

Терн. держ. техн. ун-т, 2004. – С. 451 - 457. 14. Дівеєв Б., Вікович І., Сухорольський М., Дубневич О. Розрахунок та оптимізація причепа з підвіскою змінної жорсткості. // Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин: Пр. I –ї Міжн. наук.-техн. конф. (DSR AM - I), 4 – 7 жовтня 2004 р., – Тернопіль: Терн. держ. техн. ун-т, 2004. – С. 458–463. 15. Дівеєв Б.М., Дорош І.Р. Проблеми віброзахисту та динамічної стабілізації у штангових обприскувачах. // Тези доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. “Вібрації в техніці та технологіях”, 3 – 7 жовтня 2005 р. – Полтава. 16. Дмитриченко М.Ф., Вікович І.А., Дівеєв Б.М., Бутитер І.Б., Дівеєв І.Б. Генетична оптимізація конструкцій підвісок колісних машин // Зб. наук. пр. Асоціації “Автобус” “Проектування, виробництво та експлуатація автомобільних засобів і поїздів”. – Львів, 2004. Вип. 8. – С. 31–35. 17. Дівеєв Б.М., Дорош І.Р. Проблеми оптимального проектування штанг штангових обприскувачів. Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – Львів. № 40. 2006. – С.105-111. 18. Igor Vikovych, Bohdan Diveyev, Igor Butyter. Prospects of Modern Methods for Optimum Designing Mobile Vehicles. Матеріали XIV українсько-польської конференції “САПР у проектуванні машин. Питання впровадження та навчання” CADM’2006. – С. 130–132. 19. B. Diveyev, I. Vikovych, I. Kernytskyu, I. Butyter, M. Kernytska. Prospects of application of modern methods for optimum designing of technological machines. VI Konferencija naukovo-praktychna. Energia w nauce i technice. Streshczenia referatow. Suwalki 2007, pp.23.

УДК 621.787

І.В. Гурей, Т.А. Гурей*

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра технології машинобудування,
*кафедра транспортних технологій

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ТЕПЛОТИ, ЯКА ВИДІЛЯЄТЬСЯ У ПОВЕРХНОВИЙ ШАР ПІД ЧАС ФРИКЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ

© Гурей І.В., Гурей Т.А., 2012

Показано, що при фрикційному зміцненні сталей на кількість теплоти, яка виділяється у поверхневий шар, впливає форма робочої частини інструмента, режими обробки. Найбільшу кількість теплоти, яка йде на формування зміцненого шару, отримують, використовуючи інструмент з нарізаними поперечними пазами на його робочій частині.

It is show that the form of working part and machining conditions affect the amount of heat that is released in the surface layer during frictional hardening. The greatest quantity of heat that goes into the hardened layer forming, obtained by used the instrument with cross slots into working part.

Постановка проблеми. У процесі фрикційного зміцнення у поверхневих шарах оброблюваної деталі у зоні контакту інструмент–деталь відбувається високошвидкісне нагрівання металу до температур, вищих за точку фазових перетворень. На поверхневі шари оброблюваного матеріалу впливають два основні чинники: імпульси зовнішніх сил, що мають випадковий характер, і температурні імпульси, що змінюються достатньо швидко в часі. У результаті ця дія зводиться до сумісного ефекту силового і теплового ударів. Вплив того або іншого чинника залежить від вигляду, режимів та інших умов обробки [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Формується зміцнений шар насамперед за дії теплового імпульсу, а також за рахунок високошвидкісного зсувного деформування металу. Процеси, які відбуваються за дуже високих швидкостей нагрівання, характеризуються раптовою зміною температур у контактних зонах, що викликає швидке і нерівномірне наростання деформацій [2, 3]. Вивчаючи тепловий режим під час фрикційного зміцнення, можна визначити розподіл температури і її зміну в часі усередині поверхневих шарів деталі та інструменту. Значення розподілу температур та теплових потоків необхідне перш за все для розрахунку термічних напружень. За нерівномірного розподілу теплоти в деталі відбувається вирівнювання температур: тепло перетікає від більш нагрітої зони до менш нагрітої, і що більший градієнт температур, то більша кількість теплоти протікає в цьому напрямі [4].

На формування зміцненого шару впливає теплота, яка утворюється в зоні контакту інструмент–деталь, а також теплота, яка виникає за рахунок зсувного деформування поверхневого шару. Використовуючи інструмент з робочою частиною з поперечними та різнонапрямленими пазами у зоні контакту, інтенсифікують зсувне деформування поверхневого шару, що забезпечує отримання зміцненого шару більшої товщини [5].

Формулювання цілі статті. Метою роботи було дослідження впливу параметрів процесу фрикційного зміцнення на кількість теплоти, яка надходить до деталі.

Виклад основного матеріалу. У багатьох працях стверджується [1, 2], що найбільше впливає на формування зміцнених шарів температурний чинник. Кількість теплоти, яка утворюється в зоні контакту інструмент–деталь, та розподіл її між деталлю та інструментом під час фрикційного зміцнення, визначали методом калориметрування за методикою визначення кількості тепла, яка витрачається на формування зміцненого шару.

