

**Ф.М. Капелюшний, доц., канд. техн. наук, В.В. Реп'ях, інж.,  
С.Є. Катеринич, доц., канд. техн. наук**  
*Кіровоградський національний технічний університет*

## Вплив режимів електроконтактного нагрівання на деформацію втулок при їх відновленні

У статті розглянуто доцільності електроконтактного нагрівання втулок при їх відновленні. Розглянутий температурний фактор, який являється основним і від якого залежать майже всі техніко-економічні показники і технологічні характеристики режиму та обладнання нагрівання **втулка, електроконтактний нагрів, температура, розрахунок**

Від правильного розв'язання питань, пов'язаних з вибором способу нагрівання деталей залежить їхня якість після термічної обробки, яка суттєво впливатиме на комплекс фізико-механічних та експлуатаційних властивостей робочих поверхонь.

Застосовуючи той чи інший спосіб нагрівання, необхідно щоб повністю охоплювалася ділянка виробу, що підлягає нагріванню, і температура на ній нарощувалася б однаково. При розробці високопродуктивних процесів поверхневого і суцільного загартування деталей вибір способу нагрівання передусім визначається як необхідністю мінімальних витрат питомої потужності, так і технологічними зручностями створення безперервного процесу [1].

Серед сучасних способів наскрізного нагрівання електроконтактне нагрівання (ЕКН) є найбільш досконалим та економічно ефективним [2] у порівнянні з такими способами нагрівання як пічний та індукційний. Це пояснюється його специфічними особливостями такими, як виділення теплової енергії електричного струму промислової частоти практично в кожному елементарному об'ємі деталі, що нагрівається.

Кількість теплової енергії електричного струму визначається за законом Джоуля – Ленца з врахуванням характеру теплових процесів, обумовлених підведенням струму за допомогою струмопідводячих контактів.

Обов'язковою умовою технічно правильного вибору конструктивно-технологічного типу ЕКН пристрою й визначення областей застосування у виробництві є використання технологіями і конструкторами теоретично обґрунтованих, експериментально перевірених методик і аналітичних виразів розрахунку температурного поля деталей, що нагріваються і параметрів конструктивних елементів електричної частини нагрівних пристроїв. Важливість зазначеного обумовлюється тим, що температура деталі є основним фактором, від якого залежать майже всі техніко-економічні показники і технологічні характеристики режиму та обладнання нагрівання.

Математичний зв'язок між температурою і різними фізичними факторами, геометричними параметрами деталі і нагрівного пристрою, описується системою неоднорідних нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку у частинних похідних з неоднорідними крайовими умовами [3].

Фізичний вплив температури на електричний опір деталі залежить від характеру розподілу температурного поля у повздовжньому і радіальному напрямках.

Розподіл й методика розрахунку температурного поля й температури у поперечному перерізі деталі при електроконтактному нагріванні досліджені О.Х. Валєєвим [4], а по довжині – Д.І. Романовим [5].

Збільшення внутрішнього діаметру втулки при ЕКН залежить передусім від

температури нагрівання, яка визначається величиною сили струму і тривалістю нагрівання, а також інтенсивністю і часом охолодження. Окрім цього впливають на величину деформації фізичні та механічні властивості матеріалу деталі та склад охолоджувача.

Результати дослідження залежності приросту внутрішнього діаметру від основних технологічних параметрів електроконтактного нагрівання втулки подано в таблиці 1.

В таблиці 1 показано, що величина деформації втулки залежить від температури нагрівання і його тривалості в часі. Причому, зі збільшенням цих параметрів величина деформації помітно збільшується.

Виходячи із закону Джоуля-Ленца, процес нагрівання металу можна регулювати, змінюючи величину струму.

Таблиця 1 – Залежність величини деформації втулки від температури і проміжку часу ЕКН ( $I_H = 35 \text{кА}$ )

№ п/п	$t_H, \text{с}$	$T^\circ, \text{C}$	$\Delta D, \text{мкм}$
1	8	760-780	20...90
2	10	780-800	120...160
3	12	800-830	200...250
4	14	830-880	260...280
5	16	900 і вище	300...320

При збільшенні величини струму і тривалості нагрівання залишкова деформація значно перевищує потрібну величину.

