

УДК 621.7.044

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Савченко Н.Ф., канд. тех. наук, Гришко Н.М.

(г. Харьков, Украина)

Some features intensification of sheet punching of details of the complex(difficult) form are considered and the criteria of a choice of pulse technological processes are certain(determined).

Проблема изготовления крупногабаритных изделий, изготавливаемых цельноштампованными или составными в виде лепестков, обуславливает необходимость поиска энергоемких и безопасных технологий, интегрированных в существующие технологические системы.

При этом важнейшими задачами, стоящими перед технологией машиностроения, являются снижение веса изделий, улучшение их эксплуатационных и прочностных свойств, устранение доводочных работ, постепенное снижение доли малопроизводительных технологических процессов, таких, как выколотка, обкатка, штамповка на падающих молотах (или на прессах) заготовок и последующая их сборка в специальных приспособлениях.

Особенно трудоемко, как отмечают исследователи [1-3], получение крупногабаритных деталей (размерами более 1 м) и с малой относительной толщиной (или большой гибкостью, определяемой отношением ее диаметра или условного размера к толщине $\lambda > 100 \dots 200$). Еще более возрастают эти трудности при изготовлении подобных изделий из сверхпрочных сплавов при мелкосерийном производстве с частой сменой объекта производства. Это обусловлено отсутствием необходимого оборудования и высокой стоимостью оснастки при прессовой штамповке. Такие же проблемы возникают при изготовлении крупногабаритных деталей беспрессовыми методами, среди которых наиболее эффективно из-за малых капитальных затрат и по энергетическим соображениям применение импульсных технологических процессов, гидравлических и пневматических энергоносителей [1-3].

Вместе с тем, использование целого ряда прогрессивных методов штамповки, кроме трудностей, связанных с выбором оборудования и оснастки, ограничено при изготовлении тонкостенных крупногабаритных деталей возникновением гофров (рис.1) на поверхности деталей, способствующих возникновению чрезмерных локальных утонений, превышающих допустимые иногда в 1,5-2 раза. Поиск же эффективных методов интенсификации прогрессивных технологических процессов затрудняется из-за проблем, возникающих преимущественно из-за отсутствия методов и приемов управления процессом формообразования тонколистовых заготовок на различных стадиях их формоизменения (а не только на конечных) и предупреждения потери пластической устойчивости.

Среди изготавливаемых деталей двойной кривизны, имеющих осесимметричную или близкую к ней форму поверхности, большой удельный вес занимают днища, чашки, мембраны, различные обтекатели и им подобные изделия. Принципиальных отличий при их получении нет, поэтому можно ограничиться рассмотрением техпроцессов беспрессовой штамповки деталей типа днищ. Типовая технология изготовления деталей типа обшивок ($\bar{f} < 0,1$ и допустимым утонением $[e] < 0,2$) и днищ ($\bar{f} < 0,5$) включает две операции: предварительную формовку полуфабриката и его доштамповку в условиях двухосного растяжения [3].

Применение разработанного способа целесообразно при изготовлении разнообразных деталей обшивок, полупатрубок, зализов, днищ баков, обтекателей, кожухов и коробок.

Типовым представителем рассмотренной группы изделий можно считать детали типа днищ, изготовление которых имеет ряд особенностей, присущих другим типам изделий. По технологической сложности детали с $\lambda > 200$ можно разбить на четыре группы (по относительной глубине \bar{f}):

$$\bar{f} < 0,2, \quad \bar{f} > 0,2, \quad \bar{f} \leq 0,4 \quad \text{и} \quad \bar{f} > 0,4$$

Для деталей других групп количество штамповочных операций может быть увеличено до трех в зависимости от требований к характеру распределения утонений. Чем эти требования жестче, тем больше количество штамповочных переходов. Различают детали с (допустимым утонением 10% (обшивочные), 25% (детали баков) и 30% зализы, обтекатели и т.д.). Поэтому важнейшими задачами изготовления крупногабаритных деталей, например типа днищ, являющихся базовыми изделиями всевозможных по габаритам и назначению емкостей, а также специальных изделий, например типа спутниковых антенн или гелиоустановок, следует считать повышение точности получения деталей методами штамповки и разработку мероприятий по снижению материалоемкости изделий. Это может достигаться внедрением специальных методов штамповки с целенаправленным регулированием размеров зон деформации и их величины, а также обеспечением возможности искусственного повышения жесткости изделий без существенного увеличения стоимости оснастки.

Определяющими факторами при выборе методов интенсификации и проектировании рационального технологического процесса, учет которых необходим при листовой и особенно при тонколистовой штамповке, сле-

дует считать:

- 1) гибкость или относительную толщину детали;
- 2) относительную глубину штамповки, 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.

