

ОЦІНКА ДЕФОРМОВНОСТІ МАТЕРІАЛУ ЗАГОТОВОК ПРИ ПРЯМОМУ І ЗВОРОТНОМУ ВИТИСКУВАННІ МЕТОДОМ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ

Вінницький національний аграрний університет¹,
Вінницький національний технічний університет²

Анотація

В роботі приведені результати розробки і дослідження різних технологічних схем процесу штампування обкочуванням циліндричним і конічним валками для отримання складно профільних заготовок за схемами прямого і зворотного витискування. Проведений аналіз напружено-деформованого стану заготовок з використанням методу сіток, вимірювання твердості та мікроструктурного аналізу. Встановлені зони заготовок, які деформуються в умовах «жорсткого» напруженого стану, для яких проведена оцінка деформовності металів з використанням критеріїв феноменологічної теорії.

Ключові слова: складно профільна заготовка, штампування обкочуванням, пряме і зворотне витискування, напружено-деформований стан, деформовність.

Метою даної роботи є розробка і реалізація схем прямого і зворотного витискування методом штампування обкочуванням (ШО) і оцінка деформовності матеріалу складно профільних заготовок для запобігання браку від руйнування та забезпечення високих службових характеристик виробів.

На рис 1 показані заготовки, що виготовлені за схемами зворотного а), б), в) та прямого г) витискування методом ШО [2].

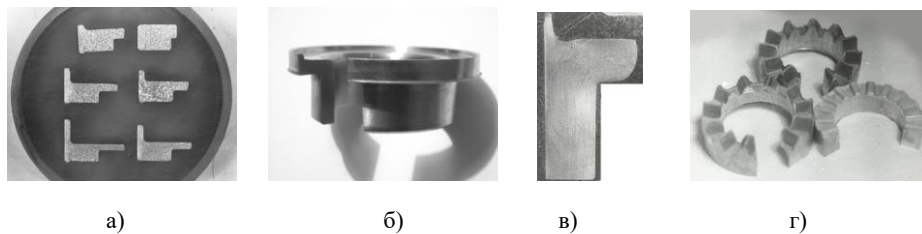


Рисунок 1 - Загальний вигляд і перерізи заготовок, сформованих методами ШО за схемами прямого і зворотного витискування

На рис. 2 а, б приведено вигляд zdeформованої ділильної сітки і мікроструктури сформованого елемента кулачкової муфти, а на рис. 2 в, г - характер розподілу інтенсивності деформацій ϵ_i і показника напруженого стану η по елементу заготовки, отриманому витискуванням методом ШО на проміжній і заключній стадіях.

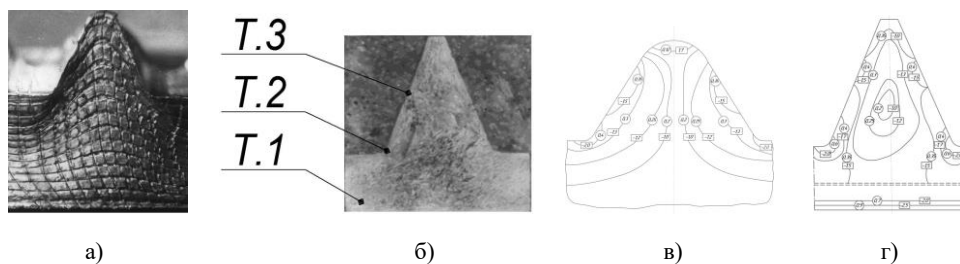


Рисунок 2 - Вигляд zdeформованої сітки, мікроструктури та характер розподілу показників НДС на елементі заготовки

На рис. 3а приведені характерні параметри профілю елемента, що витискується і 3б - шляхи деформування часток матеріалу заготовки в найбільш деформованих зонах (1 – посередині бічної поверхні АС; 2 – на вході в формоутворюючий канал (поблизу точки А); 3 – в зоні контакту заготовки з валком), отримані методом координатних подільних сіток з використанням теорії R-функцій.

