

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМОВНОСТІ МЕТАЛУ ПРИ РАДІАЛЬНОМУ ВИДАВЛЮВАННІ

Донбаська державна машинобудівна академія
Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України
Вінницький національний технічний університет

Анотація

Для отримання деталей з фланцями ефективна технологія радіального видавлювання комбінованого з осадкою, яка дозволяє підвищити ступінь деформування. Деформовність металу при радіальному видавлюванні залежить від геометричних параметрів фланця і матриці, схеми та історії деформування. Для процесу комбінованого двостадійного видавлювання стрижня з фланцем з характерним немонотонним навантаженням запропоновано послідовність розрахунків ресурсу пластичності, що включає етапи визначення напружено-деформованого стану анізотропного зміцнюваного тіла з урахуванням впливу ефекту Баушінгера і історії навантаження.

Ключові слова: видавлювання металу, деталі з фланцем, схеми деформування, деформовність, ступінь формоутворення.

Розробка та освоєння нових наукомістких технологічних процесів об'ємного пластичного деформування – один із найважливіших напрямів інтенсифікації машинобудування, зокрема заготівельного виробництва [1]. Створення та дослідження нових способів видавлювання та моделей розрахунку процесів деформування в умовах складного навантаження є важливими напрямками розвитку процесів точного об'ємного штампування (ТОШ) [2].

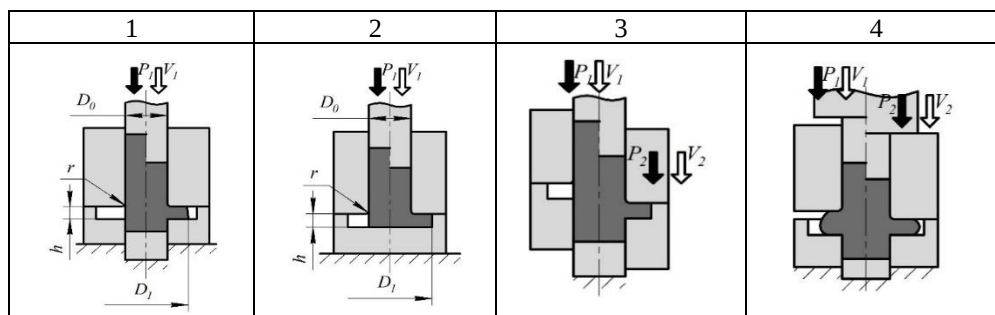
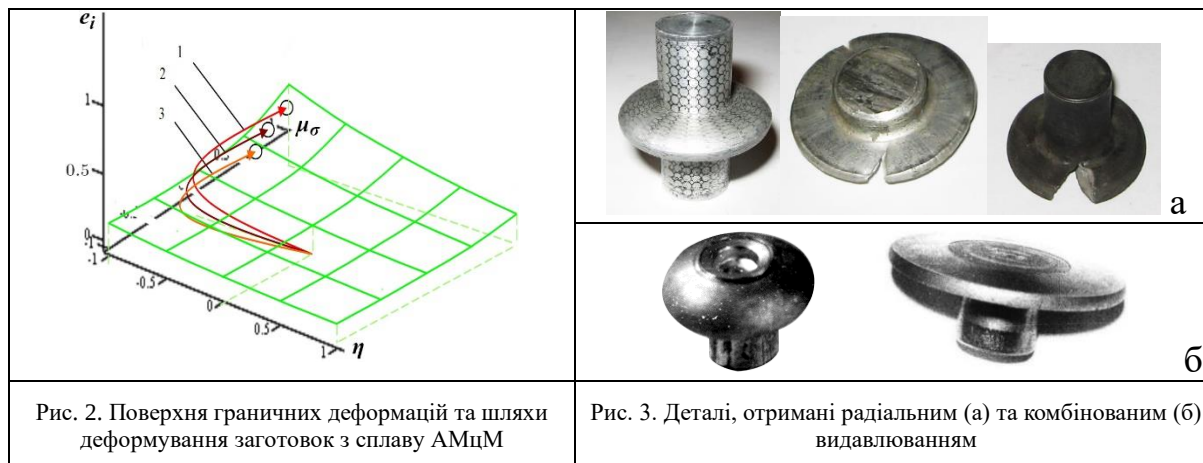


Рис. 1. Кінематичні варіанти радіального видавлювання обрані для дослідження деформовності

