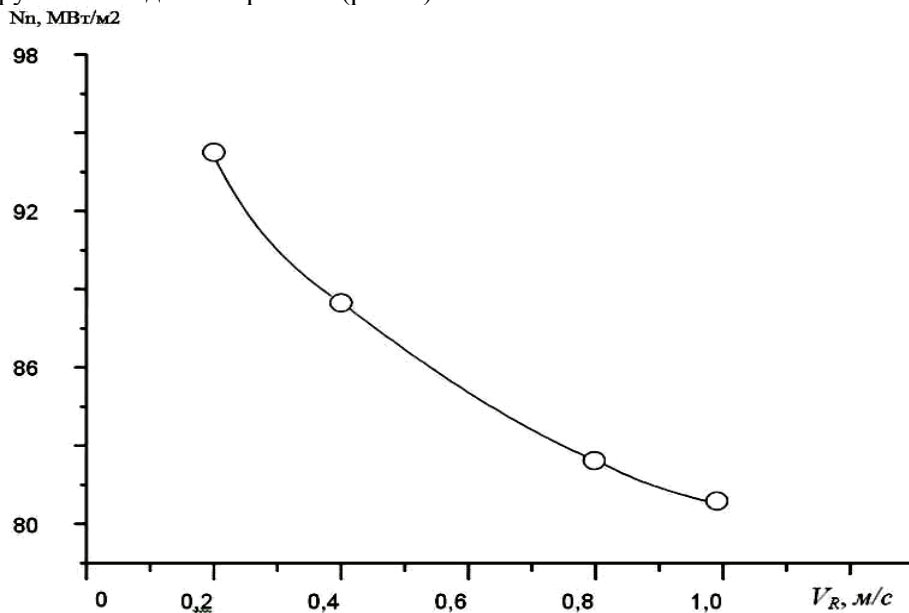


Рисунок 4. – Залежність питомої потужності тепловиділення N_n від окружної швидкості V_R при роздаванні тертям валів із сталі 40Х.

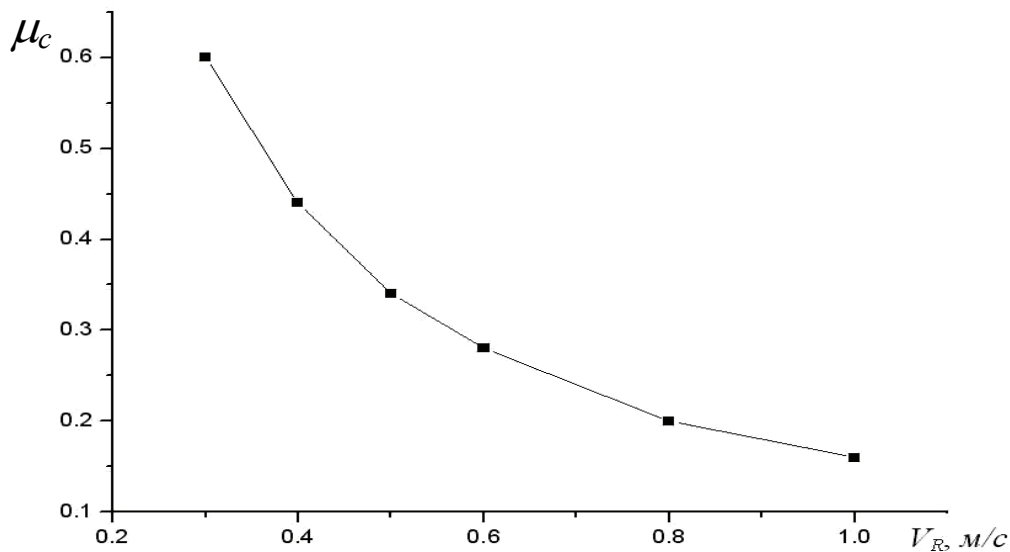


Рисунок 5. – Залежність коефіцієнту тертя μ_c від V_R по рівнянню $\mu_c = A/V_R^{\kappa}$, де $A=0,16$; $\kappa=1,1$

