

УДК 621.7.044.7

Дубініна О.Т., інженер кафедри ТМ
Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського»,
olhadubinina777@gmail.com

МЕТОД МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНОГО ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛУ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ТЕРМІЧНІЙ ОБРОБЦІ ВЕЛИКОГАБОРИТНИХ ДЕТАЛЕЙ

Суть магнітно-імпульсної обробки (МІО) полягає в розміщенні металевої деталі в індукторі, вплив якого створює магнітне поле значної напруги. При цьому в металевій деталі виникають вихрові струми, які взаємодіють зі струмами магнітно-імпульсної установки, що призводить до виникнення зусиль на поверхні металу [1]. Магнітний імпульс створює ударну хвилю, яка приводить у рух кристалічну решітку дефектного шару деталі. Силовий вплив у цьому випадку досить ефективний для того, щоб викликати структурні зміни, але не досягає меж пружності та міцності. Так само відбувається нагрівання ділянок кристалічних ґрат і неоднорідностей у структурі металу. Внаслідок цього відбувається зміцнення поверхні металу. З використанням цього методу можливе повне виключення термічної обробки з технологічного процесу виготовлення деталі, що значно знижує грошові витрати.

Деталь «Колесо» має великі габаритні розміри ($d > 500$ мм) і потребує тривалої термічної обробки (цементація, загартування та низький відпуск).

Виходячи з досліджень зубчастих коліс Сидорова В. А. [2], одними з найбільш навантажених і схильних до зносу, є зони плями контакту зубів. Для впливу МІО безпосередньо на проблемні ділянки сконструйовано індуктор евольвентної форми, який надягатиметься на кожен зуб колеса задля зміцнення поверхневого шару металу.

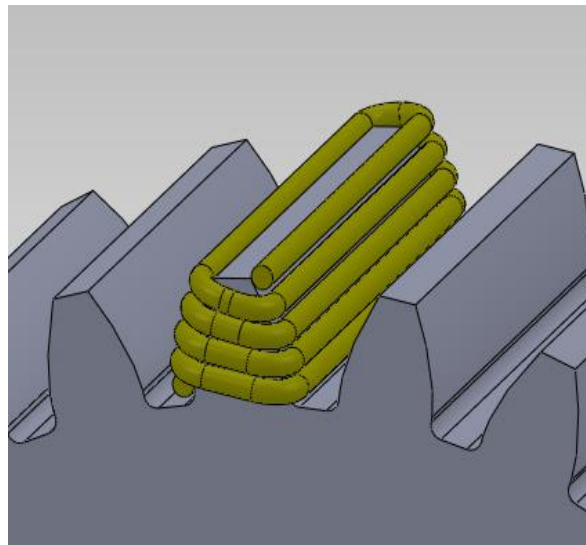


Рис. 1 – 3D модель індуктора

Схема промислової установки (рис.2) створена як промисловий стіл 1, на якому розташовується поворотний стіл 2. Зубчасте колесо 3 кріпиться на 3-х кулачковий патрон 4, який у свою чергу розтискається за допомогою рукояті 5. Поворотний стіл повертається на крок зуба за допомогою крокового двигуна 6. Індуктор 7 закріплений на стійці 8 та здійснює зворотно-поступові рухи за допомогою пневмоциліндра 9 і по черзі надягається на кожен зуб колеса, зміцнюючи поверхневий шар зубів за допомогою магнітно-імпульсної установки 10.

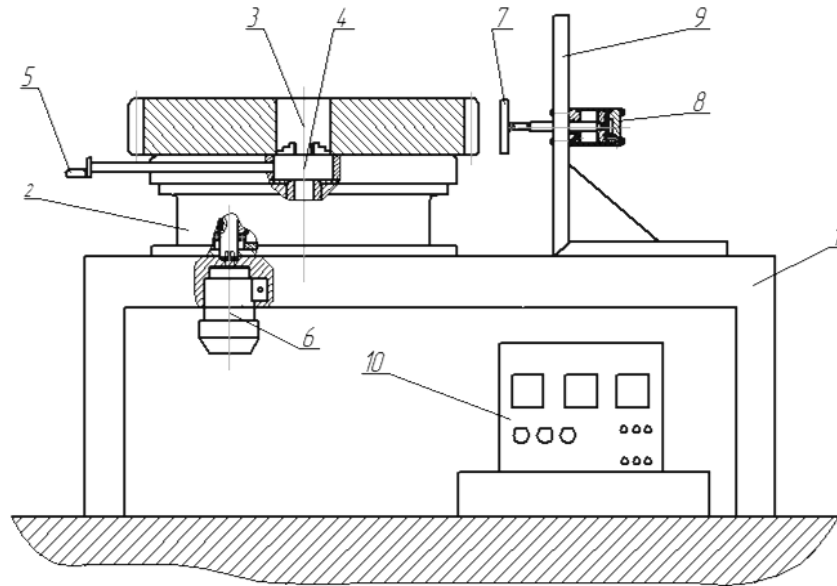


Рис. 2 – Схема промислової установки для МІО зубчастих коліс

Витрати на обробку одного колеса за допомогою МІО:

$$Z_{міо} = \frac{(n_z \cdot (t \cdot n))}{60} \cdot Z_E = \frac{(31 \cdot (0,4 \cdot 3))}{60} \cdot 3,45 = 2,139 \text{ грн/хв}; \quad (1)$$

або 0,035 грн

де n_z – кількість зубів ($n_z = 31$);

t – тривалість одного імпульсу з урахуванням наведення зарядного пристрою ($t = 0,4$ с);

n – кількість імпульсів ($n = 3$);

Z_E – вартість електроенергії ($Z_E = 3,45$ грн. за 1 кВт*г [3]).

Сумарні витрати на одне колесо становлять:

$$\sum Z = Z_{міо} + C_p = 0,035 + 0,005 = 0,04 \text{ грн}; \quad (2)$$

де C_p – вартість роботи з урахуванням амортизації.

Витрати на термічну обробку одного колеса:

$$Z_{т.о.} = (Z_2 \cdot t) \cdot C_{об_2} = (90 \cdot 10) \cdot 49,85 = 44989 \text{ грн}; \quad (3)$$

де Z_2 – витрата газу ($90 \text{ м}^3/\text{г}$);

t – час роботи печі ($t = 10$ г);

$C_{об_2}$ – собівартість природного газу за 1 м^3 (49,85 грн) [4].

Сумарні витрати на одне колесо становлять:

$$\sum Z_k = \frac{Z_{т.о.} + C_p}{n} = \frac{44865 + 124,5}{12} = 3749,12 \text{ грн}; \quad (4)$$

де C_p – вартість роботи печі з урахуванням амортизації;

n – кількість одночасно оброблюваних деталей.

Економічний ефект колосально вищий при застосуванні МІО, ніж при звичних методах обробки.

Список посилань

1. Малыгин Борис Вадимович. Магнитное упрочнение инструмента и деталей машин / Б. В. Малыгин. – М. : Машиностроение, 1989. – 112 с. : ил. - ISBN 5-217-00448-7

2. Энциклопедия механика: классификация поврежденных зубчатых колес [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://toir.inf.ua/manual/td_001

3. Мінфін [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/electric/prom/>

4. Мінфін [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://index.minfin.com.ua/tariff/gas/prom/>