

УДК 621.777, 621.77.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛЕЗНЫХ СИЛ ТРЕНИЯ В ПРОЦЕССАХ
ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Алиев И.С., Левченко В.Н.

Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, Украина

Аннотация: Проанализированы современные подходы к использованию дополнительных силовых воздействий на заготовку с применением активных сил трения в процессах холодной объемной штамповки, позволяющих снизить силу деформирования, повысить качество изделий и обеспечить экономию материала. Показано, что при использовании полезных сил трения в таких процессах как обратное выдавливание в подвижной матрице деталей типа стаканов и радиальное выдавливание на подвижной оправке полых деталей с фланцем вследствие изменения напряженно-деформированного состояния заготовки снижаются нагрузки на инструмент. Также рассмотрены схемы процессов обратного выдавливания деталей типа коробок и выдавливания деталей с боковыми отростками с использованием сил трения, возникающих между заготовкой и подвижными элементами матрицы, что позволяет штамповать детали без фестонов и тем самым избежать дополнительных операций по их устранению, а также повысить коэффициент использования материала.

Ключевые слова: трение; сила; заготовка; выдавливание; матрица; пуансон; оправка; напряженно-деформированное состояние; фестон.

Сокращение расхода металла, увеличение производительности труда и повышение качества деталей машин и приборов возможно на основе ускоренного развития и применения в промышленности прогрессивных технологических процессов. Одними из таких процессов является холодная объемная штамповка (ХОШ). Преимущества ХОШ заключаются в отсутствии нагрева заготовки, получении качественных деталей или полуфабрикатов с высокими служебными свойствами, минимальная последующая механическая обработка или ее отсутствие. Однако для ХОШ характерны высокие нагрузки на инструмент. Ряд заготовок (особенно неосесимметричных) вследствие сложного характера течения металла и большой неравномерностью деформации сопровождается образованием на свободных поверхностях фестонов, что приводит к значительным отходам металла при их удалении.

На процессы ХОШ оказывают влияние ряд факторов. Среди них – скорость деформирования, геометрия инструмента, качество смазки и ряд других. Среди них важное место занимает трение, которое во многом определяет силовой режим, характер формоизменения, качество получаемых изделий и срок службы инструмента. Как правило, фактор трения рассматривают как вредный, так как значительное трение повышает силу деформации, изнашивает инструмент и приводит к его поломкам, ухудшает товарный вид получаемых изделий. Однако в обработке металлов давлением, в частности в ХОШ, существуют технологии, которые используют трение в полезном качестве [1]. Ряд таких процессов был смоделирован методом конечных элементов.

Одним из примеров технологии с использованием активных сил трения является использование при обратном выдавливании осесимметричных деталей типа стаканов подвижных матриц, скорость перемещения которых превышает скорость истечения металла в стенке стакана [2, 3]. При этом относительная скорость перемещения матрицы и осевая скорость металла в стенке заготовки меняет знак на противоположный, что приводит к смене

знака сил трения и схема напряженного состояния изменяется с всестороннего неравномерного сжатия (рис. 1, а) на более благоприятную с точки зрения величины силы деформирования, где присутствует растягивающая осевая компонента напряжения (рис. 1, б).

При выдавливании прямоугольных коробок с соотношением размеров плане 2,5 и более даже при одинаковой толщине стенки получаемого изделия на его более длинной стороне из-за большого градиента скорости течения металла в стенку образуется фестон [4-6] (рис. 2, а).

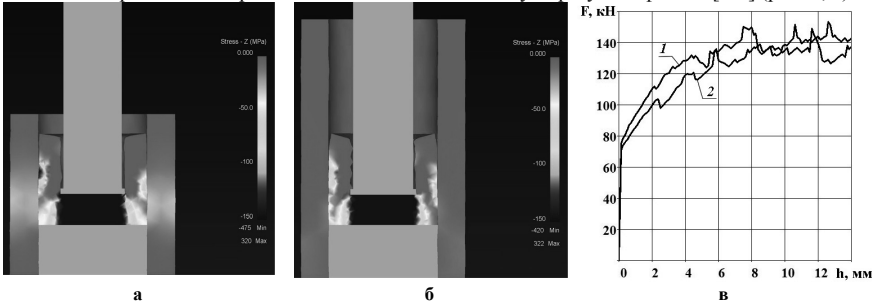


Рис. 1 – Распределение осевого напряжения при обычном выдавливании стакана (а) и выдавливании с использованием сил активного трения (б) и графики сил деформации (в, кривые 1 и 2 соответственно)

Для того, чтобы высота стенки детали вдоль этой стороны была одинаковой также можно использовать силы трения, которые позволяют осуществить противодействие на торцевую поверхность заготовки вдоль ее длинной стороны за счет подвижных стенок матрицы (рис. 2, б).

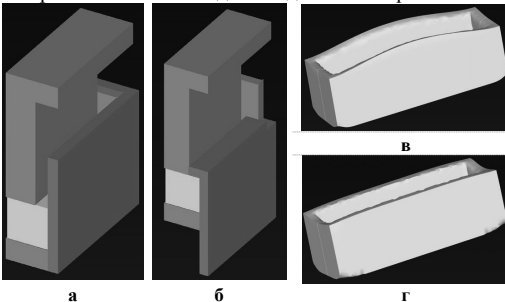


Рис. 2 – Схемы выдавливания коробки по обычной технологии (а) и с применением подвижных стенок (б) матрицы (показана четвертая часть) и геометрия получаемого изделия (в, г соответственно)

поверхности оправки. Действие полезных сил в этом случае становится полезным, что позволяет снизить нагрузку на пуансон.

