

Выводы

Такие КМ отличаются наличием пространственно неоднородных структур, благодаря которым материал приобретает новые свойства. Поверхностные слои с повышенной концентрацией армирующей фазы различной природы и состава организуются за счет направленного перемещения дисперсных частиц в жидкометаллической суспензии. Твердые дисперсные частицы, имеющие плотность большую, чем матричный алюминиевый сплав, перемещаются к наружной стенке формы (изложницы), менее плотные – к оси вращения, на свободную поверхность (во внутреннюю часть отливки).

При использовании в качестве армирующего компонента в алюминиевых сплавах ($\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$) частиц карбида кремния ($\rho = 3,2 \text{ г/см}^3$) можно создать градиентные КМ, у которых наружные поверхности будут иметь повышенные жесткость и сопротивление износу, а внутренние - сохранять высокие пластичность и вязкость (на уровне матричного сплава), что весьма важно для деталей, работающих в условиях динамического нагружения.

При армировании алюминиевых матриц частицами графита ($\rho = 2,23 \text{ г/см}^3$), призванными обеспечивать эффект самосмазывания в условиях ограниченной смазки при трении скольжения, можно использовать эффект механического увлечения и выноса легких частиц графита к наружной поверхности образца за счет дополнительного введения частиц наполнителя с большим удельным весом, например SiP или Al_2O_3 , т.е. осуществить градиентное полиармирование.

Литература

1. Повышение механических свойств дискретно-армированных КМ с алюминиевой матрицей// Курганова Ю.А.: Заготовительные производства в машиностроении, 2007, № 5, с. 46-48.
2. Новые материалы автомобилестроения: композиционный материал системы Al-SiP/ Курганова Ю.А., Чернышова Т.А., Соловьев Г.И. труды Международная заочная НТК «Актуальные вопросы промышленности и прикладных наук», Ульяновск, 2004, с. 103-107.
3. Материаловедение. Изд. 5./ А.А. Черепрахин: М., изд. центр «Академия», 2012 – с. 253.
4. Металлокомпозиты для автомобилестроения/ Курганова Ю.А., Чернышова Т.А., Кобелева Л.И. труды IV Международной Научно –технической конференции «Автомобиль и техносфера», Казань, 2005, с. 150.

К вопросу о повышении коэффициента использования металла за счет применения совмещенной операции вытяжки-отбортовки при изготовлении коробчатых деталей с отверстием в донной части

к.т.н. Никитенко В.М.

Ульяновский государственный технический университет, Ульяновск
8-927-632-82-73, vm_nikitenko@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы формообразования деталей коробчатой формы с отверстием в донной части вытяжкой-отбортовкой, имеющие характер и высокий потенциал использования на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: коэффициент использования металла, вытяжка-отбортовка, листовая штамповка, эффективность производства

Определенные успехи в области листовой штамповки отечественных и зарубежных ученых и инженеров по созданию и внедрению металлосберегающих технологий достигнуты при производстве деталей в крупносерийном и массовом производстве. Мероприятия, проводимые на передовых предприятиях, позволили существенно снизить норму расхода металла при изготовлении многих деталей. Однако коэффициент использования металла (КИМ) все еще остается невысоким, особенно при изготовлении деталей коробчатой формы с отверстием в донной части.

Работа направлена на применение прогрессивных формообразующих технологий, а

также расширение технологических возможностей известных методов, основанных на пластическом деформировании, что позволяет существенно увеличить КИМ, повысить точность обрабатываемых деталей и производительность труда.

Традиционно рассматриваемые детали на производстве изготавливаются вытяжкой из плоской заготовки с последующей пробивкой отверстия требуемой формы и размеров. При штамповке деталей таким методом донная часть заготовки в процессе вытяжки деформируется незначительно, поэтому отход металла, образующийся при получении отверстия, предопределяет основной недостаток таких технологических процессов - низкий КИМ.

Таким образом, существующие способы изготовления деталей коробчатой формы не в полной мере используют возможность расширения зоны деформирования при совмещении отбортовки с вытяжкой, что не позволяет рационально использовать металл и приводит к погрешностям формы заготовки и расположения поверхностей изделия.

Поэтому разработка и внедрение технологий, направленных на уменьшение расхода материала, являются одним из радикальных путей снижения себестоимости штампованных деталей и трудоемкости изготовления при обеспечении показателей качества в принятых условиях работы.

В научно-технической литературе отсутствует научно-обоснованная методика расчета технологических параметров для практической реализации предлагаемого способа штамповки коробчатых деталей, также не указаны оптимальные параметры для его осуществления, не приведены предельные коэффициенты вытяжки и отбортовки, которые являются ограничивающими факторами при доминирующей вытяжке или отбортовки.

