

УДК 621.983

С.А. Морозов, А.С. Морозов

S.A. Morozov, A.S. Morozov

Ижевский государственный технический университет
им. М.Т. Калашникова

Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

INTENSIFICATION OF PROCESSES STAMPING

Показана возможность интенсификации процессов листовой штамповки за счет использования гидромеханической вытяжки. Проанализированы положительные свойства гидромеханической вытяжки. Перечислены области ее применения.

Ключевые слова: вытяжка, штампы, жидкостное трение, смазка, гидромеханическая вытяжка.

The possibility of intensification of processes stamping through the use of hydro-mechanical drawing. Analyzed the positive properties of hydro extraction. Given the area its use.

Keywords: hood, seals, fluid friction, lubrication, hydro-extractor.

Обычная вытяжка в жестких штампах не всегда может обеспечить эффективное получение деталей с высокими требованиями к качеству поверхности и точности (минимальная продольная разнотолщинность, допустимое утонение стенки и т.п.), характерными для изделий оборонного комплекса. Возможным способом интенсификации процесса может выступить гидромеханическая вытяжка (ГМВ). Гидромеханическая вытяжка, предложенная и разработанная коллективом исследователей кафедры «Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство» Ижевского государственного технического университета под руководством профессора В.И. Казаченка (А.С. Чаузов, Ю.О. Михайлов, С.Г. Перевозчиков, Т.В. Сабрикова, С.А. Морозов и др.), обладает значительными преимуществами по сравнению с обычной вытяжкой.

Установлено [1, 2], что при гидромеханической вытяжке происходит снижение растягивающих напряжений в опасном сечении заготовки на 20–30 % по сравнению с обычной вытяжкой, что позволяет применять более высокие степени деформации за переход.

Создание жидкостного трения за счет принудительной подачи смазки в зону очага деформации существенно влияет на качество поверхности деталей, ха-

рактик распределения и величину деформации утонения ϵ_s заготовки. Характерным для вытянутых деталей является матовый цвет их наружной поверхности и отсутствие каких-либо рисок и царапин. На рис. 1 представлен график распределения деформаций в нормальном направлении вдоль образующей детали при ГМВ и обычной вытяжке с оптимальным усилием прижима.

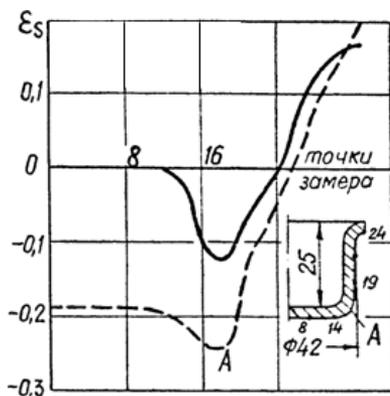


Рис. 1. Распределение деформации ϵ_s по длине детали: - - - - - обычная вытяжка; — — — — ГМВ (материал – латунь Л63, толщина $S_0 = 0,5$ мм, коэффициент вытяжки $m = 0,5$, усилие прижима $Q = 17,6$ кН) [3]

Сравнение кривых показывает, что максимальная деформация утонения при вытяжке с жидкостным трением значительно меньше, чем при обычной вытяжке (соответственно 0,12 и 0,26 %). Следовательно, при ГМВ заметно улучшаются условия деформирования заготовки. На характер распределения деформаций большое влияние оказывают давления в смазке, усиливающие активное действие сил трения на границе «пуансон – заготовка» и тем самым предотвращающие увеличение растягивающих напряжений в опасном сечении на закруглении дна заготовки на всем пути перемещения этой зоны по цилиндрическому участку матрицы. Благодаря блокирующему действию давлений смазочного слоя и уменьшению растягивающих напряжений в опасном сечении (по сравнению с обычной вытяжкой) удастся повысить допустимые степени деформации заготовки, что позволяет сократить технологический цикл изготовления деталей.

Если при обычной вытяжке детали получают со значительными отклонениями внутренней поверхности как в продольном, так и в поперечном сечениях, то гидромеханическая вытяжка сводит к минимуму вредное влияние факторов, влияющих на точность формы [4].