Підстановка значень коефіцієнтів A , κ у рівняння (6)-(8) дозволяє одержати наступні вирази:

$$M=0,17 \cdot 10^6 P_n R(R^2-r^2)/V_R^{1,1} \sin \bar{\alpha}; \quad (9)$$

$$N=0,17 \cdot 10^3 P_n (R^2-r^2) /V_R^{0,1} \sin \bar{\alpha}; \quad (10)$$

$$N_n=0,22 P_n (1/V_R^{0,1}) \quad (11)$$

Використання цих математичних залежностей дозволяє визначити необхідну потужність приводу обертання для реалізації процесу роздавання валів при наступних параметрах:

діаметр внутрішнього отвору валу $D=2 \cdot R=8 \text{ мм} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

діаметр конічного дорну $d=2 \cdot r=6,5 \text{ мм}=6,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

кут роздачі $\bar{\alpha} = 30^\circ$;

тиск при нагріванні $P_n = 500 \text{ МПа}$;

окружна швидкість $V_R = 0,8 \text{ м/с}$

Повна споживана потужність під час сталої стадії процесу роздавання складає

$$N=911 \text{ Вт.}$$

У роботі [4] рекомендується потужність приводного двигуна встановлювати удвічі більшим від значення повної споживаної потужності під час сталої стадії процесу роздавання:

$$N_{\text{дв}}=2 \cdot N = 2 \cdot 911 \text{ Вт} = 1822 \text{ Вт.}$$

Також використання формул (9)-(11) дозволяє розрахувати енергетичні параметри процесу роздавання тертям валів будь-яких типорозмірів.

Висновки.

1. Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити значення констант A , κ , для пари тертя сплав ВК6 – сталь 40Х, отримати залежності для розрахунку коефіцієнту тертя і визначення основних енергетичних параметрів процесу роздавання тертям – крутного моменту і потужності.
2. Залежність крутного моменту від зусилля роздавання є практично лінійною у досліджуваному інтервалі зміни окружної швидкості і осьового зусилля. Це свідчить про те, що характер зміни енергетичних параметрів при роздаванні валів тертям аналогічний такому при зварюванні тертям і відрізняється лише значеннями констант A , κ у залежності коефіцієнта тертя від окружної швидкості.
3. Оптимальними за геометричними параметрами роздавання є співвідношення діаметрів інструменту і технологічного отвору в межах $d_i/d = 1,2 \dots 1,3$. Це забезпечує оптимальну площадку тертя для нагрівання деталі та величину крутного моменту під час сталого режиму роздавання близько 40-50% від максимального значення на початковій стадії процесу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. В.Е. Канарчук, А.Д. Чигиринец, О.Л. Голяк., П.М., Шощкий. Технологія та обладнання для відновлення автомобільних деталей. - К.: 1993. – 480 с.
2. Войтюк В.Д. Восстановление крестовин автотракторных карданных шарниров термопластической деформацией. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. К.: – 1991. – 28 с.
3. Норицын И.А., Газизов Б.Я. Крутящий момент при осадке стержня вращающимся инструментом с локальным нагревом за счет трения // Кузнечно-штамповое производство.- 1976.- № 8.- С. 34-36.
4. Сварка трением. Справочник / В.К. Лебедев, И.А. Черненко, В.И. Виль и др. - Л.: Машиностроение, 1987.-236 с.
- 5.Голяк О.Л.,Дементеев О.В. Підвищення ефективності відновлення автомобільних деталей типу валів пластичним деформуванням.Вісник національного транспортного університету.- К.:НТУ,2005, Випуск10, С. 57-63.
6. Зяхор И.В. Современное оборудование для сварки трением // Автомат сварка.- 2001.-№7.-С.48-52.
7. Определение момента трения при инерционной сварке по величине углового ускорения / В.К. Лебедев, Л.В. Литвин, А.Т. Дышленко, И.А. Черненко // Автомат. сварка.- 1986.- №8.-С.31-33.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф.,Сопощко Ю.О., Дементеев О. В. Дослідження енергетичних параметрів процесу відновлення деталей роздаванням. / Микола Федорович Дмитриченко, Юрій Олександрович Сопощко, Олександр Вікторович Дементеев// Вісник НТУ – К.: НТУ. – 2012. – Вип. 26.