В ДДМА і ВНТУ розроблено гаму способів поперечного та комбінованого видавлювання за різними кінематичними варіантами деформування в рухомих та роз'ємних матрицях [3, 4]. На рис. 1 наведено деякі способи (кінематичні варіанти) радіального видавлювання. Прийоми кінематичного впливу є ефективним шляхом підвищення якості деталей, що штампуються у процесах точного об'ємного штампування видавлюванням. Запропоновані способи регулюють положення зон максимального зміцнення металу, ступінь заповнення приймальної порожнини матриці і форму фланця, що видавлюється. Фактором, що обмежує можливості радіального видавлювання, є відносно низький ступінь деформації при формуванні фланців, що пов'язано з наявністю в області фланця "жорсткої" схеми напружено-деформованого стану, близької до лінійного розтягування. Для проведення серії дослідів щодо визначення граничного ступеня радіального видавлювання та встановлення закономірностей

деформовності використовували заготовки з матеріалів АМг6, АМцМ та Сталь 10 з діаметрами D_0 , рівними 15,2; 21,2 та 28,2 мм.

При монотонній деформації шляхи деформування у координатах «інтенсивність деформацій e_i – показник напруженого стану η » побудовано з урахуванням впливу основних параметрів деталей: відносних товщини фланця h/D_0 та радіуса заокруглення матриці $r/2R_0$. Облік історії деформування вели із застосуванням критерію деформовності Деля-Огороднікова, що враховує нелінійне накопичення пошкоджень та наявність різних шляхів деформування [4].



Для процесу комбінованого двостадійного видавлювання стрижня з фланцем з характерним немонотонним навантаженням запропоновано послідовність розрахунків використаного ресурсу пластичності, що включає оцінку напруженого стану анізотропно зміцнюваного тіла з урахуванням впливу ефекту Баушінгера, впливу історії навантаження та особливостей накопичення та заліковування пошкоджень. Експериментальне дослідження радіального видавлювання з висадкою показали, що запропонований підхід для оцінки граничної формозміни призводить до значного підвищення точності визначення величини використаного ресурсу пластичності.

Спосіб комбінованого двоетапного радіального видавлювання з висадкою фланця ефективно застосований для виготовлення деталей типу сердечника магнітопроводу з діаметром рівним 4,0 діаметрам заготовки (див. рис. 3, б).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Aliev I.S. Radial extrusion processes. *Soviet Forging and Metal Stamping Technology. English Translation of Kuznechno-Shtampovochnoe Proizvodstvo*. 1988. Part 3, pp. 54–61. ISSN 0891-334x.
2. Алієв І.С. Методи пошуку нових технологічних способів видавлювання. Теорія та практика обробки матеріалів тиском. *Колективна монографія*. Запоріжжя: Мотор-Січ. 2016. С. 364–485. ISBN 978-966-2906-60-8. 16.
3. Алиева Л.И. Совершенствование процессов комбинированного выдавливания : *монография*. Краматорск: ООО «Тираж-51». 2018. 352 с. ISBN 978-966-379-846-2.
4. Aliiev I. S., Sivak R. I., Markov O. E., Levchenko V.N. The evaluation of workpiece deformability for the process of two-stage extrusion of hollow hull. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2023. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-12353-6>

Алієв Іграмотдін Серажутдінович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри обробки металів тиском, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, igramaliev@gmail.com.

Левченко Володимир Миколайович, кандидат технічних наук, докторант, Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України, м. Харків, goldangel271@gmail.com.

Сивак Роман Іванович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, sivak_r_i@ukr.net.

STUDY OF METAL DEFORMABILITY DURING RADIAL EXTRUSION

Abstract

To obtain parts with flanges, the technology of radial extrusion combined with upsetting is effective, allowing to increase the degree of deformation. The deformability of metal during radial extrusion depends on the

geometric parameters of the flange and matrix, the scheme and history of deformation. For the process of combined two-stage extrusion of a part with a flange with characteristic non-monotonic loading, a sequence of calculating the plasticity resource is proposed, including stages of determining the stress-strain state of a hardening anisotropic body, taking into account the influence of the Bauschinger effect and the history of loading.

Keywords: metal extrusion, parts with a flange, deformation schemes, deformability, forming stage.

Aliyev Igramotdin, Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Head of the Department of Metal Processing by Pressure, Donbas State Machine-Building Academy, Kramatorsk-Ternopil, igramaliev@gmail.com.

Levchenko Volodymyr, Candidate of Technical Sciences, Doctoral Student, O. Ya. Usykov Institute of Radiophysics and Electronics, NAS of Ukraine, Kharkiv, goldangel271@gmail.com.

Sivak Roman, Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Industrial Machine-Building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, sivak_r_i@ukr.net.