

MATHEMATICAL MODEL OF DYNAMICS OF LEAFSTEM MATERIALS DRYING BY ACTIVE AERATION

B. Kotov, V. Kuzmenko

Summary

The construction of mathematical model of stem vegetable materials drying in a stack by active aeration is considered in the article.

УДК 621.787.4

ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ РОЗКОЧУВАННЯ ПРИ РЕМОНТІ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИНУВАННЯМ

Гранкін С.Г., к.т.н.,

Гранкіна О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. +38(0619)422074

Анотація – в статті розглянуті деякі аспекти технології ремонту деталей способом пластинування. Цей спосіб дозволяє багаторазово відновлювати роботоздатність деталей, має менші показники енерговитрат порівняно з іншими способами відновлення на номінальний розмір. На підставі проведеного математичного моделювання процесу поверхнево-пластичного деформування додаткової деталі – згортної втулки, виявлена залежність зусилля розкочування від кратності обробки та радіусу ролика за умов зміцнення на задану глибину та отримання шорсткості поверхні відповідно нормативно-технологічної документації; визначені оптимальні значення параметрів робочого інструмента (кількість роликів, радіус ролика та зусилля притискання одного ролика), побудована номограма, що спрощує вибір цих параметрів на прикладі ремонту гільз дизельних двигунів.

Ключові слова - ремонт, пластинування, згортна втулка, поверхнево-пластичне оброблення, математичне моделювання, зміцнення, шорсткість, гільза, режими обробки.

Постановка проблеми. Визначення режимів поверхнево-пластичного оброблення пов'язане з достатньо трудомісткими експериментальними дослідженнями. На теперешній час на підставі результатів практичних розробок, теоретичних досліджень щодо процесів поверхнево-пластичного деформування мікрооб'ємів металевих поверхонь та розвитку програмного забезпечення математичного моделювання процесів з'явилась можливість встановлення узагальнених взаємозалежностей параметрів, які характеризують технологічні параметри процесу розкочування. Метою моделювання є дослідження взаємозв'язку між параметрами поверхнево-пластичного деформування та конструктивними характеристиками інструменту, який забезпечить визначені оптимальні значення розкочування.

Аналіз останніх досліджень. Одним із методів відновлення деталей машин постановкою додаткових елементів є метод пластинування, достатньо широко розроблений за останні два десятиліття. Суть методу пластинування деталей полягає у використанні в якості додаткового елемента металевої пластини, певним чином зформованої і встановленої на попередньо підготовлену поверхню деталі. Основне технологічне завдання – це забезпечення високих експлуатаційних властивостей відновленої поверхні, створенням визначеної шорсткості та зміцненням робочої поверхні згортної втулки. Технологічні рекомендації щодо пластинування поверхонь валів, корпусних деталей наведені в низьці робіт, але питання математичного моделювання процесів пластинування внутрішніх циліндричних поверхонь за допомогою роликowego інструменту на теперешній час ще розкриті недостатньо, тому є актуальними.

Формулювання цілей статті.

1. Розробка математичної моделі процесу розкочування згортної втулки при ремонті гільз двигунів.

2. Побудова номограми для визначення параметрів роликowego інструменту за умови забезпечення оптимальних режимів розкочування згортної втулки.

Основна частина. Графічна інтерпретація результатів обробки статистичних даних про характер та величини зносу внутрішньої поверхні гільз дизельних двигунів СМД – 60, збір яких виконувався в Оріхівському та Пологовському районах Запорізької області, наведено на рисунку 1.

