

2. Веселовська Н.Р. Практична реалізація методики управління процесом механічної обробки. / Н.Р. Веселовська // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – Вінниця, 2020. – № 1(108). – С.91-102.

3. Veselovska N., Malakov O., Manzhos E., Hnatyuk O. Test planning of serviceability of flexible production systems equipment considering planning and monitoring of agricultural equipment. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця. 2020. №3.

УДК 621.735.3

**Марков О.Є., докт. техн. наук, професор,
Хващинський А.С., аспірант,
Мусорін А.В., аспірант,
Маркова М.О., канд. техн. наук,
Лисенко А.А., аспірант**

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ oleg.markov.ond@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ КУВАННЯ ЗЛИТКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПЕРАЦІЇ ПРОФІЛЮВАННЯ

В останні роки кількість масивних поковок, виготовлених зі злитків, збільшується. Це спричинено збільшенням потужності важких машин. Однак якість поковок не завжди відповідає вимогам замовника. Низька якість масивних поковок пояснюється низькою якістю вихідних злитків [1]. При куванні масивних поковок брак ультразвукового контролю (УЗК) досягає 10% [2]. Брак по УЗК пояснюється процесом осадження злитків з неоднорідною структурою. У результаті ця структура опрацьовується нерівномірно та недостатньо. Більш того, при осадженні циліндричних заготовок плоскими плитами відбувається збільшення розмірів осьової пухкості зливка. Аналіз процесів кування заготовок із застосуванням операції осадження дозволив встановити, що базова схема кування не гарантує подрібнення структури зливка та забезпечення заданих властивостей отриманих деталей [3].

При виробництві масивних поковок відповідального призначення дуже важливо забезпечити високу якість одержуваних заготовок. Якість масивних поковок визначається відсутністю внутрішніх та зовнішніх дефектів, а також рівномірністю механічних властивостей. Ці вимоги викликані тим, що заготовкою є масивний ковальський зливочок [4]. Масивні зливки характеризуються дефектами металургійного походження (осьова пухкість, усадочна раковина та ін.). Ці дефекти визначають низьку якість ковальських зливків.

Перспективним напрямом підвищення рівномірності деформацій та рівня стискаючих напружень є профіль торців заготовки перед операцією осадження. Профілювання торців заготовок сприятиме подрібненню структури металу, що знаходиться в «мертвих» зонах заготовки.

Збільшення рівня стискаючих напружень в осьовій зоні заготовки можливе за рахунок створення підпору збоку заготовки. Перспективним рішенням цього завдання є використання заготовок з конусними торцями перед осадженням. Формування увігнутої поверхні в процесі осадження підвищить рівномірність розподілу деформацій та забезпечить підпор в осьовій зоні. НДС досліджуваних заготовок під час процесу осадження визначався за середніми напруженнями у поздовжньому перерізі. Максимальної стискаючої напруження в центральній зоні не спостерігаються. Площа зони із середніми напруженнями $-10...-20$ МПа незначна і становить 10...20% загальної площі перерізу. Загальний рівень середніх напружень зі знаком мінус у тілі заготовки низький. Однак утворюється значна глибина увігнутої бічної поверхні в центральній частині за рахунок утворення подвійної бочки з боку торців заготовки.

Крім середніх напружень додатково визначалася інтенсивність напружень (σ_i) у центрі заготовки. Для опису механізму закриття дефекту можна скористатися показником напруженого стану. Цей показник показує наскільки середні напруження більші за інтенсивність напружень, а також знак цих напружень. Утворення опуклої бічної поверхні (бочки) при осадженні є причиною утворення тріщини на зовнішній поверхні заготовки в результаті виникнення в цій зоні напружень розтягу. Тому аналіз нових методів деформування без встановлення рівня розтягуючих напружень не буде повним. В результаті було проведено додаткове моделювання напруженого стану у процесі осадження високих заготовок. За результатами цих досліджень встановлені знак і величина напружень на бічній поверхні поковки. Розрахований параметр напруженого стану (η) на середній периферійній частині заготовки залежно від ступеня осадження для різних діаметрів конусних торців (d/D) для відносної висоти конусного уступу $h/D = 0,6$ (рис. 3). З літератури відомо, що варіювання відносної висоти уступів не помітно впливає на параметр η , тому в роботі він не досліджується.

Зони максимальних деформацій розташовуються один від одного на значній відстані. Збільшення висоти конусних уступів збільшує цю відстань і сприяє появі у центральній частині заготовки значних деформацій. Зони мінімальних деформацій розташовані біля уступів мають схожі форми та розміри для однакових діаметрів уступів (d/D). Це пояснюється тим, що ці зони мають рівні площі контакту заготовки з інструментом.

Отримані результати пояснюються даними середньозважених деформацій. Рівень цих деформацій є низьким. Зменшення відносної висоти конусних уступів (h/D) призводить до зниження рівня деформацій. Встановлено, що на першому етапі процесу осадження деформації локалізуються у конусних уступах заготовки. Такий розподіл деформацій призводить до виникнення подвійної бочки, яка при осадженні пояснює появу стискаючих напружень на бічній поверхні та в центральній частині заготовки. У процесі осадження заготовок з конусними уступами нерівномірність розподілу деформацій знижується при зменшенні діаметра конусного уступу. Висота конусних ділянок також впливає на нерівномірність розподілу деформацій. Максимальна рівномірність розподілу деформацій виникає у процесі осадження заготовки. Однак у цьому випадку відсутні локальні зони з значними деформаціями. Збільшення відносної висоти конусних уступів призводить до локалізації зон із максимальними деформаціями. Осадження заготовок з конусними уступами призводить до зниження нерівномірності деформацій при зменшенні діаметра уступу заготовки. Осадження заготовки з відносним діаметром уступу (d/D), рівним 0,5, забезпечує мінімальну нерівномірність деформацій. У цьому випадку зона мінімальних деформацій займає незначний обсяг заготовки. Висота конусних ділянок заготовки також впливає на нерівномірність розподілу деформацій. Осаджену заготовку з відносною висотою уступів, що дорівнює 0,2...0,4, забезпечує високу рівномірність розподілу деформацій. Збільшення висоти конусних уступів призводить до локалізації зон максимальних деформацій у центральній частині заготовки.

