

Ф.М. Капелюшний, доц., канд. техн. наук, М.М. Калита, інж.
Кіровоградський національний технічний університет

Відновлення посадкових місць корпусних деталей методом електроконтактного нагрівання

В статті приведений короткий перелік способів відновлення посадкових отворів корпусних деталей. Розглянутий спосіб відновлення внутрішньої поверхні методом місцевого нагрівання з застосуванням газополуменевого нагріву, його переваги та недоліки. Запропонований електроконтактний спосіб нагрівання.

корпусні деталі, посадкова поверхня, газополуменеве нагрівання, щілинний пальник, електроконтактний нагрів

На сьогоднішній день при ремонті корпусних автотракторних деталей зношені стінки отворів під підшипники відновлюють різноманітними методами, в тому числі наплавленням стрічки, нанесенням гальванічних покриттів (залізнення та ін.), електроіскровою обробкою, напаяванням, постановкою кілець, застосуванням полімерних матеріалів та місцевим нагріванням.

Спосіб відновлення посадкових місць корпусних деталей під підшипники з застосуванням газополуменевого нагрівання описаний в роботах [1,2,3]. В результаті послідовного нагрівання циліндричної поверхні до температури 800°C відбувається пластичне деформування поверхневого нагрітого шару відносно більш холодного шару металу. Через пластичний зсув шарів матеріалу, що прилегли до посадкової поверхні і нагрівається пошарово на різну температуру, отвір зменшується по радіусу на 0,2...0,3 мм. При цьому твердість поверхні, що нагрівається значно збільшується, збільшується і її зносостійкість. Для відновлення посадкової поверхні корпусна деталь закріплюється на шпинделі станка і обертається навколо осі посадкового отвору. Щілинний наконечник газового пальника вводиться у відповідний отвір корпусної деталі і стінки отвору нагріваються язиками полум'я на протязі 2...3 хв.

Дослідження показали, що зменшення діаметру отворів в металевих корпусних та інших деталях при місцевому нагріванні поверхонь їх стінок пояснюється пластичною деформацією, яка викликається внутрішніми напруженнями, що перевищують межу текучості матеріалу [1, 2, 3]. Ці напруження виникають на межі шарів між вже нагрітою і ще холодною масою чавуну, коли гарячі шари як би прагнуть розширитися, а холодні цьому розширенню перешкоджають.

Вивчаючи деформацію поверхневого шару в результаті його нагрівання, можна виявити істотні залежності її від діаметру, температури, глибини прогрівання і так далі і робити відповідні розрахунки для визначення режимів нагрівання і зменшення діаметру посадочної поверхні при різних геометричних параметрах отвору.

Для циліндричних поверхонь теплопередача визначається за формулою:

$$Q = \frac{2\pi\lambda l}{\ln d_2 / d_1} \cdot [Tr_1 - Tr_2], \quad (1)$$

де n – висота циліндра, мм;

λ – коефіцієнт теплопередачі;

d_1 і d_2 – відповідно діаметр нагрітого отвору і діаметр прогрітого шару;

Tr_1 і Tr_2 – температури деталі відповідно на внутрішній поверхні отвору d_1 і на певній глибині d_2 .

Температурне поле – розподілення температури по перерізу від стінки посадкової поверхні корпусної деталі по радіус-вектору із центра отвору дозволяє розрахувати напруження в кожній точці в даний момент нагрівання. Ці напруження при певній їх величині можуть викликати пластичну деформацію. Після нагрівання при остиганні залишкові напруження [4] впливають на працездатність відновленої корпусної деталі.

Згідно роботи [1] в чавунних деталях біля посадкової поверхні утворюється сорбіт, а при більш потужному полум'ї – троститна структура за рахунок швидкого відведення холодної маси деталі. При цьому, якщо початкова твердість чавуна складала $Hv=200\dots 210$ кг/мм², то після обробки – $Hv=400\dots 450$ кг/мм². Однак, вибирати режим газополуменевої обробки посадкових поверхонь з нагрівом до 800°C необхідно з наступним охолодженням на повітрі і високим відпуском. При такій обробці майже повністю знімаються залишкові напруження, твердість доводиться майже до нормальної твердості вихідного чавуна, покращується обробка чавуна [1, 2].

Згідно теорії дислокацій, з урахуванням коефіцієнта м'якості α [4, 5], при навантаженні чавунного зразка беззаперечно повинна виникнути деформація, що зберігається після розвантаження матеріалу, тобто залишкова деформація $\epsilon_1(n)$. Якщо прикласти до цього зразка навантаження зі зворотним знаком по величині, аналогічне попередньому, що викликало $\epsilon_1(n)$, то виявиться, що нова відносна деформація більше залишкової $\epsilon_1(n)$. Таким чином, при знятті внутрішніх напружень повернення до вихідних геометричних розмірів зразка неможливе, в такому випадку відбулася пластична деформація.

