

К РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ С РАЗДАЧЕЙ ПОЛУФАБРИКАТОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Савченко Н.Ф., канд.техн.наук
(Харьковский национальный экономический университет)

Исследуются некоторые подходы к разработке прогрессивных технологий в заготовительном производстве

Введение. Снижение темпов внедрения новых технологий приводит к негативным процессам в современной экономике и снижению конкурентоспособности продукции отечественных товаропроизводителей. Поэтому важнейшими задачами, стоящими перед технологией машиностроения, являются снижение непроизводительных затрат, обусловленных низкой точностью изготовления деталей штамповкой, улучшение эксплуатационных и прочностных свойств изделий, повышение их точности и качества [1-3].

Постановка задачи. Поиск эффективных методов интенсификации технологических процессов штамповки затрудняется из-за проблем повышения качества и точности заготовок, возникающих преимущественно из-за отсутствия методов предупреждения потери пластической устойчивости – появления недопустимых по величине гофров или бухтин на поверхности деталей, локальным утонением стенок. Однако известные методы интенсификации штамповки-вытяжки, формовки [1-3] не всегда эффективны не только по технико-экономическим соображениям (отсутствие или физический износ имеющегося оборудования, высокая стоимость нового или большие эксплуатационные издержки при ремонте, хранении и т. д.). Важное значение приобретают проблемы управления качеством как заготовок, так и полуфабрикатов, влияющие на точность и разнотолщинность стенок деталей. В известных исследованиях имеющиеся решения ограничены нормативными требованиями к листовым заготовкам (например, дефекты (царапины, трещины) или разнотолщинность плоских листовых заготовок при приемочном контроле для штамповки-вытяжки или формовки) и не учитывают, как правило, особенности формообразования изделий из полуфабрикатов.

Целью работы является повышение эффективности управления процессом формообразования деталей из заготовок и полуфабрикатов на различных стадиях их формоизменения (а не только на конечных) путем предупреждения потери пластической устойчивости тонколистовых деталей сложной формы.

Методика исследований. При проектировании технологии штамповки с раздачей полуфабриката учитывается:

1) гибкость λ (отношение диаметра или условного размера детали к толщине заготовки) или относительная толщина детали;

2) относительная глубина штамповки \bar{f} , определяемую отношением глубины (высоты) детали к ее диаметру или условному размеру;

3) механические характеристики материала (пределы прочности, текучести, относительное удлинение);

4) требования к качеству изделий, определяемые величиной утонений, наличием и размерами гофров на поверхности и отклонениями от норм, допустимыми по техническим условиям.

При этом характерные типы дефектов могут быть проиллюстрированы (рис. 1) как в виде появляющиеся в сжато-растянутых зонах заготовки гофров или в виде локальных зон утонений в купольной части изделия.

