

Каргин Б.С.¹, к.т.н., проф., Котова Е.С.², асп.

^{1,2} – ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь, Украина

АНАЛИЗ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ПРОТЯЖКЕ НА ОПРАВКЕ

Kargin B.S.¹, Kotova E.S.²

^{1,2} – State higher educational institution «Priazov state technical university», Mariupol, Ukraine, e-mail: kotova_es1510@rambler.ru

ANALYSIS OF THE STRAIN STATE IN BROACH ON THE MANDREL

Предложена классификация конструкции бойков для протяжки на оправке, обеспечивающей дополнительные макросдвиги в заготовке. Представлены результаты моделирования протяжки на оправке пустотелой заготовки. Получены распределения параметров деформированного состояния при протяжке на оправке бойками со скосом. Определена оптимальная величина угла скоса, обеспечивающая минимальную неравномерность распределения деформаций в заготовке. Даны рекомендации по назначению режимов ковки.

Ключевые слова: макросдвиги, протяжка на оправке, моделирование, угол скоса, угол кантовки, бойки.

Введение

При существующей технологии производства пустотелых поволоков процесс протяжки на оправке в большинстве осуществляется комбинированными режущими бойками [1]. Такие схемы обжатия не позволяют в полной мере устранить существующие дефекты ковки, среди которых наиболее часто встречаются трещины, изгиб, разностенность, зажимы, вогнутость торца и др. [2]. Связано это с неблагоприятной схемой обжатия заготовки, а именно с неравномерным распределением деформаций по сечению заготовки и наличием растягивающих напряжений. Именно поэтому необходимо предложить такую схему деформирования, которая должна обеспечивать минимальную неравномерность распределения деформаций и высокий уровень механических свойств за счет дополнительных макросдвигов [3-5]. Одним из способов, обеспечивающих интенсивные сдвиги в заготовке при ее обжатии, является протяжка на оправке скошенными бойками (рис. 1).

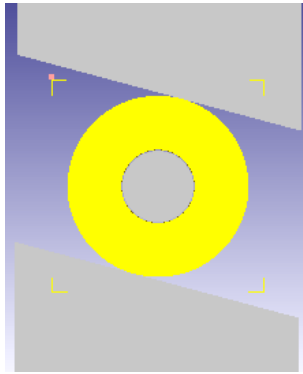


Рис. 1. Схема протяжки на оправке скошенными бойками

Цель

Целью работы является анализ деформированного состояния пустотелой заготовки в зависимости от геометрических параметров бойков и режимов протяжки.

Методика исследования

Методом конечных элементов проведено моделирование процесса протяжки на оправке цилиндрической пустотелой заготовки внешним диаметром 37 мм, внутренним диаметром 15 мм из стали 45 предложенными скошенными бойками. Ширина бойков b составила 18,5 мм. Угол скоса бойков $\alpha = 5\text{--}20^\circ$, начальная температура заготовки принята 1100°C , относительная подача – 0,5; скорость движения инструмента – 1 мм/с, коэффициент трения по Зибелю – $\mu = 0,35$.

Результаты исследований

В результате моделирования получены поля распределения интенсивности логарифмических деформаций в поперечной плоскости заготовки (рис. 2).

Анализ результатов моделирования позволяет установить, что с увеличением угла скоса бойков от 5° до 20° зона наибольших деформаций сосредотачивается в месте контакта заготовки с оправкой (рис. 3), в результате чего увеличивается неравномерность распределения деформаций по сечению заготовки после единичного обжатия.

При увеличении степени обжатия заготовки от 5% до 20% деформации по сечению заготовки возрастают практически прямо пропорционально: при степени обжатия $\varepsilon = 5\%$ максимальная деформация составляет 0,117, при $\varepsilon = 10\%$ – 0,251, при $\varepsilon = 15\%$ – 0,527, при $\varepsilon = 20\%$ – 0,696.