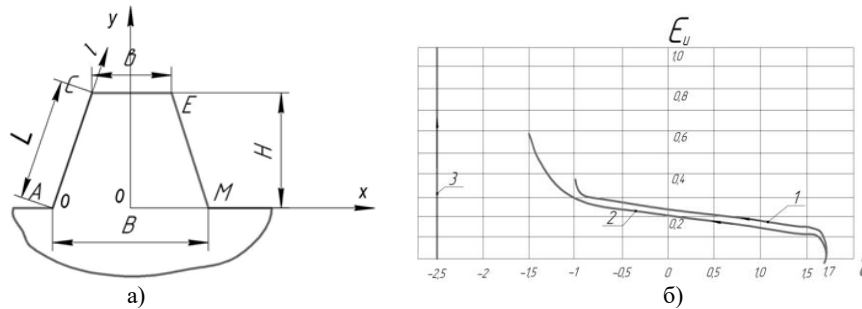


Рисунок 3 - Параметри профілю витиснутого елемента а) і шляхи деформування часток матеріалу заготовки б)

Вказані на рис. 3б шляхи деформування, в координатах накопичена пластична деформація $\bar{\epsilon}_{eq}$ - показник напруженого стану η , представлені нами однозначними функціями, заданими параметричними рівняннями

$$\eta(t) = \frac{b \cdot (tg(t) - t) + a \cdot \sqrt{1 + c \cdot t}}{tg^2(t) + c \cdot t^2} \quad (1)$$

$$\bar{\epsilon}_{eq}(t) = m \cdot \int_0^t \sqrt{\frac{1}{\cos^4 x} + 3} \cdot dx, \quad (2)$$

де a, b, c, m - параметри апроксимації.

Для оцінки деформовності матеріалу заготовок побудували модель накопичення пошкоджень, що базується на критерії В. Огороднікова [1, 2, 3] та певної методики побудови апроксимації кривої граничних деформацій [4]

$$\psi(t) = \int_0^t \frac{n \cdot m^n \cdot \left(\int_0^x \sqrt{\frac{1}{\cos^4 \tau} + 3} \cdot d\tau \right)^{n-1}}{\left[\bar{\epsilon}_{fs}(\eta=0) \cdot \left(\frac{\bar{\epsilon}_{fs}(\eta=1)}{\bar{\epsilon}_{fs}(\eta=-1)} \right)^{\frac{\eta(x)}{2}} \cdot \left(\frac{\bar{\epsilon}_{fs}(\eta=1) \cdot \bar{\epsilon}_{fs}(\eta=-1)}{\bar{\epsilon}_{fs}^2(\eta=0)} \right)^{\frac{\eta^2(x)}{2}} \right]^n} \cdot \sqrt{\frac{1}{\cos^4 x} + 3} \cdot dx, \quad (3)$$

$$n = 1 + 0.2 \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{d\eta}{d\bar{\epsilon}_{eq}} \right), \quad (4)$$

Оцінку деформовності металів при операціях висаджування і зворотного витискування методом ШО здійснювали для заготовок, представлених на рис. 4.

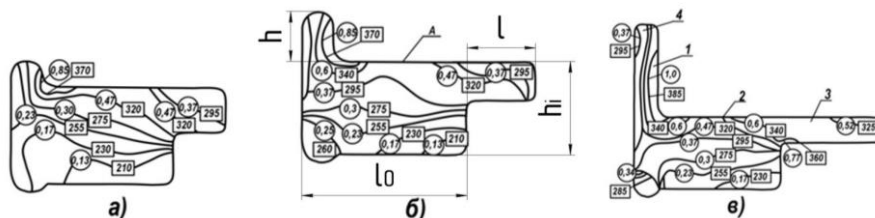


Рисунок 4 - Розподіл ізоліній інтенсивності деформацій $\epsilon_i = const$ (○)

і інтенсивності напружень $\sigma_i = const$ (□) в перерізах сформованих ШО кільцевих заготовок з міді М06

Оцінку доформовності проводили на основі феноменологічної теорії, для чого були побудовані криві граничних деформацій і шляхи деформування часток металу небезпечної зони заготовки в координатах « $\varepsilon_i - \eta$ ».

На рис. 5 представлені криві граничних деформацій трьох сталей і шляхи деформування часток металу вільної поверхні фланця при його висаджуванні, у залежності від параметрів процесу ШО.