При выдавливании деталей с прямоугольными в поперечном сечении боковыми отростками из-за геометрии исходной цилиндрической заготовки на начальном этапе формирования отростка на его торцевой поверхности образуется фестон, который практически не уменьшается до конца операции (рис. 4, а). Применение подвижных направляющих позволяет выровнять торцевую поверхность отростков за счет сил трения, возникающими между их боковой поверхностью отростков и этими направляющими, что позволяет получить деталь практически без фестонов [7] (рис. 4, б).

Таким образом, в результате моделирования показано, что применение схем для получения изделий выдавливанием с использованием полезного активного трения позволяет снизить силу деформирования и нагрузку на инструмент, а также бороться с эффектом фестонобразования, что расширяет технологические возможности процессов ХОШ.

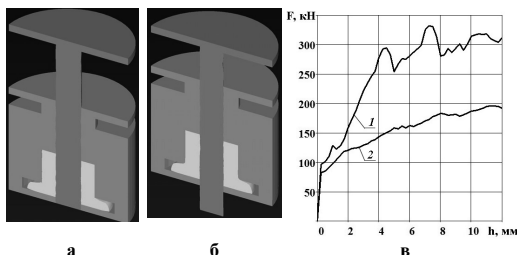


Рис. 3 – Схема выдавливання деталі на неподвижній (а) і движущей оправке (б) и графики усилия при использовании неподвижной и подвижной оправок (в, кривые 1 и 2 соответственно)

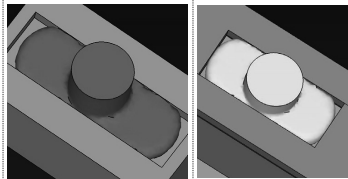


Рис. 4 – Схемы выдавливания детали с двухсторонними отрезками и геометрия отрезков деталей, получаемых в обычной матрице (а) и матрице с подвижными элементами (б)

Applying of useful force of friction in processes of cold volume stamping

Aliiev I.S., Levchenko V.N.

Abstract. The modern approaches to the use of additional force effects on workpiece with applying of active friction forces in the processes of cold volume forming, allowing to reduce the force of deformation, improve the quality of products and ensure material savings were analyzed. It is shown that when using useful friction forces in such processes as backward extrusion of parts such as cups in the movable die and radial extrusion of hollow parts with flange on movable mandrel, due to changing of the stress-strain state of the workpiece, the loads on the tool are reduced. Also were considered schemes for the processes of backward extrusion of parts such as boxes and extrusion of parts with side branchpieces using friction forces arising between the workpiece and moving elements of the dies, which allows stamping of parts without scallops and thus avoiding additional operations to remove them, as well as increase the material utilization coefficient.

Keywords: friction, force, workpiece, extrusion, die, punch, mandrel, stress-strain state, scallop.

Використання корисних сил тертя в процесах холодного об'ємного штампування

Алієв І.С., Левченко В.М.

Анотація. Проаналізовано сучасні підходи до використання додаткових силових впливів на заготовку із застосуванням активних сил тертя в процесах холодного об'ємного штампування, що дозволяють знизити силу деформування, підвищити якість виробів і забезпечити економію матеріалу. Показано, що при використанні корисних сил тертя в таких процесах як зворотне видавлювання в рухомій матриці деталей типу стаканів і радіальне видавлювання на рухомій оправці порожнистих деталей з фланцем внаслідок зміни напружено-деформованого стану заготовки знижуються навантаження на інструмент. Також розглянуті схеми процесів зворотного видавлювання деталей типу коробок і видавлювання деталей з бічними відростками з використанням сил тертя, що виникають між заготовкою і рухливими елементами матриць, що дозволяє штампувати деталі без фестонів і тим самим уникнути додаткових операцій по їх усунюванню, а також підвищити коефіцієнт використання матеріалу.

Ключові слова: тертя, сила, заготовка, видавлювання, матриця, пуансон, оправка, напружено-деформований стан, фестон.

Список літератури

1. Евстратов В.А. Теория обработки металлов давлением / Евстратов В.А. // Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1981. – 248 с.
2. Овчинников А.Г. Исследование процессов выдавливания Дисс... докт. техн. наук. М., 1975. – 275 с.
3. Охрименко Я.М., Ливанов В.А., Бережной В.Л., Щерба В.Н. Анализ и разработка новых схем прессования. – Кузнецко-штамповочное производство, 1973, № 8, С. 8–12.
4. Евстратов В.О., Левченко В.М., Калита В.С. Экспериментальні дослідження формозміни в процесах холодного видавлювання коробок Обработка материалов давлением. Сб. научн. трудов, ДГМА, Краматорск, № 2 (39), 2014, С. 58-63.
5. Евстратов В. А. Оптимизация технологических процессов и конструкций штампов для холодного и полугорячего выдавливания. Методические рекомендации. / В. А. Евстратов, О. М. Иванов, В. И. Кузьменко [и др.]. – М.: ВНИИТЭМР, 1989. – 192 с.
6. Евстратов В. А. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов / В. А. Евстратов. – Харьков: Вища шк., 1987. – 144 с.
7. Пат. 133899 Україна, МПК В21К 21/00. Спосіб виготовлення порожнистих деталей / Алієва Л.І., Алієв І.Граматдін Серажугдинович; Левченко Володимир Миколайович; Малій Христина Василівна; Самоглядюв Антон Діомидович.; заявник і патентовласник Донбаська державна машинобудівна академія. – № u201811522; заявл. 23.11.2018 ; опубл. 25.04.2019. – Бюл. № 8.