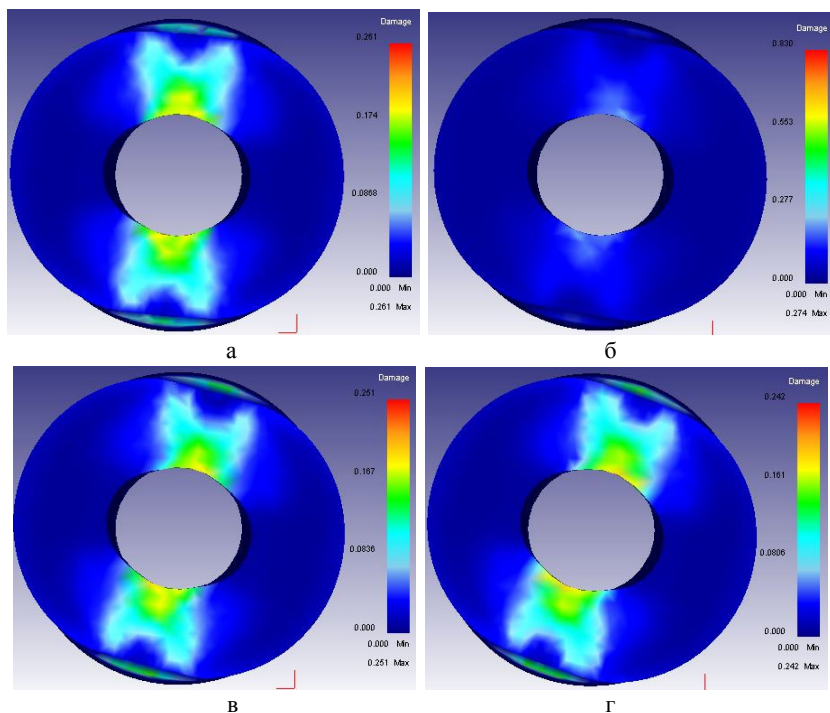


Рис. 2. Поля распределения интенсивности логарифмических деформаций при протяжке на оправке бойками со скосом: а - $\alpha=5^\circ$, б - $\alpha=10^\circ$, в - $\alpha=15^\circ$, г - $\alpha=20^\circ$

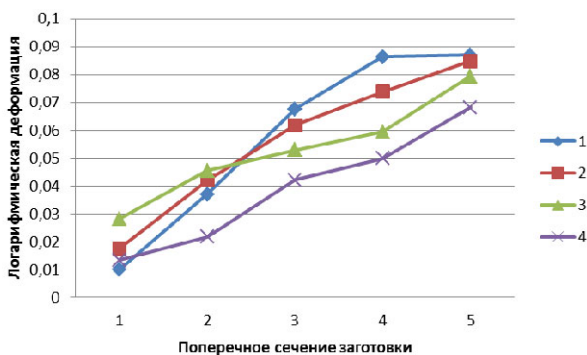


Рис. 3. Графики распределения интенсивности логарифмических деформаций по поперечному сечению заготовки: 1, 2, 3, 4 – $\alpha = 5, 10, 15, 20^\circ$, соответственно

Результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что для обеспечения минимальной неравномерности распределения деформаций в заготовке необходимо осуществлять ковку пустотелой заготовки бойками с углом скоса $\alpha = 10-15^\circ$ с единичными обжатиями 10%.

Для качественной проработки и уменьшения неравномерности распределения деформаций по сечению заготовки предложена следующая схема протяжки на оправке бойками со скосом: «обжатие—кантовка на 90° — обжатие — кантовка на 45° — обжатие — кантовка на 90° — обжатие». Данная схема обеспечивает наилучшую проработку заготовки по сечению.

После первого обжатия (рис. 4, а) форма сечения заготовки аналогична форме сечения после обжатия плоскими бойками. После кантовки на 90° и обжатия (рис. 4, б) сечение заготовки имеет форму ромба. После первых двух деформаций. После кантовки на 45° и обжатия (рис. 4, в) сечение заготовки принимает более сложную форму, имеющую очертания овала. После последнего прохода (рис. 4, г) заготовка имеет форму, близкую к кругу. Дальнейшая ковка заготовки по предложенной схеме позволяет достичь более правильной формы заготовки.

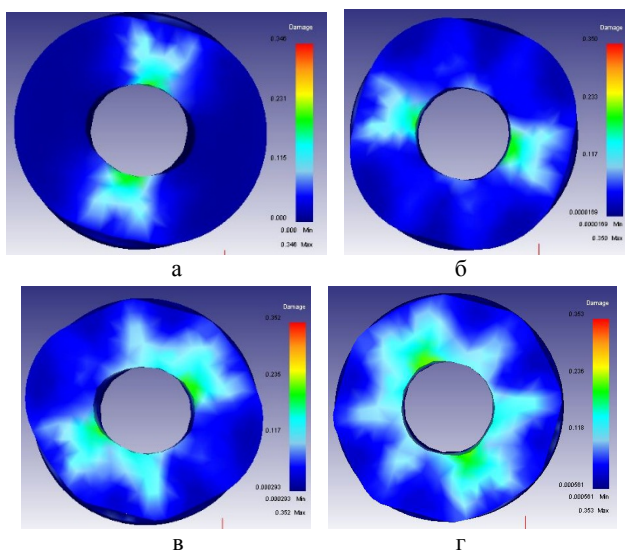


Рис. 4. Поля распределения интенсивности логарифмических деформаций при протяжке на оправке бойками со скосом по схеме: а – 1 обжатие на 10%; б – 2 обжатие после кантовки на 90° ; в – 3 обжатие после кантовки на 45° ; г – 4 обжатие после кантовки на 90°

Выводы

1. Проведено компьютерное моделирование процесса протяжки на оправке цилиндрических пустотелых заготовок бойками со скосом.