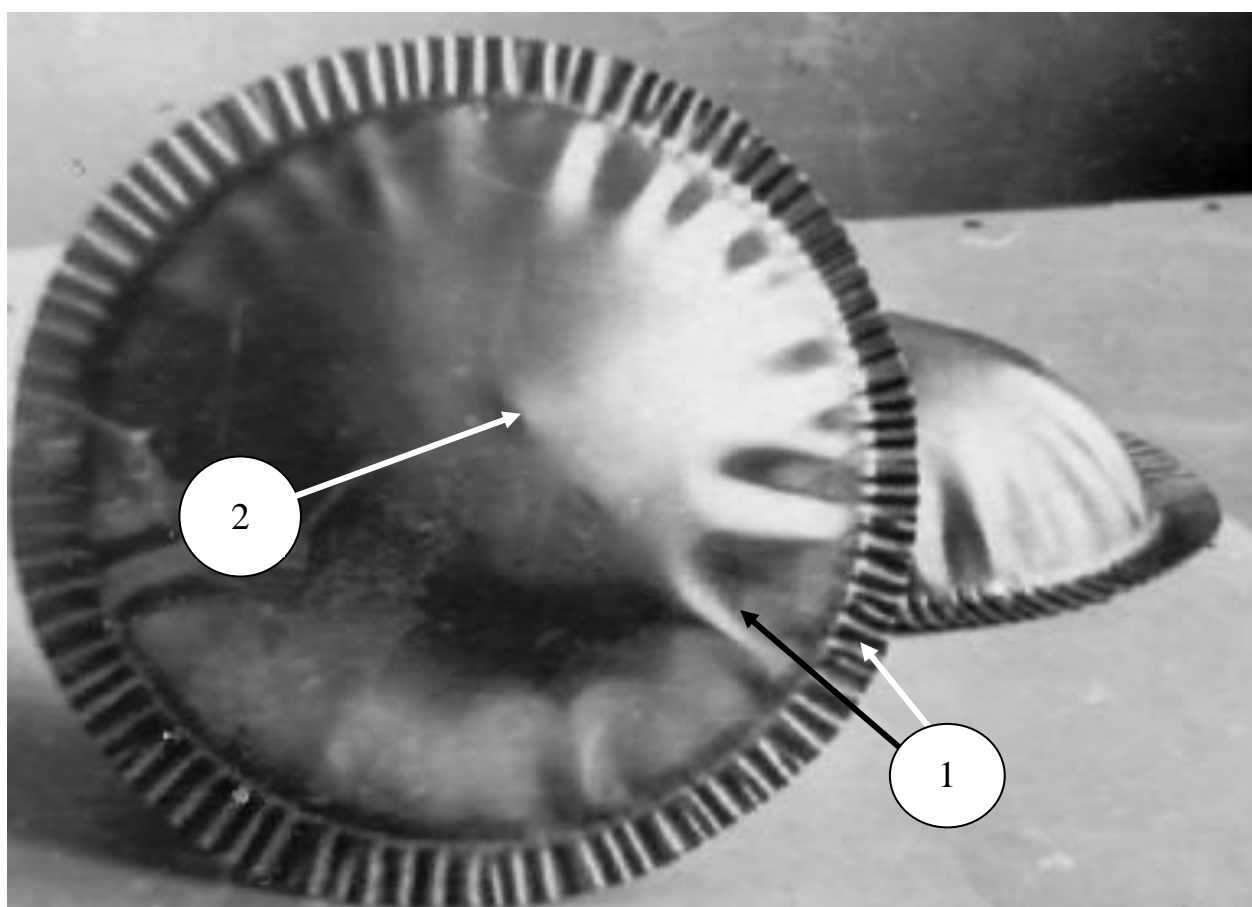


Рис. 1. Типичные дефекты в виде гофров, возникающих в сжато-растянутых участках заготовки при изготовлении деталей большой гибкости $\lambda > 200$:

1 – гофры на купольной и фланцевой части заготовки;

2 – зона локальных, с последующим разрушением, утонений.

Неблагоприятное влияние дефектов особенно очевидно при анализе пространственной диаграммы (рис. 2), характеризующей изменения деформированного состояния деталей при увеличении λ . Пространственная диаграмма со-

ставлена по известным экспериментальным данным о характере распределения деформаций на стенках изделий, близких по форме к полусфере [1 – 4].

Из диаграммы можно установить, что ухудшение качества деталей (из-за локальных утонений) обусловлено изменением по сравнению с областью $\lambda < 200$ условий распределения тангенциальных деформаций e_φ - в периферийных зонах (точки 5...9) изделий. В периферийной зоне при $\lambda > 200$ тангенциальные деформации близки к нулю или из сжимающих (при $\lambda < 200$) становятся растягивающими, способствующими возникновению локальных утонений. Неблагоприятный характер распределения деформаций при $\lambda > 200$ обусловлен возникновением гофров в сжато-растянутых (периферийных) участках заготовки (рис. 2). В результате этого невозможно (или весьма трудоемко) изготовление штамповкой в условиях плоского напряженного состояния изделий с $\lambda > 200$ и $\bar{f} < 0,2$. С повышением точностных требований к деталям технологические проблемы еще более возрастают из-за увеличения вероятности возникновения гофров, в то время как допуск на их величину весьма мал – меньше, чем на отклонение по диаметру.