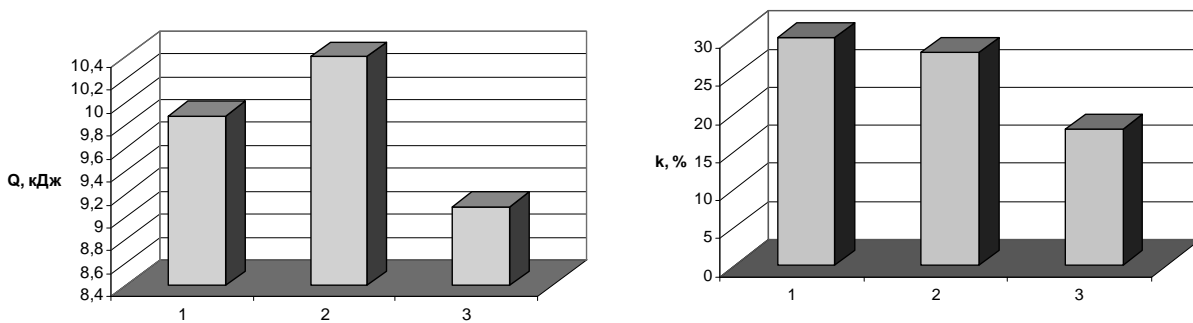
Для визначення кількості теплоти, яка виділяється в оброблювану деталь під час фрикційного зміцнення, використовується спеціальний пристрій для одночасного визначення складових сили взаємодії у зоні контакту інструмент–деталь та кількості теплоти, яка переноситься у деталь. На верхню плиту динамометра встановлено спеціальний столик, на якому закріплено калориметр. Оброблюваний зразок встановлюється і закріплюється в калориметрі гвинтами та ущільнюється резиновими прокладками. У калориметр заливається вода.

Під час експериментальних досліджень верхню поверхню досліджуваного зразка зміцнювали фрикційною обробкою, решту поверхонь омивали водою. Температуру води вимірювали за допомогою 5-ти терморезисторів з від’ємним ТКС прямого нагрівання марки СТЗ-17, з’єднаних послідовно, опір яких змінюється залежно від температури. Величину опору вимірювали за допомогою комбінованого цифрового омметра марки Щ4313. Терморезистори тарували з використанням термометра марки TQL 11998 з точністю 0,1 °C і будували тарувальну криву. Точність вимірювання температури становила 0,1 °C.

Дослідження показали, що на утворення теплового потоку в зоні контакту інструмент–деталь значно впливають режими зміцнення і форма робочої поверхні інструмента. Зі збільшенням режимів обробки кількість теплоти, яка надходить до деталі, збільшується. При цьому слід зазначити, що режими зміцнення не однозначно впливають на утворення теплового потоку в зоні контакту інструмент–деталь. Зі збільшенням вертикальної подачі t кількість теплоти, яка надходить до деталі, зростає, але інтенсивність зростання є різною залежно від поперечної подачі s та швидкості переміщення стола верстата v . Так, за швидкості переміщення стола верстата $v = 2$ м/хв та поперечної подачі $s = 1,5$ мм/дв.хід зі збільшенням вертикальної подачі t від 0,15 мм до 0,35 мм кількість теплоти Q , яка надійшла до деталі, зросла від 10,7 кДж до 20,2 кДж. За тієї самої швидкості переміщення стола верстата та зміни вертикальної і поперечної подачі $s = 4,5$ мм/дв.хід кількість теплоти Q , яка надійшла до деталі, збільшилась від 4,4 кДж до 6,8 кДж. Із зростанням поперечної подачі інтенсивність зміни кількості теплоти, яка надходить до деталі, зменшується.

При фрикційному зміцненні в зоні контакту інструмент–деталь виникає інтенсивне джерело концентрованої енергії. Енергія, яка при цьому утворюється, поширюється в оброблювану деталь, інструмент та у технологічне середовище. Зміцнення поверхневого шару відбувається переважно за рахунок дії теплового фактора. Тому нас цікавить, яка кількість теплоти, що утворилася в зоні контакту за високошвидкісного тертя інструменту по оброблюваній поверхні, затрачується на формування зміцненого шару.

Експериментальні дослідження також показали, що на кількість і частку теплоти, яка надходить до деталі, також впливає форма робочої частини інструмента (рисунок). Визначення цієї кількості теплоти проводили під час фрикційного зміцнення сталі 40Х у загартованому і низьковідпущеному стані при наступних режимах обробки: швидкість переміщення стола верстата – $v = 4$ м,хв.; поперечна подача – $s = 3$ мм/дв.хід стола верстата; вертикальна подача – $t = 0,35$ мм.