Графічні залежності, подані на рисунку 1, свідчать про нелінійну залежність деформації втулки від величини струму при певному проміжку часу нагрівання  $t_H$ .

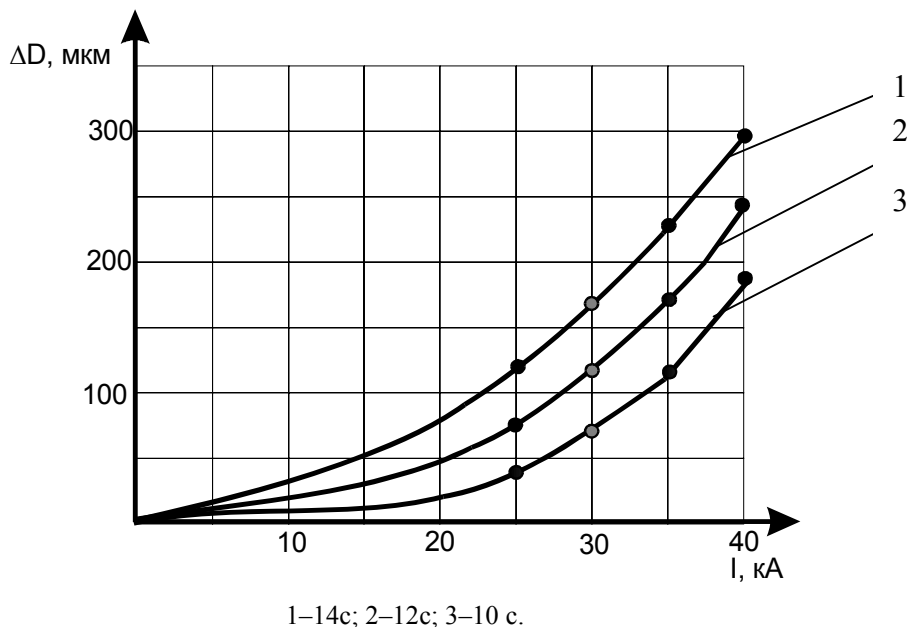


Рисунок 1 – Залежність деформації втулки від величини струму при певному проміжку часу нагрівання

Таким чином, приріст зовнішнього діаметру ПП передусім залежить від температури нагрівання ЕКН та тривалості нагрівання.

Дослідження дали можливість вибрати оптимальні, технологічні параметри

відновлення втулок запропонованим методом: сила струму  $I = 30...35$  кА, проміжок часу нагрівання  $t_{\text{н}} = 10...12$  с.

## Список літератури

1. Технология термической обработки стали. / Под. ред. М.Л. Бернштейна. М.: Металлургия, 1981. – 607 с.
2. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1986. – 480 с.
3. Сенченков И.К., Козлов В.И., Матвиенко О.И., Хромов В.Н., Табиев Г.А. Моделирование и оптимизация процесса восстановления деталей машин типа «полый цилиндр» методом термопластического деформирования //Проблемы прочности. – 1999. - №3. – С.73-82.
4. Райцес В.Б. Термическая обработка. – М.: Машиностроение, 1980. – 192 с.
5. Романов Д.И. Электроконтактный нагрев металлов.— М.: Машиностроение, 1981. — 168 с

В статье рассмотрена целесообразность электроконтактного нагревания втулок при их восстановлении. Рассмотрен температурный фактор, который является основным и от которого зависят почти все технико-экономические показатели и технологические характеристики режима и оборудования нагревания

In the article is considered to expedience of the elektrokontaktnogo heating of hobs at their vostanovlenie. The considered temperature factor which is basic and on which all tehniko-ekonomicheskie indexes and technological descriptions of the mode and equipment of heating rely almost