

НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОШАРОВОГО ЛОКАЛЬНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ЛИСТОВИХ ЗАГОТОВОК

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто сучасний стан та тенденції розвитку процесу пошарового локального деформування листових заготовок. Описані основи процесу та обладнання для його реалізації. Проаналізовано вплив параметрів інструменту та матеріалу заготовки на напружено-деформований стан та визначено напрямки покращення процесу пошарового локального деформування.

Ключові слова: пошарове локальне деформування, напружено-деформований стан, використаний ресурс пластичності.

Вступ

Основними напрямками сучасного розвитку обробки металів тиском є підвищення якості та збезпечення технологічної спадковості готових виробів з листових заготовок. Однією із важливих задач при виготовленні деталей є забезпечення високої якості робочих поверхонь і покращення фізико-механічних характеристик виробів з листових заготовок. Одним з напрямків удосконалення обробки тонкостінних заготовок в дрібносерійному виробництві є процеси локального деформування. Перевагою цих процесів є точкове прикладання зовнішнього навантаження, що в порівнянні з традиційними процесами штампування знижує деформуюче зусилля, а характер її застосування істотно підвищує пластичні властивості матеріалу [1].

Результати дослідження

Пошарове локальне деформування (incremental metal forming) - процес деформування листового металу, у якому невеликий пуансон діаметром 5 - 15 мм використовується для локальної деформації заготовки вздовж заданої траєкторії. Торць пуансона найчастіше напівсферичний, кулястий або плоский. Даний процес використовується для утворення різноманітних заглиблень, канавок та ребер у невеликих деталях, які виготовляються з листових заготовок. Під час формозміни пуансон деформує заготовку шляхом натискання на неї. Величина прикладеного тиску визначає глибину та форму створюваного елемента.

Існує два основних способи переміщення пуансона при утворенні заглиблень в заготовці: по спіралі або пошарово. Переміщення пуансона вздовж спіралі має перевагу у створенні гладкої внутрішньої поверхні без дефектів, оскільки відсутній перехід між шарами. Величина кроку деформації (осьова і/або радіальна відстань між сусідніми витками) коливається від 0,1 до 1 мм в залежності від діаметра пуансона і товщини заготовки [2].

Основною перевагою використання технології пошарового локального деформування є використання існуючого парку обладнання будь-якого машинобудівного підприємства, а саме: фрезерних верстатів з ЧПК та промислових роботів-манипуляторів.

Найбільша частка теоретичних та експериментальних досліджень процесу пошарового локального деформування [3,4] спрямована на визначення напружено-деформованого стану матеріалу в точці формозміни та визначенні залишкових напружень в порівнянні з традиційними процесами штампування листових заготовок.

У статті [5] зазначається, що гранична деформаційна здатність матеріалів, яка є максимальною величиною деформації, яку може зазнати матеріал, перш ніж він вийде з ладу, зростає зі зменшенням діаметра пуансона. Це пояснюється тим, що менший пуансон створює більш локалізовану деформацію, яка з меншою ймовірністю призведе до руйнування матеріалу.

В роботі [6], приведені результати моделювання процесу пошарового локального деформування методом скінчених елементів. При цьому, в основному розглядаються вироби простої геометричної

форми, а траєкторії переміщення деформуючого інструменту задаються досить простими математичними рівняннями. На даний момент відсутні дослідження напружено-деформованого стану матеріалу для поверхонь складної просторової форми з різнонаправленими кутами нахилу. Також відсутні дослідження впливу параметрів процесу та характеристик матеріалу листової заготовки на використаний ресурс пластичності.

Висновки

Однією із основних задач щодо дослідження та покращення процесу пошарового локального деформування є визначення впливу геометричних характеристик поверхонь деталі, фізико-механічних характеристик матеріалу деталі та форма і геометрія переміщення інструменту на неоднорідність напружено-деформованого стану та величину використаного ресурсу пластичності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Behera A.K. Single point incremental forming: An assessment of the progress and technology trends from 2005 to 2015 / A.K. Behera, R.A. de Sousa, G. Ingarao, V. Oleksik // Journal of Manufacturing Processes. 2017. V. 27. P. 37-62. DOI: 10.1016/j.jmapro.2017.03.014
2. Behera A. K. Tool path compensation strategies for single point incremental sheet forming using multivariate adaptive regression splines / A. K. Behera, J. Verbert, B. Lauwers, J. R. Duflou // Comput. des.,45(3), 2013. – pp. 575–590.
3. Shim M.-S. The formability of aluminum sheet in incremental forming / M.-S. Shim, J.-J. Park // Journal of Materials Processing Technology. 2001. V. 113, Iss. 1-3. P. 654-658. DOI: 10.1016/S0924-0136(01)00679-3
4. Park J.-J. Fundamental studies on the incremental sheet metal forming technique / J.-J. Park, Y.-H.Kim // Journal of Materials Processing Technology. 2003. V. 140, Iss. 1-3. P. 447-453. DOI: 10.1016/S0924-0136(03)00768-4
5. Centeno G. Critical analysis of necking and fracture limit strains and forming forces in single-point incremental forming / G. Centeno, I. Bagudanch, A.J. Martínez-Donaire, M.L. Garcia-Romeu, C. Vallellano // Materials and Design. 2014. V. 63. P. 20-29. DOI: 10.1016/j.matdes.2014.05.066.
6. Zettler J. Incremental sheet forming – process simulation with LS-DYNA / J. Zettler, H. Rezai, B. Taleb-Araghi, M. Vambach, G. Hirt // 6th German LS-DYNA forum (October, 11-12, 2007, Frankenthal, Germany).

Баранов Владислав Анатолійович — аспірант, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1tt.17b.baranov@gmail.com

Сухоруків Сергій Іванович — канд. технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет

DIRECTIONS FOR IMPROVING THE PROCESS OF INCREMENTAL METAL FORMING OF SHEET BLANKS

Abstract

The current state and development trends of the process of incremental metal forming of sheet blanks are considered. The basics of the process and equipment for its implementation are described. The influence of tool parameters and blank material on the stress-strain state was analyzed, and directions for improving the process of incremental metal forming were determined.

Keywords: incremental metal forming, stress-strain state, used plasticity resource

Baranov Vladyslav A. – PHD student of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 1tt.17b.baranov@gmail.com

Sukhorukov Sergiy I. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia