

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  $\varepsilon_s$  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.

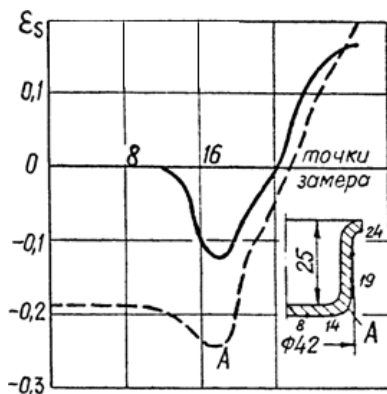


Рис. 1. Распределение деформации  $\varepsilon_s$  по длине детали: - - - - - обычная вытяжка; — — — — ГМВ (материал – латунь Л63, толщина  $S_0 = 0,5$  мм, коэффициент вытяжки  $m = 0,5$ , усилие прижима  $Q = 17,6$  кН) [3]

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.

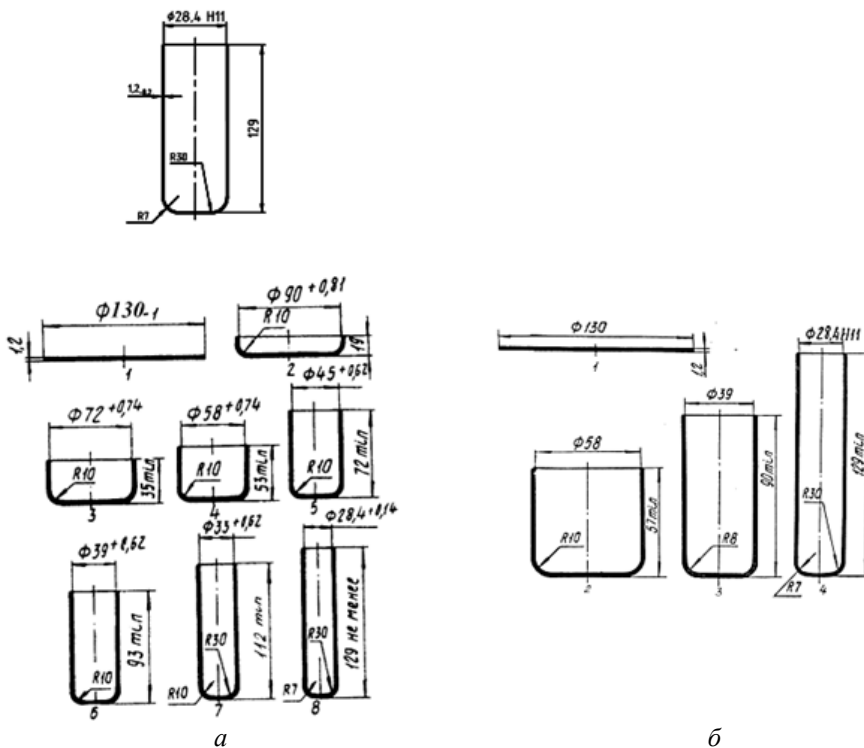


Рис. 2. Деталь «Стакан» и последовательность изготовления ее:  
а – обычной вытяжкой; б – гидромеханической вытяжкой

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.

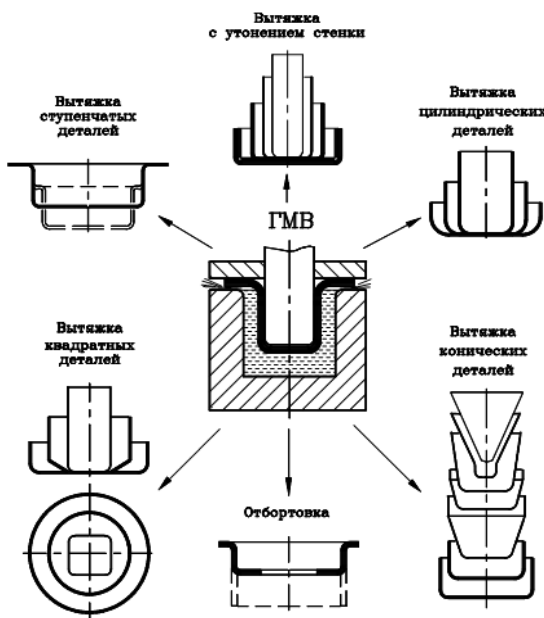


Рис. 3. Области использования ГМВ в листовой штамповке

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.