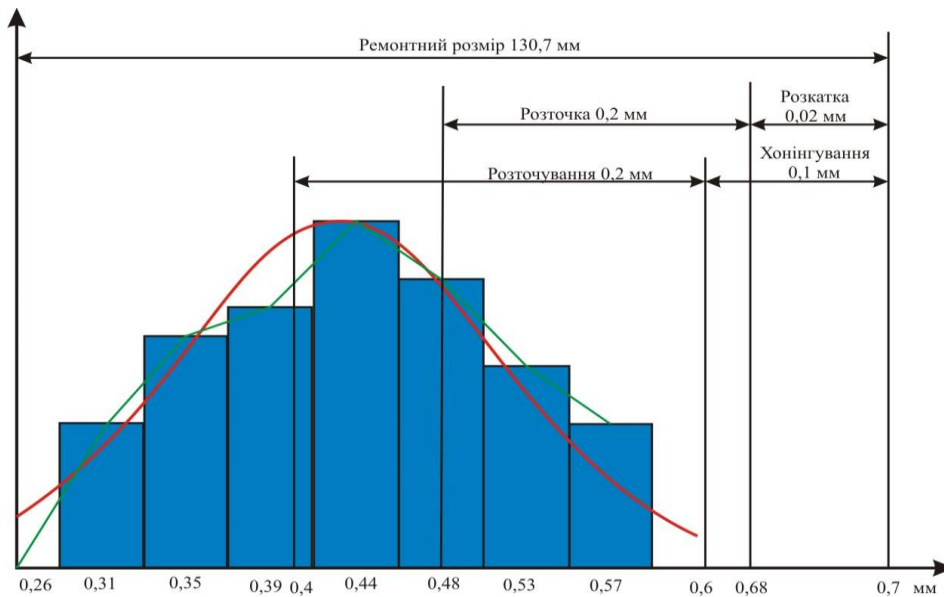


Рис. 1. Розподіл зносів гільз циліндрів та схема визначення розмірів гільз, придатних до відновлення із застосуванням хонінгування або розкочування.

З наведеної на рисунку 1 схеми значення граничного зносу внутрішньої поверхні гільз, які придатні до відновлення зі застосуванням хонінгування, дорівнюють 0,4мм, зі застосуванням розкочування – 0,48мм.

Відповідно відсоток деталей, які набули вказані розміри, для нормального розподілу визначається за формулою[1]

$$F(t) = F(t_i - t/\delta), \quad (1)$$

де t – середнє значення розподілу зносу, мм;

δ – середньоквадратичне відхилення;

t_i – величина i -го зносу, мм.

$$F = (0,4) = F(0,40 - 0,426 / 0,0696) = F(-0,374) = 1 - F(0,374) = 1 - 0,64 = 0,36;$$

$$F = (0,48) = F(0,48 - 0,426 / 0,0696) = F(0,776) = 0,78.$$

Таким чином, при застосуванні в якості фінішної обробки хонінгування придатними для ремонту є 36% деталей, а при застосуванні розкочування – 78%, що значно поширює можливості застосування методу обробки на ремонтний розмір. Відновлення внутрішніх поверхонь гільз поверхнево-пластичним деформуванням - розкочуванням, дозволяє практично в два рази збільшити обсяг деталей, придатних до ремонту. Це пояснюється значним зменшенням припуску на фінішне оброблення для хонінгування - 0,1 мм, для поверхнево-пластичного деформування - до 0,02мм.

У випадку унеможливлення обробки на ремонтний розмір перспективним виявився спосіб пластинування, тобто встановлення

додаткової ремонтної деталі. Цей спосіб полягає у фіксації додаткової деталі в гільзі із одночасним створенням визначеної шорсткості та зміцненням поверхні розкочуванням.

Для забезпечення шорсткості робочої поверхні згортої втулки у відповідності з нормативно-технологічною документацією на відновлення та зміцнення її на всю товщину пластини, необхідно визначити зв'язок чинників, які впливають на ці процеси.

Процес зміцнення описується формулою [2]

$$P = 1,05 \cdot \sigma_n \cdot d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \ell_{max} \cdot R_p \cdot R_d}{R_d - R_p}} \cdot (1 + 0,35 \cdot \sqrt{\frac{R_d - R_p}{R_d}}) , \quad (2)$$

де σ_n – напруження в області контакту, МПа;

d – параметр об'єму деформування, мм;

ℓ_{max} – максимальне зміщення інструменту, мм;

R_p – радіус ролика розкатника, мм;

R_d – внутрішній радіус деталі, яка розкочується, мм

Основні формули, за якими визначалися складові формули (2), наступні.

Напруження в області контакту σ_n визначається за формулою

$$\sigma_n = \frac{5,2 \cdot \sigma_s}{\sqrt{3}} , \quad (3)$$

де σ_s – опір матеріалу пластичному деформуванню, МПа;

Лінійний параметр об'єму деформування d , мм, визначається за експериментальною залежністю

$$d = \frac{h^2}{2,25} , \quad (4)$$

де h – товщина пластини, яка обробляється, мм.

Максимальне зміщення інструменту ℓ_{max} , мм, визначається за формулою

$$\ell_{max} = \frac{S_z \cdot d}{R_{i0}} , \quad (5)$$

де S_z – подача інструмента, мм.

Подача інструмента S_z , мм, розраховується за формулою

$$S_z = \frac{d + d_1}{n} , \quad (6)$$

де d_1 – параметр об'єму деформування, мм;

$$d_1 = 0,39 \cdot d^2 , \quad (7)$$

n – кратність обробки. Рекомендоване значення n становить від 3 до 10.

R_{np} – профільний радіус, мм, який визначається за формулою

$$R_{np} = \frac{B \cdot d}{\Gamma}, \quad (8)$$

де B – емпіричний коефіцієнт; $B=4,5-5,4$. Для розрахунків приймається, $B=5,2$.

Γ – інтенсивність деформації. Для сталі У8А $\Gamma=0,7$.