Процесс вытяжки некоторых листовых материалов (алюминия, никеля и их сплавов, ряда тугоплавких и жаропрочных металлов и сплавов, таких как тантал и ниобий) сопровождается схватыванием штампуемых заготовок с ра-

бочими частями штампов. Схватывание приводит к образованию задиров на поверхностях деталей, а при вытяжке тонколистовых тантала и ниобия вызывает разрушение вытягиваемых деталей. Известные способы предотвращения схватывания – применение лаковых покрытий, защитной анодной пленки, смазок с твердыми наполнителями в виде графитов и дисульфида молибдена, штампов с твердосплавным рабочим инструментом – не всегда дают положительные результаты. При многопереходной вытяжке требуется неоднократное восстановление покрытия, так как оно частично разрушается при вытяжке и полностью испаряется при выполнении межоперационных отжигов.

Надежные условия предотвращения схватывания обеспечивает вытяжка с жидкостным трением благодаря полному разделению заготовки и матрицы слоем жидкости.

Приведем пример интенсификации технологических процессов листовой штамповки за счет использования ГМВ (рис. 2, а) [2, 4]. Материал – 30ХГСА, лист толщиной 1,2 мм. Шероховатость поверхности детали должна быть на уровне параметра $R_a = 2,5$. Не допускаются окалины, загрязнения, заусенцы, трещины, волосины. Утонение допускается до толщины 0,95 мм.

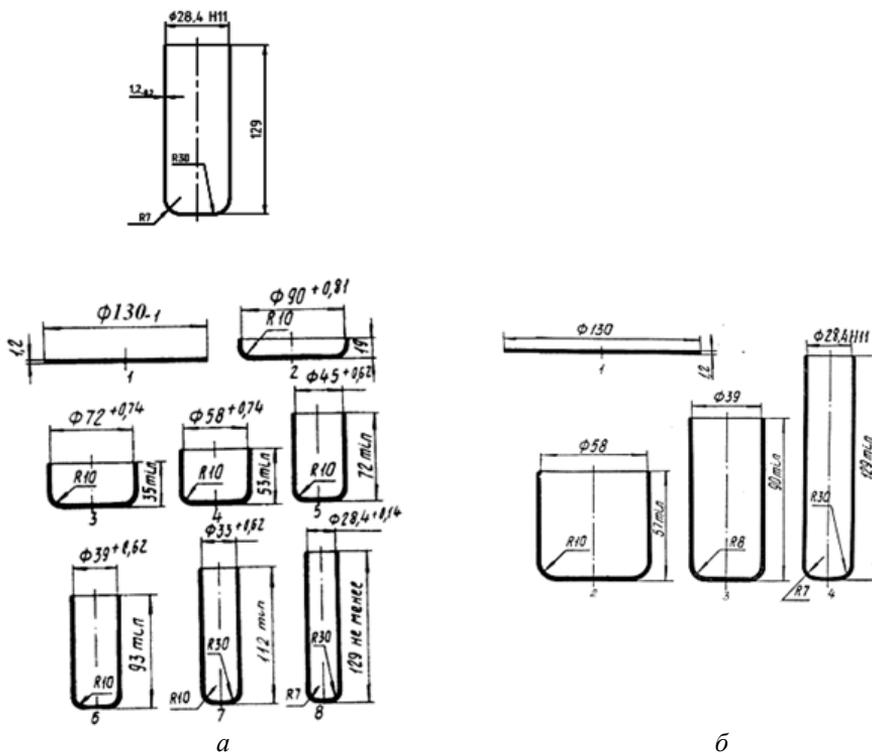


Рис. 2. Деталь «Стакан» и последовательность изготовления ее:
а – обычной вытяжкой; б – гидромеханической вытяжкой

Базовый процесс изготовления этой детали содержал 30 операций: вырубку заготовки диаметром 130 мм, семь операций вытяжки (с коэффициентами вытяжки по операциям $m_1 = 0,69$; $m_2 = 0,80$; $m_3 = 0,81$; $m_4 = 0,78$; $m_5 = 0,87$; $m_6 = 0,85$; $m_7 = 0,86$) (см. рис. 2, а), шесть операций отжига, семь операций фосфатирования и омыливания, семь операций удаления фосфата и мыла и две операции подрезки торца. Число вытяжных операций в данном случае обусловлено не допустимой степенью деформации заготовки, а желанием снизить контактные давления на вытяжном ребре матрицы для обеспечения хорошего качества наружной поверхности. Однако базовый процесс не обеспечивал нужного качества деталей. Не исключались царапины и задиры. Наличие шести операций отжига приводило к дефектам наподобие апельсиновой корки, что являлось браком.