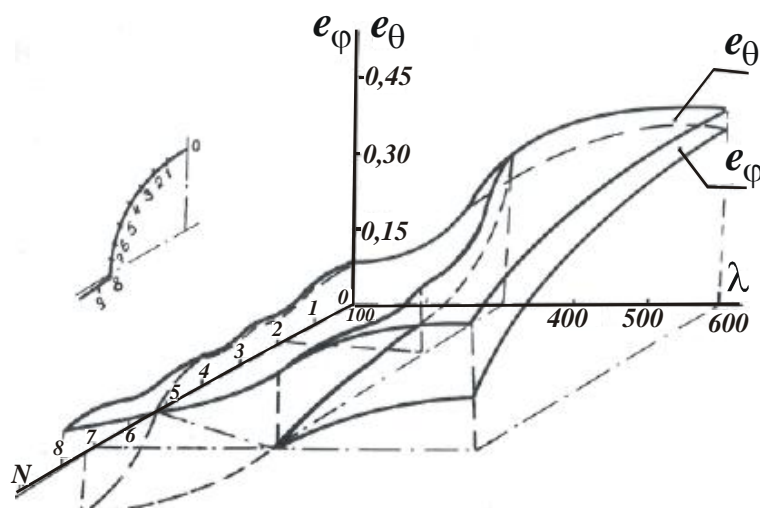


Рис. 2. Изменение деформированного состояния деталей при увеличении гибкости λ , e_θ , e_φ – меридиональные и тангенциальные деформации.

Поэтому для прогнозирования размеров, опасных для появления гофров, проведем оценку размеров зоны двухосного растяжения, за пределами которой возможно появление гофров (с вероятностью до 99 %).

В исходном состоянии деформированное состояние полуфабриката с погрешностью [3], не превышающей 5%, может быть определено как

$$e_\varphi = \frac{1}{2} \left(\frac{f_i}{r_{\bar{a}\bar{d}}} \right)^2 \cdot \left[1 - \left(\frac{r}{r_{\bar{a}\bar{d}}} \right)^2 \right], \quad (1)$$

$$e_\theta = \frac{1}{2} \left(\frac{f_i}{r_{\bar{a}\bar{d}}} \right)^2 \cdot \left[1 - \left(\frac{r}{r_{\bar{d}\bar{e}}} \right)^2 \right]. \quad (2)$$

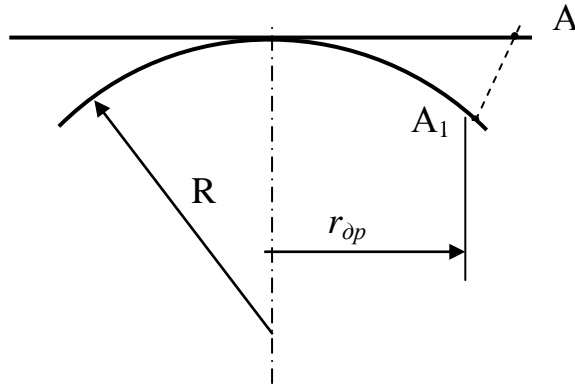


Рис. 3. Схема для определения размеров зоны двухосного растяжения.