Для отримання залежності зусилля розкочування P від радіусу ролика R_p та кратності обробки n за умови зміцнення на задану глибину, в формулу (2) підставляємо формули (5) і (6)

$$P = 1,05 \cdot \sigma_n \cdot d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (d + d_1) \cdot d \cdot R_p \cdot R_d}{n \cdot (R_d - R_p)}} \cdot (1 + 0,35 \cdot \sqrt{\frac{R_d - R_p}{R_d}}). \quad (9)$$

Аналітична залежність отримання заданого параметра шорсткості поверхні [3]

$$R_a = \frac{0,05 \cdot P^{0,65} \cdot S_z^{0,65} \cdot R_z^{0,5}}{R_{np}^{1,2}}, \quad (10)$$

де R_a – шорсткість поверхні, яку потрібно отримати, мкм;

R_z – шорсткість початкова, мкм.

З формули (10) визначається зусилля розкочування P

$$P = \sqrt[0,65]{\frac{R_a \cdot R_{np}^{1,2}}{0,05 \cdot S_z^{0,65} \cdot R_z^{0,5}}}. \quad (11)$$

Залежність зусилля розкочування від кратності обробки n за умови отримання заданої шорсткості поверхні з урахуванням формул (5) та (6)

$$P = \sqrt[0,65]{\frac{R_a \cdot R_{np}^{1,2}}{0,05 \cdot \left(\frac{d + d_1}{n}\right)^{0,65} \cdot R_z^{0,5}}}. \quad (12)$$

В процесі математичного моделювання поверхнево-пластичної обробки необхідно отримати зміцнення на всю товщину пластини, з якої виготовлена згортна втулка ($h=0,6$ мм) та шорсткість поверхні відповідно нормативно-технологічної документації не більше $R_a=0,32$ мкм. Розрахунки виконувались для деталі радіусом $R_d=65$ мм (гільзи СМД-60 з номінальним діаметром 130мм). Результатом моделювання

повинна бути загальна область перетинання поверхонь, які отримані за формулами (9) та (12).

Змінними параметрами виступатимуть під час моделювання

- радіус ролика (R_p), діапазон змінення R_p від 3 до 30мм;
- кратність обробки (n), діапазон змінення n від 3 до 10 шт. Під кратністю обробки розуміється кількість роликів в розкатнику.

Для обробки даних та побудови графічної інтерпретації математичної моделі використовували програму Maple.

Графічна інтерпретація математичної моделі (рис.2) показує ступінь впливу змінних параметрів на вихідні величини функції відгуку.

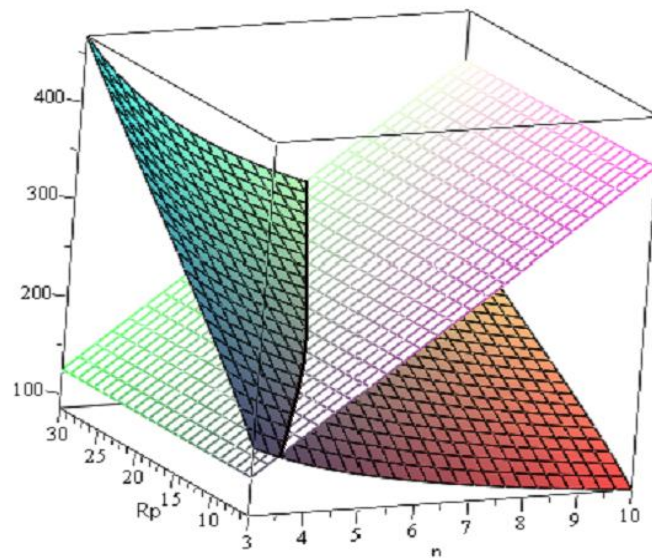


Рис. 2. Графічна інтерпретація математичної моделі процесу зміцнення та створення шорсткості при розкочуванні.

Оптимальне значення вхідних параметрів є лінія, яка утворена перетинанням поверхонь відгуку функцій і описується наступною залежністю

$$P = 348,02 \cdot \sqrt{\frac{R_p}{n(R_p - R_d)}} + 1,874 \cdot \sqrt{\frac{R_p}{n(R_p - R_d)}} \cdot \sqrt{4225 - R_d \cdot R_p} + 20,81 \cdot n \quad (13)$$

Для практичного застосування побудована номограма (рисунок 3), за допомогою якої визначаються параметри ППД при відновленні гільз двигунів СМД-60(62) або діаметром 130мм. При визначенні параметрів необхідно враховувати, що значення кількості роликів повинно бути округлене до цілого більшого числа.