Аналіз напруженого стану дозволив встановити, що у тілі заготовки у процесі осадження виникає стан нерівномірного всебічного стискання. Збільшення ступеня осадження від 0,1 до 0,45 призводить до зміни параметра напруженого стану η від $-1,0$ до 0 . Подальше осадження до 0,7 збільшує цей параметр до $+1,5$. Встановлено, що зменшення діаметра конусних торців призводить до зниження цього параметра η . Цей параметр має більш сприятливі умови для закриття осьових дефектів в інтервалі $-1,5...-0,6$ при осадженні з відносним діаметром конусних уступів 0,5.

Список посилань

1. Markov O.E. Development of Energy-saving Technological Process of Shafts Forging Weighting More Than 100 Tons without Ingot Upsetting / O.E. Markov, M.V. Oleshko, V.I. Mishina // Metalurgical

and Mining Industry [Online]. – 2011. – Vol. 3(7). – Pp. 87-90. – Mode of access: <http://www.metaljournal.com.ua/assets/Uploads/attachments/87Markov.pdf>

2. Development of a new process for forging plates using intensive plastic deformation / O.E. Markov, A.V. Perig, M.A. Markova, V.N. Zlygoriev // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2016. – Vol. 4, no. 83. – Pp. 2159-2174. – Mode of access: <http://doi.org/10.1007/s00170-015-8217-5>

УДК 621.785.532

Ковалевський С.В., докт. техн. наук, професор,
Ковалевська О.С., канд.техн.наук, доцент,
Пелипенко О.О., магістр,

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, kovalevskii61@gmail.com

МАГНІТОРЕЗОНАНСНА ОБРОБКА МЕТАЛЕВИХ НЕМАГНІТНИХ ЗРАЗКІВ МАТЕРІАЛІВ

Раніше авторами роботи було показано, що механічні наноамплітудні вібрації зразків у рівномірному магнітному полі сильного (неодимового) магніту можуть призводити до змін структури зразків сталевих деталей та підвищення показників твердості характеристик матеріалів [1,2]. При цьому слід зазначити, що механічна вібрація зразків із магнітних матеріалів у рівномірному полі постійних магнітів визначається властивостями механічного вібратора – його принципом роботи та амплітудно-частотною характеристикою. Це створює певні труднощі в проектуванні налагодження магніторезонансної обробки великогабаритних виробів, у тому числі – з немагнітних металевих матеріалів, якими, зокрема, є корпусні деталі відповідальних виробів, наприклад, з алюмінієвих, магнієвих, титанових тощо матеріалів і сплавів. До таких виробів можуть належати корпусні деталі авіаційних, космічних апаратів або виробів подвійного призначення. Також представляють практичний інтерес для електротехнічної промисловості можливості на фізико-механічні властивості з метою поліпшення виготовлення та експлуатації деталей з мідних сплавів. У поданому матеріалі показано подальший розвиток робіт авторів для зразків із металевих немагнітних матеріалів.

Відомо, що навколо провідника зі струмом утворюється магнітне поле. Змінне магнітне поле, що резонансно взаємодіє з магнітним полем атомів речовин, здатне призводити до руху атомів речовин [3,4]. Модуляція постійного струму змінним струмом, що має амплітудно-частотну характеристику, що відповідає так званому «білому шуму», здатна навколо провідника зі струмом створювати змінне магнітне поле (рис.1).

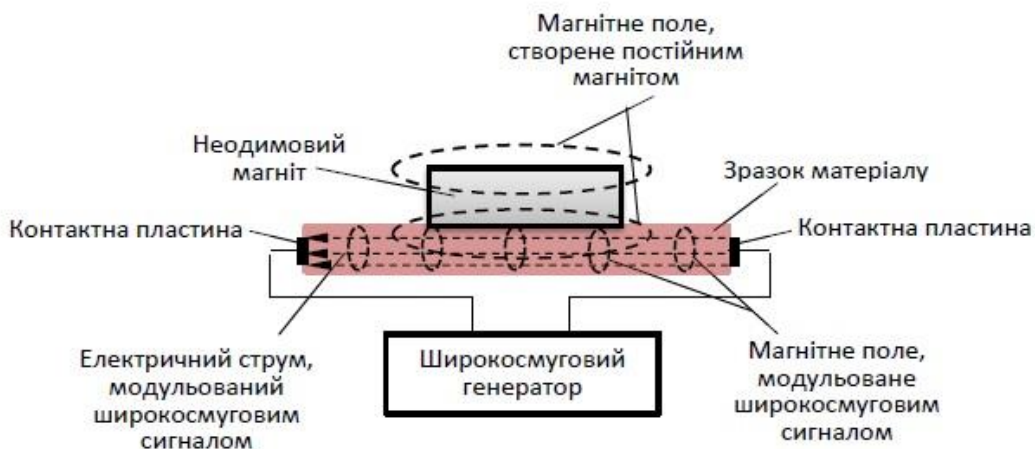


Рис. 1 – Принципова схема налаштування експериментального стенду