Новый технологический процесс состоит из 8 операций: вырубки заготовки, трех операций гидромеханической вытяжки (коэффициенты по переходам $m_1 = 0,47$; $m_2 = 0,67$; $m_3 = 0,73$) (см. рис. 2, б), двух операций отжига и двух операций подрезки торца детали.

Значительное сокращение числа штамповочных и вспомогательных операций с 30 до 8 достигнуто за счет увеличения степени деформации при гидромеханической вытяжке. Операции нанесения и удаления фосфата и мыла были устранены за счет создания в процессе вытяжки жидкостного трения, обеспечивающего полное разделение поверхностей матрицы и заготовки. Детали, полученные гидромеханической вытяжкой, отличались высоким качеством поверхности, отсутствием следов контакта с матрицей.

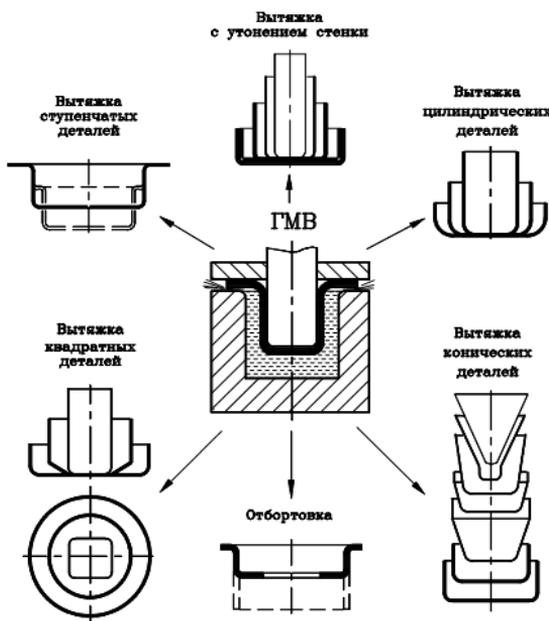


Рис. 3. Области использования ГМВ в листовой штамповке

Таким образом, процесс ГМВ, по сравнению с обычной вытяжкой, позволяет повысить допустимые степени деформации за переход, сократить число штамповочных и вспомогательных операций, повысить качество вытягиваемых изделий и является экономически эффективным и технологичным методом штамповки листового материала.

На рис. 3 показаны наиболее распространенные области использования ГМВ в листовой штамповке.

Проведенные исследования [3–5] позволили установить, что гидромеханическая вытяжка может выступать как самостоятельный процесс изготовления деталей различной конфигурации, а также сочетаться с другими формоизменяющими операциями. В последнем случае гидромеханической вытяжкой получают качественный промежуточный полуфабрикат. Процесс изготовления детали становится экономически эффективнее по сравнению с базовым, использующим только операции обычной вытяжки.

Список литературы

1. Казаченок В.И. Штамповка с жидкостным трением. – М.: Машиностроение, 1978. – 78 с.
2. Михайлов Ю.О., Морозов С.А., Дресвянников Д.Г. Гидромеханическая и гидроэластичная вытяжка: монография. – Ижевск: Изд-во Ижев. гос. техн. ун-та им. М.Т. Калашникова, 2015. – 192 с.
3. Михайлов Ю.О., Морозов С.А., Сандров В.А. Гидромеханическая вытяжка деталей светотехнической аппаратуры // Технология авиационного приборостроения. – 1988. – № 4. – С. 5–6.
4. Морозов С.А. Оптимизация процессов листовой штамповки с использованием гидромеханической вытяжки: дис. ... канд. техн. наук. – Ижевск, 1998. – 207 с.
5. Морозов С.А. Автоматизированное проектирование гидромеханической вытяжки: монография. – Ижевск: Изд-во Ижев. гос. техн. ун-та им. М.Т. Калашникова, 2015. – 104 с.

Получено 09.12.2015

Морозов Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство», Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова, e-mail: msa-omd@mail.ru.

Морозов Александр Сергеевич – студент, институт «Современные технологии машиностроения, автомобилестроения и металлургии», Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова, e-mail: sashamor2@mail.ru.