Визначення основних параметрів процесу роздавання валів з нагріванням за рахунок сил тертя. Об'єкт дослідження – вали коробок передач автомобілів.

Мета роботи – дослідження даного способу для відновлення кінцевих ділянок валів, визначення основних технологічних параметрів процесу - осьове зусилля подачі дорна, та величина крутного моменту необхідного для нагрівання деталі та її роздавання.

Методика дослідження – для реєстрації крутного моменту експерименти по роздаванню валів тертям із сталі 40Х дорном із сплаву ВК6 проводили на лабораторній установці. Крутний момент вимірювали за допомогою приладу з тензометричними датчиками.

Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити значення констант A , k , для пари тертя сплав ВК6 – сталь 40Х, отримати залежності для розрахунку коефіцієнту тертя і визначити основні енергетичні параметри процесу роздавання тертям – крутного моменту і потужності. Оптимальними за геометричними параметрами роздавання є співвідношення діаметрів інструменту і технологічного отвору в межах $d_1/d = 1,2...1,3$. Це забезпечує оптимальну площадку тертя для нагрівання деталі. При співвідношенні $d_1/d = 1,2...1,3$ величина крутного моменту під час сталого режиму роздавання складає близько 40-50% від максимального значення на початковій стадії процесу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛІВ, РОЗДАВАННЯ, НАГРІВАННЯ ТЕРТЯМ, КРУТНИЙ МОМЕНТ, ОСЬОВЕ ЗУСИЛЛЯ.

ABSTRAKT

Dmytrychenko M. F., Sopotsko Y. O., Dementeev O. V. Researches on energetic parameters of processes of restoration of parts by means of distribution. / Mykola Fedorovich Dmytrychenko, Yuri Olexandrovych Sopotsko, Olexandr Vyktorovych Dementeev// Visnuk NTU. – K.: NTU. – 2012. – Vol. 26.

Determination of the main parameters of distribution of shafts with heating due to the friction forces.

Subject of research – gear boxes of car.

Purpose of research - examination of the processes of restoration of axle endings, determination of the main technological parameters of the process: axle force of dorn's delivery and the torque's value which is necessary for the detail's heating and for its distribution.

Methods of research – experimental testings on distribution of shafts by means of friction. Shafts made of 40X steel were put in processing with dorns made of the BK6 alloy. The processes were accomplished under the laboratory conditions. The torque's value was calculated with the help of densitometric equipment.

The data received from the research accomplished the determination of the value of the constants A , k for the friction couple: 40X steel/B6 alloy, issued the dependences for calculation of the ratio of the friction and determined energetic parameters of the process of distribution of shafts by means of friction, which were the torque and the power. According to geometrical parameters, the optimal ratio of distribution between the diameter of the tool and the technological hole is set within the measures $d_1/d = 1,2...1,3$. This provides an optimal friction's surface for details heating. The ratio of $d_1/d = 1,2...1,3$ in stable mode of distribution makes the torque's value 40-50% of the maximum value at the initial stage of the process.

KEY WORDS: RESTORATION OF SHAFTS, DISTRIBUTION, HEATING BY MEANS OF FRICTION, TORQUE AXIAL FORCE.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко Н.Ф., Сопотко Ю.А., Дементеев А. В. Исследование энергетических параметров процесса восстановления деталей раздачей. / Николай Федорович Дмитриченко, Юрий Александрович Сопотко, Александр Викторович Дементеев// Вестник НТУ – К.: НТУ. – 2012. – Вып. 26.

Определение основных параметров процесса раздачи валов нагреванием за счет сил трения. Объект исследования – валы коробок передач автомобилей.

Цель работы – исследования данного способа для восстановления концевых участков валов, определение основных технологических параметров процесса - осевое усилие подачи дорна и величина крутящего момента необходимого для нагревания детали и ее раздачи.