Відомо, що коефіцієнт м'якості $\alpha=2$ в умовах одноосного стиснення пластичність чавуна збільшується [5, 6]. В наших умовах при відновленні посадкових отворів при газополуменевої обробці має місце одноосне стиснення, а тому тенденція до збільшення пластичності крихкого матеріалу достатньо обґрунтована.

При відновленні отворів під підшипники корпусних деталей важливо вирішити деякі технологічні труднощі.

Навколо посадкових місць розташовані отвори під болти і товщина стінки від посадкової поверхні до стінки отвору під болти достатньо мала (3...3,5 мм). При нагріванні болтові отвори стають концентраторами напружень, тонка стінка може зруйнуватись. Тому необхідно відводити тепло із зони болтових отворів. Для цього в отвори закручують латунні чи мідні болти [3].

Також необхідно спростити технологію поверхневого нагрівання ремонтної деталі. Адже для обертання важкої і складної по формі деталі відносно щілинного пальника необхідна наявність складний по конструкції стэнд. У випадку обробки кількох отворів з'являється необхідність перестановки деталі на шпинделі. При тривалому нагріванні проникнення теплових напружень достатньо глибоко по стінці корпуса призводить до короблення та виникнення тріщин в перемичках між двома поверхнями, що близько розташовані (15...20 мм).

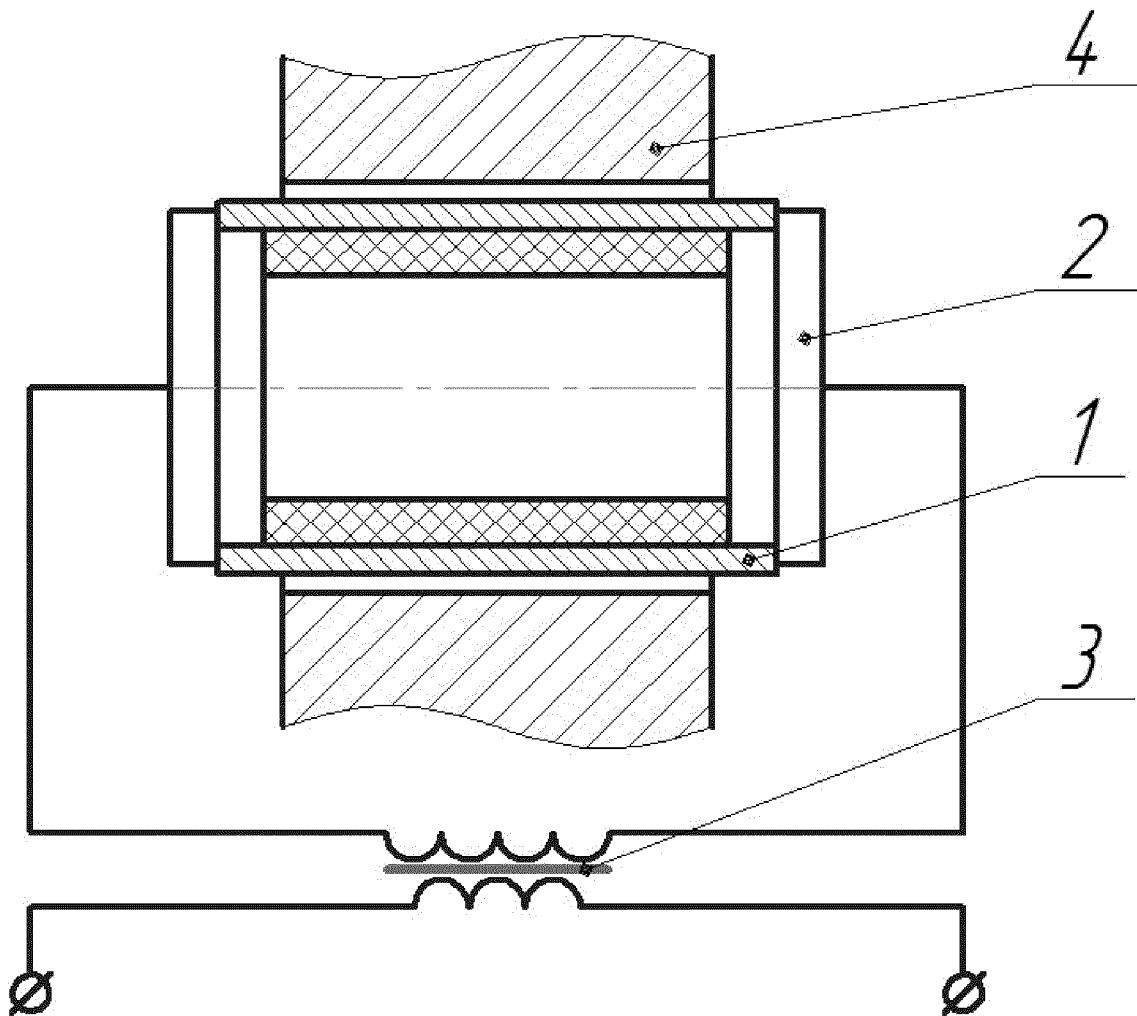
Вище зазначенні складнощі допоможе уникнути спосіб нагрівання струмами високої частоти (СВЧ). Цілком можливо, що при відновленні діаметрів посадкових отворів підвищиться їх зносостійкість і твердість поверхні за рахунок загартування, оскільки при СВЧ можна підвищити температуру нагрівання, а швидке охолодження нагрітого шару відбудеться за рахунок великої холодної маси деталі.