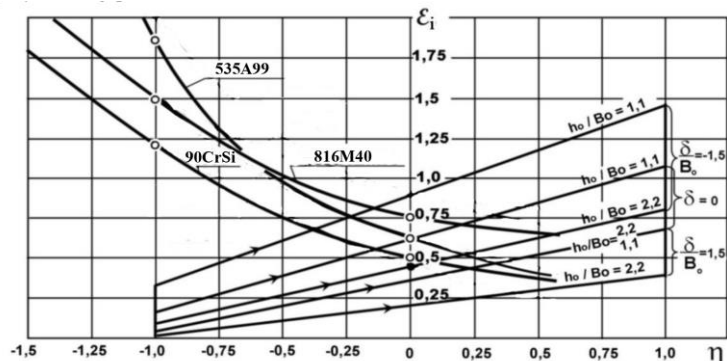


Рисунок 5 - Криві граничних деформацій сталей $\text{---}\bigcirc\text{---}$ і шляхи деформування $\text{---}\rightarrow\text{---}$ вільної поверхні периферійної частини фланця при висаджуванні методом ШО (h_0, b_0 - вихідна під обкочування висота і товщина стінки трубної заготовки, δ - величина зміщення вершини конічного валка від осі заготовки)

На основі критерію В. А. Огороднікова нами отримано співвідношення для визначення граничного діаметра фланця d_* :

$$d_* = d_0 \exp\left\{0,865\varepsilon_*(\eta=0)\exp(-\eta_k \ln \lambda)w - 0,14\left[\varepsilon_*(\eta=0)\exp(-\eta_k \ln \lambda)w\right]^2\right\}, \quad (5)$$

де d_0 - вихідний діаметр заготовки; $\varepsilon_*(\eta=0)$ - гранична деформація при крученні; η_k - значення показника η в точці перетину шляху деформування часток матеріалу вільної поверхні фланця з кривою граничних деформацій; $\lambda = \varepsilon_*(\eta=-1)/\varepsilon_*(\eta=0)$ - показник чутливості пластичності матеріалу до схеми напруженого стану; $\varepsilon_*(\eta=-1)$ - гранична деформація при одновісному стиску; w - коефіцієнт впливу історії деформування на пластичність, при висаджуванні фланців методом ШО, $w = 1, 2, \dots, 1,35$.

Висновки

За результатами дослідження напружено-деформованого стану матеріалу заготовок в процесах ШО, побудови кривих граничних деформацій та з використанням феноменологічного критерія проведена оцінка доформовності матеріалів для небезпечних зон заготовок. Визначена величина використаного ресурсу пластичності для проміжних ступенів деформацій, а також граничних (без руйнування) розмірів заготовок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Огородников В. А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / В. А. Огородников. - Киев: Вища школа. 1983. - 175 с.
2. Матвийчук В. А. Совершенствование процессов локальной ротационной обработки давлением на основе анализа деформируемости металлов: Монография / В. А. Матвийчук, И. С. Алиев. - Краматорск: ДГМА, 2009. - 268 с.
3. Михалевич В. М. Тензорні моделі накопичення пошкоджень / В. М. Михалевич. - Вінниця: „УНІВЕРСУМ – Вінниця”. 1998. - 195 с.
4. Михалевич В. М. Аппроксимация кривых предельной деформации сплайн-функциями / В. М. Михалевич, Л. И. Алиева // Обработка металлов давлением: сборник научных трудов. — Краматорск : ДГМА. — 2010. — №3(24). — С. 3—10.

Матвійчук Віктор Андрійович, д-р техн. наук, професор, декан інженерно-технологічного факультету, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, yamatv50@gmail.com.

Михалевич Володимир Маркусович, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, vmykhal@gmail.com.

Колісник Микола Анатолійович, аспірант, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, kolisnik30@gmail.com.

DEVELOPMENT AND STUDY OF PROCESSES STOPPING BY CURRENT COMPOSITION OF PROFESSIONAL PACKAGES

Abstract

In the article the development and research of various technological schemes of the process of stamping by screwing with cylindrical and tapered rolls for obtaining difficult profile blanks has been carried out. It is shown that achievement of significant sizes of various elements of the work piece is possible by providing a directed flow of metal by changing the mutual position of the roll and work piece. The most effective stamping operations are landing, deposition and retrieval. The zones of work pieces which are deformed in the conditions of a "hard" stress state are established, therefore, for the determination of technological possibilities for them, an assessment of the deformability of metals should be made. The manufacture of thin-walled elements of the work piece using a reverse extrusion operation is accompanied by the appearance of significant contact stresses, therefore, for preventing the roll off of the work piece, the rollers of the support should be provided.

Keywords: difficultly profiled work piece, stamping by obliteration, cylindrical and conical rolls, deformability.

Matviichuk Viktor, Dr. Sc. (Eng.), Professor, Dean of the engineering and technology faculty, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, vamatv50@gmail.com.

Mykhalevych Volodymyr, Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair for Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, vmykhal@gmail.com

Kolisnyk Mykola, Postgraduate Student, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, kolisnik30@gmail.com