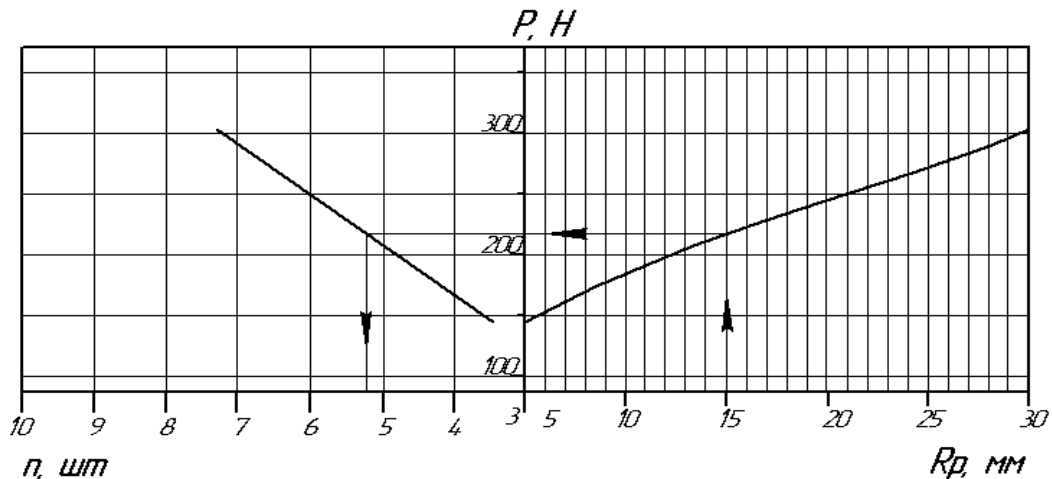


Рис. 3. Номограма для визначення зусилля розкочування P , радіусу R та кількості роликів розкатника n .

Висновки.

1. Застосування поверхнево-пластичної обробки при відновленні внутрішньої поверхні гільз дозволяє збільшити обсяг придатних для розточування на ремонтний розмір деталей в 1,5- 2рази.

2. Розроблена математична модель процесів, які є визначальними при ремонті гільз способом пластинування, дозволяє зробити обґрунтований вибір режимів розкочування згортної втулки та параметрів роликів розкатника, за допомогою якого виконується операція фіксації з одночасним зміцненням та створенням певної шорсткості.

Література.

1. Надійність сільськогосподарської техніки: підручник /за ред. *М.І. Черновола*. – Кіровоград: КОД, 2010. – 320 с.
2. *Смелянський В.М.* Механика упрочнения поверхностного слоя деталей машин в технологических процессах поверхностно-пластического деформирования / *В.М. Смелянський*. – М.: МАШМИР, 1992. – 60 с.
3. *Данг Ван Нгун*. Многокритериальная оптимизация режимов упрочнения обкатыванием на основе использования комплексного критерия / *Данг Ван Нгун, В.М. Смелянський* // Новая технология, оборудование, оснастка и инструмент для механической обработки и сборки: материалы семинара МДНТП им. Дзержинского, 1990. – С.56 – 63.

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАСКАТЫВАНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИНИРОВАНИЕМ

С.Г. Гранкин, Е.В. Гранкина

Аннотация

В статье рассмотрены некоторые аспекты технологии ремонта деталей способом пластинирования. Этот способ позволяет многократно восстанавливать работоспособность деталей, имеет меньшие показатели энергозатрат в сравнении с другими способами восстановления деталей до номинального размера. На основании проведенного математического моделирования процесса поверхностно-пластичного деформирования дополнительной детали - свертной втулки, выявлена зависимость усилия раскатывания от кратности обработки и радиуса ролика при условии упрочнения на заданную глубину и получены шероховатости поверхности соответственно нормативно-технологической документации; определены оптимальные значения параметров рабочего инструмента (количество роликов, радиус ролика и усилия прижатия одного ролика), построена номограмма, которая упрощает выбор этих параметров на примере ремонта гильз дизельных двигателей.

GROUNDING THE MODES OF SURFACE PLASTIC DEFORMATION DURING PARTS REPAIR BY PLATE SETTING

S.Grankin, O.Grankina

Summary

The article deals with some aspects of parts repair technology by means of plastic deformation. This method allows to renew workability of details repeatedly, has less indexes of energy consumption comparatively with other ways of renewal to a nominal size. On the basis of the mathematical design of the process of superficially-plastic deformation of additional detail – screwed bush – the dependence of deformation effort on multiplicity of treatment and radius of roller at the terms of strengthening on the set depth and receipt of surface roughness accordingly to normatively-technological documentation are found out; the optimal values of parameters of working instrument (amount of rollers, radius of roller and deformation effort of one roller) are defined, built nomogram which simplifies the choice of these parameters on the example of repair diesel engines cylinder-liners are defined.