Однак вартість установки СВЧ досить висока і далеко не кожне ремонтне підприємство може дозволити собі відновлювати діаметр отворів корпусних деталей застосовуючи цей метод нагрівання. До того ж опромінення струмом високої частоти негативно впливає на здоров'я людини.

Нами запропонований спосіб електроконтактного нагрівання (ЕКН) комбінований з конвекційно-променевим нагріванням (рис. 1). Суть способу полягає в наступному. Ніхромо-азбестову втулку розміщують всередину отвору корпусної деталі і по торцям затискається мідними контактами. Струм подається на мідні контакти і відбувається нагрівання ніхромо-азбестової втулки. Кількість теплової енергії електричного струму визначається за законом Джоуля – Ленца з врахуванням характеру теплових процесів, обумовлених підведенням струму за допомогою струмопідводячих контактів.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t. \quad (2)$$

Зовнішній діаметр ніхромо-азбестової втулки підбирається меншим ніж діаметр отвору корпусної деталі на величину теплового розширення втулки, деформацію матеріалу деталі та залишкового зазору між втулкою і деталлю.



1 – втулка ніхромо-азбестова, 2 – контакт мідний, 3 – трансформатор, 4 – корпусна деталь

Рисунок 1 – Схема запропонованого способу нагрівання отворів корпусних деталей

Ніхромо-азбестова втулка нагрівається до температури 900...1000°C і шляхом інфрачервоного випромінювання та конвекційного теплообміну передає теплову енергію до поверхні отвору корпусної деталі.

Переваги запропонованого способу перед вище згаданими в тому, що останній не потребує складного обладнання, піддається чіткому керуванню, забезпечує

рівномірне нагрівання поверхні отвору одночасно, піддається автоматизації та механізації і менш небезпечний для здоров'я працівників в порівнянні з СВЧ.

Таким чином, запропонований спосіб має суттєві переваги перед існуючими способами і може бути використаний для відновлення деталей виготовлених із чавунів та сталей.

Список літератури

1. Шапоренко С.М. Исследование и разработка технологи и восстановления корпусных автотракторных деталей газопламенной обработкой. Диссертация к.т.н., г. Хабаровск, 1971.
2. Дажин В.Г., Шапоренко С.М. Восстановление посадочных поверхностей газопламенной обработкой. Журнал «Техника в сельском хозяйстве» №2, 1972.
3. Лившиц Л.Г., Поляченко А.В. Восстановление автотракторных деталей. М., «Колос», 1966.
4. Биргер И.А. Остаточные напряжения. М., «Машгиз», 1963.
5. Золоторевский В.С. Механические испытания и свойства металлов. М., «Металлургия», 1974.
6. Фридман Я.Б. Механические свойства металлов. М. «Мир», 1972.

Ф. Капелюшний, М.Калита

Восстановление посадочных мест корпусных деталей методом электроконтактного нагревания

В статье приведен краткий перечень способов восстановления посадочных отверстий корпусных деталей. Рассмотрен способ восстановления внутренней поверхности методом местного нагревания с использованием газопламенного нагрева, его преимущества и недостатки. Предложен электроконтактный способ нагревания.

F.Kapelyushniy, M.Kalita

Restoration of seats of case details by a method of electrocontact heating

In article the short list of ways of restoration of landing apertures of case details is resulted. The way of restoration of an internal surface by a method of local heating with use of gas-flame heating, its advantage and lacks is considered. The electrocontact way of heating is offered.

Одержано 21.10.11