С этой целью при выборе методов интенсификации следует учитывать как общие, так и принципиальные отличия механизмов формообразования тонкостенных изделий методами высокоскоростной (импульсной, например, гидровзрывная, электрогидравлическая и др.) и статической (традиционные способы изготовления изделий на прессах, молотах и др.) штамповки.

Общие особенности проявляются в необходимости использования прижимных устройств и удаления с полости матрицы воздуха, искусственного предупреждения возникновения гофров в сжато-растянутых зонах заготовки.

Принципиальных отличий может быть значительно больше, так как следует учесть кратковременность процесса формообразования (менее 0,001...0,01 с), волновые эффекты, проявляющиеся в изменении формы образующей детали (конусность и локальные утонения стенок) и даже в просечке изделия в зоне радиуса закругления матрицы из-за «независимого» деформирования разножестких участков заготовки, причем более жестких в периферийных, фланцевых зонах.

Поэтому при разработке направлений интенсификации штамповки-вытяжки целесообразно исходить не только из положения, используемого в практике статической (прессовой и беспрессовой) штамповки, в соответствии с которым принимается, что штамповка детали осуществляется до исчерпания несущей способности заготовки в опасном сечении. В этом случае напряжения, возникающие в стенках изделия при его формоизменении не должны превышать предел прочности штампуемого материала:

$$\sigma_{шт} \leq \sigma_B \quad (1)$$

По сути, принимаемое условие отражает ограничение в штампуемости из-за достижения предельного состояния штампуемой заготовки в какой-то критический момент времени ее формообразования. Если использовать напрашивающийся вывод о том, что по соображениям интенсификации штамповки-вытяжки целесообразно искусственное снижение напряжений в опасном сечении $\sigma_{шт}$, то этим можно значительно сузить возможный объем мероприятий по расширению технологических возможностей штамповки-вытяжки как прогрессивного метода формообразования листовых и пространственных заготовок. Методы интенсификации в этих случаях могут ограничиваться использованием дифференцированного нагрева зон заготовки, штамповки с противодействием и искусственным увеличением сил, заталкивающих фланец заготовки в полость матрицы (фрикционная штамповка, увеличение до определенных пределов радиуса закругления кромки матричного кольца). При этом, исходя, например из условия (1), можно прийти к выводу о целесообразности обеспечения при импульсной штамповке мероприятий по снижению скорости деформирования, так как предельное значение напряжения в опасном сечении может оцениваться и как

$$\sigma_{шт} = E \cdot \rho c \cdot v_{шт},$$

где E – модуль упругости, а ρc – акустическая (динамическая жесткость), определяемая произведением плотности материала ρ заготовки на скорость звука c ; $v_{шт}$ – скорость смещения частиц деформируемого материала в опасном сечении.

Естественно, что при принятом допущении многие преимущества импульсных методов штамповки будут ограничены энергетическими соображениями, так как требование по снижению скорости деформирования приведет к искусственному уменьшению кинетической энергии инструмента, в качестве которого могут использоваться различные присоединенные массы, экраны, сама заготовка и передающая среда.

Поэтому при выборе методов интенсификации можно считать целесообразным использование и второго, расширяющего пределы выбора метода интенсификации, условия, сформулированного из энергетических соображений:

$$W_{дч} \geq W_{пз}, \quad (2)$$

Предложенное решение – штамповка с искусственным регулированием размеров зон деформации – позволяет снизить величину деформации в опасных зонах, а также искусственно увеличивать радиус закругления перетяжной кромки матричного кольца на первом, формообразующем, штамповочном переходе и увеличить тем самым скорость деформирования заготовки на 30...50 %. В результате может быть улучшено качество деталей. Также существенно повышается точность деталей (в пределах 11...12 квалитетов) по сравнению с известными методами статической и импульсной штамповки, где точностные показатели соответственно оцениваются 13 ... 15 квалитетами.

Таким образом, сформулированные подходы позволяют расширить комплекс мероприятий по интенсификации штамповки – вытяжки наиболее сложных в технологическом и экономическом отношениях изделий, большие габариты которых предполагают расширение области применения импульсных методов формоизменения.

Литература

1. Степанов В.Г., Сипилин П.М. и др. Гидровзрывная штамповка элементов судовых конструкций. Л.:

- Судостроение.1966.–292 с.
2. Савченко Н.Ф. О проектировании техпроцессов гидровзрывной тонколистовой штамповки-вытяжки крупногабаритных деталей типа днищ. Импульсная обработка металлов давлением. Сб. статей под ред. канд. техн. наук В.К. Борисевича. М.: Машиностроение. 1977. с.51-56.
 3. Мошнин Е.Н. Технология штамповки крупногабаритных деталей. М.: Машиностроение. 1973. –240 с.
 4. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1989. – 520 с.