Таким образом, накопленных данных для реального проектирования технологических процессов штамповки деталей с отверстием за счет формообразования отбортовкой недостаточно. Кроме того, данные относятся к полной отбортовке.

В настоящее время основным способом проектирования технологических процессов при получении деталей вытяжными операциями является использование справочных материалов, опыта технолога, отладки по методу проб и ошибок.

Такой подход нельзя признать эффективным, так как он требует немало затрат времени и средств на разработку и отладку технологического процесса и не позволяет дать научно обоснованную оценку реальных возможностей по экономии металла и оптимизации процесса в целом [1].

Для получения не высоких деталей коробчатой формы типа квадратных с центральным отверстием в донной части в целях повышения КИМ процесс отбортовки следует вести с коэффициентом отбортовки ($K_{отб}$) близким к предельному независимо от того, какие размеры борта имеет конечная деталь.

В работе рассмотрен процесс вытяжки с неполной отбортовкой, так как считать вытяжку с полной отбортовкой с гарантированными размерами фланца практически невозможно.

На основе анализа работ, выполненных ранее другими исследователями, выявлены вопросы, которые остались неразрешенными, и, исходя из этого, определены предмет и задачи исследований, требующие решения, указав их место в разработке данной проблематике. Установлена актуальность темы исследования и сформулирована цель данной работы.

Итак, целью настоящей работы является повышение коэффициента использования металла при изготовлении коробчатых деталей квадратной формы с отверстием в донной части в совмещенных процессах вытяжки и отбортовки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить влияние основных технологических параметров на напряженно – деформированное состояние заготовки с отверстием, силовые режимы и предельные возможности при совмещении операций вытяжки и отбортовки.

2. Разработать математическую модель совмещенных процессов вытяжки-отбортовки коробчатых деталей квадратной формы с отверстием в донной части.

Для расширения технологических возможностей процесса предложен штамп. Научная идея, выраженная натурально запатентована.

Для изготовления полых деталей с отверстием в донной части получен патент на конструкцию штампа.

Формообразование детали в этом случае осуществляется не только за счет пластического течения металла с периферийной фланцевой части заготовки, т.е. за счет вытяжки, но и интенсивного деформирования внутренней (донной) ее части, примыкающей к отверстию за счет отбортовки, что позволяет расширить масштабный фактор штампуемых деталей (рисунок 1).

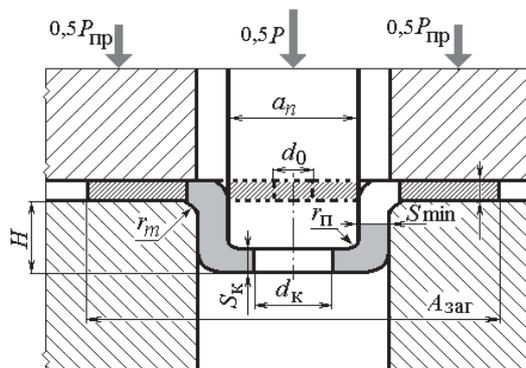


Рисунок 1. Схема совмещенного процесса вытяжки-отбортовки

При построении комплексной математической модели приняты допущения и условия рассмотрения процесса:

- материал заготовки изотропный, упрочняющийся по линейному закону:

$$\sigma_s = \sigma_{\tau_0} + \lambda e_i \quad (1)$$

где: σ_{τ_0} , λ – параметры кривой упрочнения исходной заготовки, определяемые методом наименьших квадратов; e_i – интенсивность деформаций;

- напряженное состояние плоское, меридиональное σ_r и окружное σ_θ напряжения – главные нормальные напряжения;
- трение на фланцевой части заготовки подчиняется закону Амонтона-Кулона; а на скругленных кромках матрицы и пуансона – закону Эйлера; трение на торце пуансона отсутствует;
- показатели вида напряженного и деформированного состояний равны:

$$\eta \cdot \sigma = \eta \cdot \dot{\epsilon}; \quad (2)$$

- интенсивности деформаций на биссектрисе угловых зон фланца и донной части исходной заготовки изменяются по линейному закону;
для донной части:

$$e_i = \left(\frac{r - r_d}{r'_0 - r_d} \right) \cdot \ln \left(\frac{r'_0}{r_0} \right); \quad (3)$$

где: r_0 – радиус сопряжения боковых образующих отверстия в исходной заготовке; r'_0 – текущее значение радиуса сопряжения боковых контурных линий отверстия; r_d – радиус скругления донной части [2].

