

УДК 539.3

Н.Б. Гащин к.т.н., доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЙЙ ВАРІАНТ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕРМІЧНОГО З'ЄДНАННЯ

N. Gashchyn, Ph.D, Assoc.Prof.

ENERGYSAVING TECHNOLOGY OF THE THERMAL FITTING

Abstract. The engineering decision of revealing the optimum power and temperature necessary to fit a disc on a round shaft.

Економія енергії в процесі виконання технологічних процесів є важливою проблемою в машинобудуванні, приладобудуванні, енергетиці, будівництві, транспорті тощо. При конструюванні приладів і обладнання вказаних галузей часто застосовується технологічний процес термічної посадки з натягом [1]. Так при складанні опорних підшипників, корпусів із вставними втулками, зубчастих коліс на валах редукторів, з'єднувальних муфт, вставних кілець на валах електропоїздів, колісних пар рухомого складу здійснюють термічну посадку кільцевих дисків на круглі вали [2]. Тепловий метод формування таких з'єднань має ряд переваг в порівнянні з пресовим: виключає можливість пошкодження спряжених поверхонь при складанні, забезпечує високу міцність з'єднання, дає можливість автоматизації процесу складання, допускає можливість розбирання без пошкодження спряжених поверхонь. Нагрівання, як правило, здійснюється без урахування економного використання енергії теплових джерел. Тому математичне моделювання оптимальних режимів нагрівання з метою посадки кільцевих дисків при мінімальних енергозатратах та розробка на цій основі енергоощадної технології створення з'єднань з заданим натягом є актуальними.

Так у статті [3] розглянуто задачу несиметричного деформування кільцевого диска при мінімальних енергетичних затратах. Методом множників Лагранжа одержана система рівнянь керування питомою потужністю теплових джерел та граничні і часові умови задачі оптимізації з метою створення необхідного поля переміщень.

Стаття [4] присвячена визначенню оптимального розподілу потужності внутрішніх джерел, дія яких за заданий час забезпечує необхідне переміщення внутрішнього контура в'язкопружного диска для посадки його на круглий вал. Методами варіаційного числення отримана розв'язуюча система рівнянь для круглого диска у випадку осесиметричної задачі і розв'язана за допомогою методу малого параметра та методу відокремлення змінних. Знайдені таким чином режими нагріву забезпечують посадку дисків при мінімальних енергозатратах. Проведено числовий аналіз режимів нагріву.

Нагрів для термічної посадки кільцевого диска за допомогою теплових джерел сталої потужності досліджено в статті [5]. Аналітично визначено потужність, температурне поле та напружено-деформований стан диска.

Доцільно здійснити оцінку ефективності і переваг застосування одного із вищезгаданих методів нагрівання. Слід зазначити, що метод нагріву з допомогою теплових джерел зі сталою питомою потужністю застосовується на практиці частіше внаслідок його простоти та наявного технологічного обладнання.

На рис. 1 зображено графіки загальних затрат енергії, яка потрібна для нагрівання кільцевих дисків із сталі у випадку використання джерел сталої потужності та джерел енергії, потужність яких змінюється за оптимальним законом в залежності від загального часу технологічної операції. Як видно, енергетичні затрати при використанні оптимального режиму значно менші, причому з плином часу їх величина стабілізується. При короткому нагріванні величина загальної використаної енергії в обох випадках близька за величиною. Проте, використання короткого часу нагрівання є

недоцільним через можливе локальне перегрівання, фазові перетворення та значні температурні напруження.

Оцінити ефективність розглянутих методів нагріву доцільно з огляду на їх економічність. Для її оцінки введено коефіцієнт економії енергії, який визначимо за формулою

$$\Delta = \frac{\int_0^{\tau} \int_{R_1}^{R_2} w_{onm} r dr dt - \int_0^{\tau} \int_{R_1}^{R_2} w_{nocm} r dr dt}{\int_0^{\tau} \int_{R_1}^{R_2} w_{nocm} r dr dt} \cdot 100\%$$

в якій $\int_0^{\tau} \int_{R_1}^{R_2} w_{onm} r dr dt$ та $\int_0^{\tau} \int_{R_1}^{R_2} w_{nocm} r dr dt$, помножені на $4\pi h$, означають енергію, яка

затрачається на нагрівання диска за допомогою оптимальних та сталих джерел. Якщо коефіцієнт економії, який визначається в процентах, є від'ємна величина, то більш економним є оптимальне нагрівання. Для оцінки економії енергії нагрівання проведені підрахунки для дисків із сталі при часі нагріву $t=60$ с, $t=120$ с і $t=240$ с коефіцієнти економії будуть дорівнювати 18%, 44% та 68% відповідно.

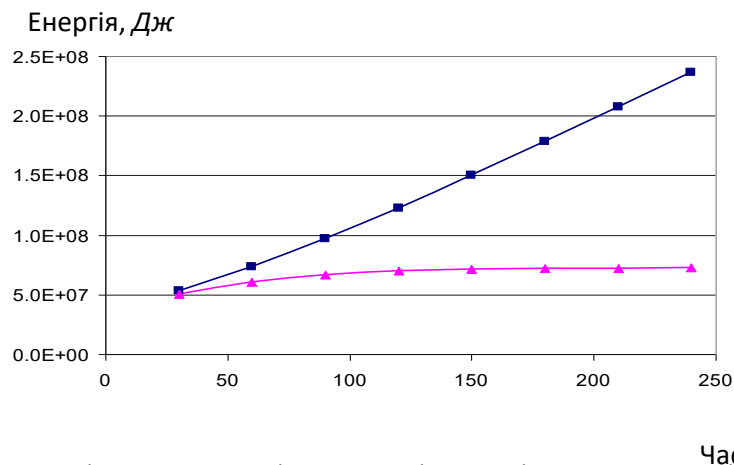


Рисунок. 1. Загальні витрати енергії для нагрівання кільцевого диска із сталі (на графіках квадратним маркером позначено зміну сталої, а трикутним – оптимальної потужності).

Таким чином, застосування методів нагрівання з оптимальним розподілом питомої потужності теплових джерел дає можливість значної економії енергоресурсів та суттєвого здешевлення собівартості зібраної машини чи механізму.

Література

- 1.Новиков.М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов.- М.:Машиностроение, 1969.-630 с.
- 2.Андреев Г.Я. Тепловая сборка колесных пар .- Харьков: Из-во Харьк.ун-та, 1965.-320 с.
- 3.Шаблій О.М., Гащин Н.Б. Постановка задачі та розв'язуючі рівняння для створення необхідного поля переміщень у в'язко-пружних дисках при мінімальних енергетичних затратах // Вісник ТДГУ.- 2001. -Том 6, № 1. - С. 5-11.
- 4.Шаблій О.М., Гащин Н.Б. Оптимізація посадки кільцевого диска на круглий вал // Вісник ТДГУ.- 2001. -Том 6, № 2. - С. 5-11.
- 5.Шаблій О.М., Гащин Н.Б. Посадка кільцевого диска на круглий вал з використанням теплових джерел сталої питомої потужності.- Львів: Машинознавство.- 2001. - № 8. - С. 6-9.