Методика исследования – для регистрации крутящего момента эксперименты по раздаче валов трением из стали 40Х дорном из сплава ВК6 проводили на лабораторной установке. Крутящий момент измерялся с помощью устройства с тензометрическими датчиками.

Проведенные экспериментальные исследования позволили установить значения констант A , k , для пары трения сплав ВК6 – сталь 40Х, получить зависимости для расчета коэффициента трения

и определить основные энергетические параметры процесса раздачи трением – крутящий момент и мощность. Оптимальными по геометрическим параметрам раздачи есть соотношение диаметров инструмента и технологического отверстия в пределах $d_i / d = 1,2 \dots 1,3$. Это обеспечивает оптимальную площадку трения для нагревания детали. При соотношении $d_i / d = 1,2 \dots 1,3$ величина крутящего момента при установившемся режиме раздачи составляет примерно 40-50% от максимального значения на начальной стадии процесса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВАЛОВ, РАЗДАЧА, НАГРЕВ ТРЕНИЕМ, КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ, ОСЕВОЕ УСИЛИЕ.

УДК 631.3.004

АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИПАДКОВОЇ ЗМІНИ РЕСУРСНИХ ПАРАМЕТРІВ АГРЕГАТУ МАШИНИ

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук

Сушко О.В., кандидат технічних наук

Постановка проблеми.

Для встановлення точності існуючих методів індивідуального прогнозування технічного стану агрегатів машин треба мати потужний статистичний матеріал у вигляді ансамблів реалізацій діагностичних параметрів. Така інформація була зібрана експериментальним шляхом та за літературними джерелами [1, 2]. В результаті її обробки виявилось, що цілий ряд припущень, на яких заснований існуючий метод прогнозування, у багатьох випадках виконується лише частково, а іноді не виконується зовсім. У зв'язку з цим виникла потреба в розробці більш загальної моделі зміни ресурсного параметра в залежності від напрацювання та на її основі отримання функції умовного розподілу залишкового ресурсу.

Аналіз останніх досліджень.

Попередніми дослідженнями [3, 4] встановлено, що існуючий метод прогнозування оптимального залишкового ресурсу обумовлює середню квадратичну погрішність не менше 350–430 мото-год., що призводить до підвищення середніх питомих витрат на ремонт. Це довело необхідність побудови більш близького до дійсності описання реального процесу зміни діагностичного параметру та розробки на цій основі більш точного і достовірного методу визначення залишкового ресурсу складової частини машини.

Метою дослідження є аналіз статистичних характеристик випадкового процесу зміни ресурсного параметру агрегату машини і обґрунтування його уточненої математичної моделі.

Результати дослідження.

Для розробки найбільш точного і достовірного методу визначення залишкового ресурсу необхідно, в першу чергу, побудувати статистичні оцінки функцій математичного очікування $\hat{m}(t)$ середнього квадратичного відхилення $\hat{\sigma}(t)$ та автокореляційної функції $\hat{\rho}(\tau)$ випадкового процесу $u(t)$ і його складової $z(t)$. Основна трудність при цьому полягає в тому, що значення випадкового процесу $z(t)$ неможливо отримати безпосередньо з експерименту.

На основі представлених в роботах [1, 4] результатів випробувано декілька підходів до вирішення даної задачі. У результаті була розроблена методика, що забезпечує мінімальну середню квадратичну погрішність оцінок основних показників. Суть її полягає в тому, що значення показника швидкості V_i оцінюються за методом найменших квадратів, який застосовується до кожної i -тої реалізації ($i = \overline{1, l}$, де l – число реалізацій даного діагностичного параметру), а величини Z_{ij} визначаються за формулою:

$$Z_{ij} = U_{ij} - V_i \cdot t_{ij}^a \quad (1)$$

де U_{ij} – фактична зміна параметрів при напрацюванні t_{ij}

($j = \overline{1, m_i}$, m_i – число експериментальних точок на i -тій реалізації).