*Залежність кількості і частки теплоти, яка надходить до деталі від форми робочої поверхні інструмента під час фрикційного зміцнення сталі 40Х (ГНВ):
1 – нахилені різнонапрямлені пази; 2 – поперечні пази; 3 – гладка поверхня*

Найбільша кількість теплоти, яка надходить до деталі, утворюється під час фрикційного зміцнення інструментом з нарізаними поперечними пазами і становить 10,4 кДж, або 28 % від загальної теплоти, яка утворилася в зоні контакту інструмент–деталь. З використанням інструмента з нахиленими різнонапрямленими пазами кількість теплоти, яка надходить до деталі, є меншою, ніж за використання інструмента з поперечними пазами і становить $Q = 9,9$ кДж. Найменша кількість теплоти утворюється під час фрикційного зміцнення інструментом з гладкою робочою частиною, що становить $Q = 9,1$ кДж.

Під час фрикційного зміцнення з використанням інструмента з нарізаними поперечними пазами в зоні контакту інструмент–деталь теплота утворюється за рахунок високошвидкісного тертя гладкої частини поверхні диска та ударного навантаження після проходження над зоною одиничного контакту паза. Спочатку в зоні контакту інструмент–деталь знаходиться гладка частина інструмента, далі слідує паз, при якому немає контакту інструмента з деталлю. Ширину паза вибрано так, щоб повністю вивести з контакту інструмент і оброблювану поверхню деталі. Співвідношення довжини гладкої робочої поверхні інструмента до ширини паза – 10:1. При проходженні паза над зоною контакту інструмент–деталь за рахунок пружних деформацій у поверхневому шарі оброблюваної деталі відбувається збільшення розміру за висотою. При входженні наступної гладкої робочої частини інструмента проходить високошвидкісне ударне навантаження поверхневого шару. Така почергова дія тертя і ударного навантаження призводить до зростання кількості теплоти, яка надходить до деталі. Це, своєю чергою, сприяє формуванню товстішого зміцненого шару.

Форма робочої частини інструмента також впливає на кількість теплоти, яка надходить до деталі, від загальної роботи, яка затрачується на процес фрикційного зміцнення. Найбільша кількість теплоти (30 %) надходить до деталі під час фрикційного зміцнення інструмента з нахиленими різнонапрямленими пазами на робочій частині. Дещо менша кількість теплоти (28 %)

надходить до деталі при використанні інструмента з нарізаними поперечними пазами. При обробці інструментом з гладкою робочою частиною додеталі надходить найменша кількість теплоти – 18 % від загальної кількості теплоти. При використанні інструмента з поперечними пазами чи з нахиленими різнонапрямленими пазами у зоні контакту інструмент–деталь відбувається додаткове нагрівання поверхневих шарів за рахунок інтенсифікації зсувного деформування поверхнього шару металу. При цьому слід зазначити, що загальні енергозатрати на фрикційне зміцнення також менші, ніж при обробці інструментом з гладкою робочою поверхнею.

Висновки. На кількість теплоти та її частки, яка виділяється у поверхневий шар, при фрикційному зміцненні вуглецевих і низьколегованих сталей значно впливають режими обробки та форма робочої поверхні інструмента. Найбільша кількість теплоти виділяється у поверхневий шар при зміцненні інструмента нарізаними поперечними пазами на його робочій частині.

1. *Бабей Ю.И., Бутаков Б.И., Сысоев В.Г. Поверхностное упрочнение металлов. – К.: Наукова думка, 1995. – 253 с.* 2. *Гриднев В.А., Трефилов В.И. Фазовые и структурные превращения и метастабильное состояние в металлах. – К.: Наукова думка, 1988. – 264 с.* 3. *Шевченко С.В., Стеценко Н.Н. Наноструктурные состояния в металлах, сплавах и интерметаллических соединениях: методы получения, структура, свойства // Успехи физ. мет. – 2004. – Т. 5. – С. 219–255.* 4. *Акишин А.И., Бондаренко Г.Г., Быков Д.В. и др. Физика воздействия концентрированных потоков энергии на материалы. – М.: Изд-во УНЦ ДО, 2004. 418 с.* 5. *Гурей І.В., Гурей Т.А., Плахтій Л.В. Вплив фрикційного зміцнення на товщину поверхнього шару чавуну // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 1999. – Т. 4, № 2. – С. 45–50.*

УДК 621.86-182.7

Є. В. Харченко, Ю. Є. Носов

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра опору матеріалів

АНАЛІЗ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ЩОГЛОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПІДЙІМАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

© Харченко Є.В., Носов Ю.Є., 2012

Оцінено динамічну стійкість щоглової конструкції підйімального пристрою, що має декілька проміжних опор. Для побудови зон стійкості та нестійкості застосовуються теорії динамічної стійкості В. В. Болотіна та Н. М. Беляєва.

There is performed evaluation of mast construction dynamic stability of the lifting device which has few intermediate supports. For receiving stability and instability regions are applied theories of dynamic stability by V. Bolotin and N. Belyaev.

Вступ. Важливим критерієм працездатності висотних інженерних конструкцій є забезпечення їхньої стійкості за дії статичних і динамічних навантажень. Розрахунок на стійкість полягає у визначенні так званих критичних навантажень, які обумовлюють втрату початкової форми рівноваги, що здебільшого призводить до руйнування несівних елементів конструкцій.

Особливий практичний інтерес становлять задачі динамічної стійкості, що є суміжними з проблемами теорії коливань. Теорію динамічної стійкості найповніше висвітлено для випадку