Для оценки e_φ и возможной величины гофров на поверхности полуфабриката по заданным по условиям штамповки - раздачи его размерам (на 3 – 15% меньшими, чем размеры детали) можно определить величину радиуса зоны двухосного растяжения $r_{\ddot{a}\delta}$, используя схему (рис. 3). Считаем, что каждая точка A заготовки в результате изгибания и меридионального растяжения переходит в соответствующую точку A_1 . Установим, что на поверхности полуфабриката имеются две зоны, граница которых определяется радиусом $r_{\ddot{a}\delta}$. В купольной зоне возникает напряженное состояние, близкое к двухосному растяжению, а в периферийной – растяжению-сжатию. Размеры зоны двухосного растяжения определим из уравнений (3) и (4):

$$R \cdot \alpha_{\ddot{a}\delta} = r \cdot \left(1 + \frac{2}{3} e_\theta\right), \quad (3)$$

$$2\pi \cdot R \cdot \sin \alpha_{\ddot{a}\delta} = 2\pi \cdot R \cdot \left(1 + \frac{\sigma_r}{E}\right). \quad (4)$$

Исключив параметры r, R , получим

$$\frac{\alpha_{\ddot{a}\delta}}{\sin \alpha_{\ddot{a}\delta}} = \frac{1 + \frac{2}{3} e_\theta}{1 + \frac{\sigma_s}{E}}. \quad (5)$$

Из уравнения (5) определено максимально допустимое значение $\alpha_{\ddot{a}\delta}$:

$$\alpha_{\ddot{a}\delta} \leq \frac{\pi}{6} \cdot \frac{\left(1 + \frac{\sigma_s}{E}\right)}{\left(1 + \frac{2}{3} e_\theta\right)} \quad (6)$$

и могут быть найдены максимальные размеры зоны двухосного растяжения, задавая ее радиусом

$$r = r_{\ddot{a}\delta} = R \cdot \sin \alpha_{\ddot{a}\delta}. \quad (7)$$

Зная размеры зоны $r_{\ddot{a}\delta}$, можно более точно оценить качество штампуемых деталей (распределение и величину утонений, размеры сгофрировавшей зоны и величину гофров) и определить величину работы

пластической деформации.

Полученная зависимость (7) позволяет определить по уравнению (2) величину тангенциальной деформации. Зная размеры сжато-растянутых, опасных в смысле возникновения гофров, зон заготовки, как разность между радиусами деталей и зоны двухосного растяжения ($\Delta r = r_0 - r_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}}$), можно прогнозировать влияние размеров полуфабриката на качество изделий (возможную величину утонений в купольной части полуфабриката и величину гофров).

Выводы. Пространственная диаграмма может быть использована для создания технологической базы САПР технологического процесса штамповки с раздачей полуфабрикатов при изготовлении деталей сложной формы.

Список литературы

1. Горбунов М.Н. Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве летательных аппаратов / М.Н. Горбунов – М.: Машиностроение, 1970. – 230 с.
2. Романовский З.П. Справочник по холодной штамповке / З.П. Романовский. – Изд. 5-е. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782 с.
3. Исаченков Е.И. Штамповка резиной и жидкостью / Е.И. Исаченков. – М.: Машиностроение, 1967. – 376 с.
4. Мельников Э.Л. Холодная штамповка днищ / Э.Л. Мельников. – М.: Машиностроение, 1976. – 184 с.
5. Степанов В.Г. Гидровзрывная штамповка элементов судовых конструкций / В.Г. Степанов, П.М. Сипилин и др. – Л.: Судостроение, 1966. – 292 с.
6. Савченко Н.Ф. О проектировании техпроцессов гидровзрывной тонколистовой штамповки-вытяжки крупногабаритных деталей типа днищ / Н.Ф. Савченко // Импульсная обработка металлов давлением. Сб. статей под ред. В.К. Борисевича. – М.: Машиностроение, 1977. – С. 51-56.

Анотація

До розробки технології штампування з роздачею напівфабрикатів при виготовленні деталей складної форми

Досліджуються деякі питання проектування прогресивних технологій заготовельного виробництва

Abstract

By developing the technology with the distribution of semi-stamping at manufacture of parts of complex shape

We investigate some approaches to the development of advanced technologies in blank production