Зависимости относительного меридионального напряжения σ_r^n / σ_s и σ_r^ϕ / σ_s от коэффициентов отбортовки ($K_{отб}$) и вытяжки (m) позволили получить расчетные значения предельных коэффициентов вытяжки и отбортовки для толщины $s_0 = 1; 2; 3; 4$ мм:

$$\sigma_r^\phi / \sigma_s = \sigma_r^n / \sigma_s = 1. \quad (4)$$

Для установления доминирующего вида деформирования при изготовлении деталей коробчатой формы предложен показатель:

$$\xi = \sigma_r^\phi / \sigma_r^n. \quad (5)$$

Когда $\xi > 1$, то наблюдается деформирование фланцевой части заготовки (вытяжки), если $\xi < 1$, в этом случае происходит деформирование донной части заготовки (отбортовки)

(рисунок 2).

Исследованиями установлены размеры полного борта, получаемого при деформировании донной части (H_d) и фланцевой части (H_f), определяющие конечную высоту коробчатой детали:

$$H = H_d + H_f. \quad (6)$$

Для определения усилия совмещенной вытяжки – отбортовки можно пользоваться формулой:

$$P = \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \text{Max}\{P^d, P^f\} + P_{кп}; \quad (7)$$

где: P^d – усилие при преимущественном деформировании донной части заготовки:

$$P^d = 2\sigma_\rho^d 2\pi r_d s_0 + 2(c_d + b_d - 4r_d)\sigma_\rho^{d,п} s_0. \quad (8)$$

P^f – усилие при преимущественном деформировании фланцевой части заготовки:

$$P^f = 2\sigma_\rho^f \pi r_f s_0 + 2(c_f + b_f - 4r_f)\sigma_\rho^{f,п} s_0. \quad (9)$$

$P_{кп}$ – значение силы контр-прижима, обеспечивающее преимущественное деформирование фланца.

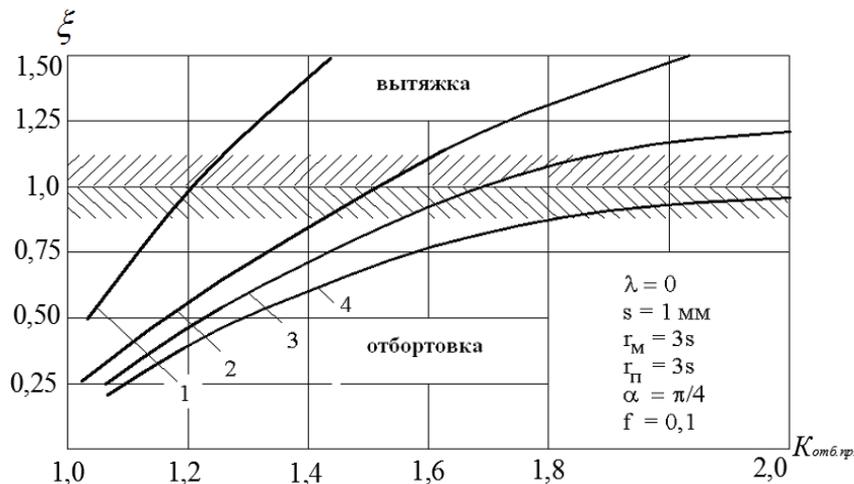


Рисунок 2. Область протекания процесса вытяжки-отбортовки:

1 - 4 - $K_{отб.р.} = 1,2; 1,4; 1,6; 1,8$

С помощью разработанной математической модели с учетом линейного закона упрочнения материала исходной заготовки можно определять силовые и деформационные условия, доминирующий вид формообразования при совмещении операций вытяжки и отбортовки и управлять процессом штамповки за счет изменения размеров заготовки. Исследования также позволили установить, что одним из наиболее рациональных процессов изготовления коробчатых деталей квадратной формы с отверстием в донной части является совмещение операций вытяжки и отбортовки.

По новой методике расчета осуществлено совершенствование технологического процесса изготовления квадратной коробчатой детали с центральным отверстием в донной части автомобиля «УАЗ» номенклатуры ОАО «УАЗ» №451В -5401330/331- «Панель боковины внутренней передней».

В итоге коэффициент использования металла при совмещении процессов вытяжки и отбортовки повысился на 14%.

Литература

1. Металлосберегающие технологии штамповки деталей с отверстием в донной части с использованием вытяжки и отбортовки/ Ю.А. Титов, А. Ш. Мурасов, В.М. Никитенко: М. Заготовительные производства в машиностроении. - 2007.- №5.- с. 32-34.
2. Моделирование процесса вытяжки-отбортовки при изготовлении коробчатых деталей с фланцем и отверстием в донной части/ В. И. Филимонов, В.М. Никитенко //М. Технология металлов.- 2009.- №2 .- с. 11-17.