

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛООВОГО ВПЛИВУ ПРИ ПОВЕРХНЕВОМУ ГАРТУВАННІ СТАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕРТЯ

А.В. Юшко¹, Ж.В. Краєвська², О.О. Волков³

1. магістрантка кафедри «Матеріалознавство», НТУ «ХПІ», Харків, Україна

2. аспірантка кафедри «Матеріалознавство», НТУ «ХПІ», Харків, Україна

3. доцент кафедри «Матеріалознавство», канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна

kraievskazh@gmail.com

Вступ. Серед завдань зміцнення поверхонь є покращення властивостей матеріалів, що спрямоване на забезпечення більш ефективної роботи механізмів, пристроїв та інструменту. Цей результат може бути досягнутий за допомогою різних технологій. Серед них можуть бути різні технології модифікування поверхні, а саме: створення наплавки на поверхні, створення покриттів, формування поверхневих шарів з використанням різних методів, та інші технології, що спрямовані на покращення механічних і трибологічних властивостей матеріалів та виробів з них [1-7].

Поверхне гартування з використанням тертя передбачає висококонцентрований тепловий вплив на поверхню при її обробленні, адже джерелом нагрівання є тертя. Такий спосіб зміцнення дозволяє суттєво покращити зазначені властивості матеріалів.

Мета. Важливу роль для керування таким зміцненням мають теплові розрахунки процесу. У зв'язку з цим метою дослідження є визначення теплового впливу при поверхневому гартуванні сталі.

Характеристики розігрівання поверхні тертям залежать від інтенсивності теплового потоку в деталь, який генерується силами тертя, що виникають в процесі оброблення матеріалу. Для аналізу розподілення температури від поверхні вглиб сталевих зразків при зазначеному способі нагрівання розв'язували завдання теплопровідності з використанням методу джерел. Суть методу джерел передбачає застосування розв'язання рівняння теплопровідності для точкового джерела тепла, яке миттєво виникло і згасло в нескінченному однорідному просторі і при цьому внесло в нього певну кількість тепла Q , а за довжиною відповідає довжині дуги контакту L і рухається по поверхні напівпростору зі швидкістю V (рис.1).

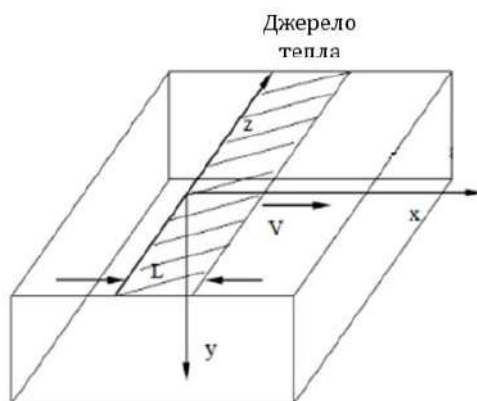


Рис. 1 – Схема розташування джерела тепла на поверхні зразка при обробленні

Зазначене рівняння має вигляд:

$$T(x, y, z, t) = \frac{Q}{\lambda \sqrt{a} (4\pi)^2} \exp \left[-\frac{(x - x_u)^2 + (y - y_u)^2 + (z - z_u)^2}{4at} \right] \quad (1)$$

де $T(x, y, z, t)$ – температура будь-якої точки тіла з координатами x, y, z через t секунд після того, як в точці з координатами x_u, y_u, z_u згенеровано тепловий імпульс; Q – кількість теплоти, внесене точковим джерелом в нескінченний однорідний простір, кал; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, що оброблюється, кал/(см·с·°C); a – коефіцієнт температуропровідності, см²/с.

Результатом розв'язання зазначеного рівняння є температурне поле від миттєвого джерела тепла відповідної форми.

Температурне поле може бути представлено у вигляді ізотерм в координатах $y = f(x)$, де x – вісь декартової системи координат, в протилежному напрямку від якої рухається джерело тепла. Кожна ізотерма показує на яку глибину та до якої температури відбулося нагрівання матеріалу при обробленні.

Список літератури:

1. *Volkov O.*, Selection and application of the optimal surface engineering method to restore the properties of rolling equipment elements that have been reduced due to violations of surface grinding technology / *Volkov O., Subbotina V., Kraievska Z., Vasilchenko A.* // Solid state phenomena. – 2023. – №350. – pp.13–19.
2. *Volkov O.*, Methods of structural engineering of surface in solving the problems of multifactorial increase of the level of operational characteristics of material/ *Volkov O., Subbotina V., Subbotin O., Vasilchenko A., Shyogoleva M.* // Solid state phenomena. – 2023. – №350 – pp. 3–12.
3. *Volchuk, V.M.*, Application of new plasma coatings for restoration of the surface of material / *Volchuk, V.M., Hlushkova, D.B.* //, Functional Materials. – 2024. – № 31(2). – pp. 205–209.
4. *Kniazieva, H.*, Parameters of an oxide-free ceramic layer on austenitic steel/*Kniazieva, H., Kniaziev, S., Subbotina, V., Volkov, O., Berladir, K.*// The 2nd EAI International Conference on Automation and Control in Theory and Practice. – 2024. – pp. 85–95.
5. *Kniazieva H.*, Multi-element vacuum-arc coatings of the TiZrHfNbTaVN system / *Kniazieva, H., Kniaziev, S., Subbotina, V.* //, Functional Materials. – 2023. – №30(3). – pp. 371–376.
6. *Knyazev, S.*, Establishment of structure and operational properties of borated layers on 40X steel obtained from paste by induction heating /*Knyazev, S., Rebrova, R., Riumin, V., Nikichanov, V., Rebrova, A.* // Functional Materials. – 2021. - №28(1). – pp.76–83.
7. *Postelnyk, H.*, Structure and Corrosion Resistance of Vacuum-Arc Multi-period CrN/Cu Coatings /*Postelnyk, H., Sobol, O., Chocholaty, O., Knyazev, S.* // Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2020. – pp. 532–541.