2. Установлено влияние степени деформации и геометрии инструмента на деформированное состояние заготовок при протяжке на оправке.

3. На основе результатов исследований даны рекомендации по выбору параметров инструмента и режимов протяжки, обеспечивающих наибольший уровень сдвиговых деформаций, качественную проработку металла заготовки и уменьшение неравномерности распределения деформаций по сечению заготовки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства / Я.М. Охрименко. – М: Машиностроение, 1976. – 560 с.
2. Соколов Л.Н. Теория и технологияковки / Л.Н. Соколов, Н.К. Голубятников, В.Н. Ефимов [и др.] // Киев, «Вища школа». – 1989. – 317 с.
3. Тюрин В.А. Дополнительные макросдвиги – технологические резервыковки / В.А. Тюрин // Кузнечно-штамповочное производство. – 1993. – №12. – с. 8–9.
4. Тюрин В.А. Инновационные технологииковки с применением макросдвигов / В.А. Тюрин // Кузнечно-штамповочное производство. – 2007. – №11. – с. 15–20.
5. Сегал В.М. Технологические особенностиковки-протяжки с продольнымдвигом бойков / В.М. Сегал, В.И. Резников, Д.А. Павлик // Кузнечно-штамповочное производство. – 1980. – №1. – с. 8–10.

REFERENCES

1. Ohrimenko, Y.M., 1976. *Technologiya kuznechno-shtampovochного proizvodstva* [Forging production technology]. Moscow, Mashinostroenie, 560 p. (in Russian)
2. Sokolov, L.N., Golubyatnikov, N.K., Efimov, V.N., et al, 1989. *Theory and technology of forging*, Kiev, Vyshcha shkola, 317 p. (in Russian)
3. Tyurin, V.A., 1993. *Additional macroscopic shears - technological reserves forging*, *Kuznechno-shtampovochное proizvodstvo*, No. 12, pp. 8-9. (in Russian)
4. Tyurin, V.A., 2007. *Innovative forging technologies with using of macroshifts*. *Kuznechno-shtampovochное proizvodstvo*, No. 11, pp. 15-20. (in Russian)
5. Segal, V.M., Reznikov, V.I., Pavlik, D.A., 1980. *Technological features wrought-pulling with a longitudinal shift of the strikers*, *Kuznechno-shtampovochное proizvodstvo*, No 1, pp. 8-10. (in Russian)

Каргін Б.С., Котова Є.С. Аналіз деформованого стану при протягуванні на оправці.

Запропоновано класифікацію конструкції бойків для протягування на оправці, що забезпечує додаткові макросзуви у заготовки. Представлені результати моделювання протягування на оправці пустотілої заготовки. Отримано розподіл параметрів деформованого стану при протягуванні на оправці бойками з скосом. Визначена оптимальна величина кута скосу, що забезпечує мінімальну нерівномірність розподілу деформації у заготовки. Дано рекомендації по призначенню режимів кування.

Ключові слова: макросзуви, протягування на оправці, моделювання, кут скосу, кут кантування, бойки.

Kargin B.S., Kotova E.S. Strain state analysis during broaching on the mandrel.

This work aims on determination of the effect of geometric parameters of strikers and broaching modes on the strain state of hollow billet.

The finite element method was used for simulation of pulling of hollow cylindrical billet with external diameter of 37 mm, 15 mm inner diameter on the mandrel by beveled steel strikers made of Steel 45. The width of strikers is 18.5 mm. The bevel angle of strikers is 5 ... 20°, initial temperature of the billet 1100 °C, relative supply 0.5, tool speed 1 mm/s, Siebel friction coefficient 0.35.

It has established that forging should be executed by strikers with the bevel angle of 10 - 15° at single compressions of 10 % for ensuring the minimum non-uniformity of strain distribution into the billet.

The production technology for broaching of hollow detail on the mandrel by beveled strikers has been developed.

Keywords: macroscopic shears, broaching on the mandrel, modeling, bevel angle, tilting angle, strikers.