

Основным оборудованием для накатывания профильных элементов являются автоматы и полуавтоматы двухроликковые профиленакатные. Они предназначены для накатки в холодном состоянии различных профилей, точных метрических, трапециидальных и других резьб, мелко модульных червяков, обкатывания (калибровки) цилиндрических и сферических деталей с целью упрочнения с ручной и автоматизированной подачей заготовок. Применяются как самостоятельные, так и в составе автоматических линий и автоматизированных комплексов. Технология накатывания профильных элементов заключается в следующем: накатываемый профиль на заготовке образуется в результате вдавливания выступов накатных роликов в цилиндрическую заготовку при принудительном одностороннем вращении роликов и радиальном перемещении одного из них под действием силы развиваемой гидроприводом. Заготовка при этом, находясь между роликами, будет вращаться под действием сил трения, возникающих при соприкосновении с ней роликов и возрастающих по мере внедрения профиля роликов в заготовку и образования на ней профиля.

Принятый технологический процесс накатки предопределил наличие в составе автомата двух основных рабочих механизмов: одного для обеспечения вращения роликов с регулируемой скоростью и второго – силового гидропривода, обеспечивающего регулируемое по величине и скорости перемещение правого ролика, а также создающего силу, необходимую для пластической деформации заготовки. Кроме того, в состав автоматов входят электропривод, устройство для опоры деталей в процессе накатки и механизмы для автоматизированной загрузки и выгрузки заготовок из рабочей зоны. Преимуществом данного технологического процесса является то, что он является технологией холодного формообразования, что в свою очередь обеспечивает улучшение механических характеристик: повышение твердости, прочности и пр., экономии материала в связи с отсутствием отходов, а также позволяет сократить время обработки изделия. В силу своей экономичности процесс накатывания широко применяется в автомобильной промышленности, производстве труб, нормалей, гидроаппаратуры, насосов, станкостроения и др.

УДК 539.374:621

#### **Сверхпластическая формовка трубных заготовок с функциональным рельефом**

Магистрант гр. 641541/40 Алексеев П.А.  
Магистрат гр. 641451/03 Туркин К.А.  
Магистрант гр. 641451/03 Семенова Р.О.  
Научный руководитель – Панченко Е.В.  
Тульский государственный университет  
г. Тула

Во многих отраслях машиностроения и авиастроения находят широкое применение оболочки замкнутого поперечного сечения, имеющие функциональный рельеф. К ним относятся трубчатые изделия, имеющие поперечные и продольные рифты, гофры постоянного и переменного сечения и др.

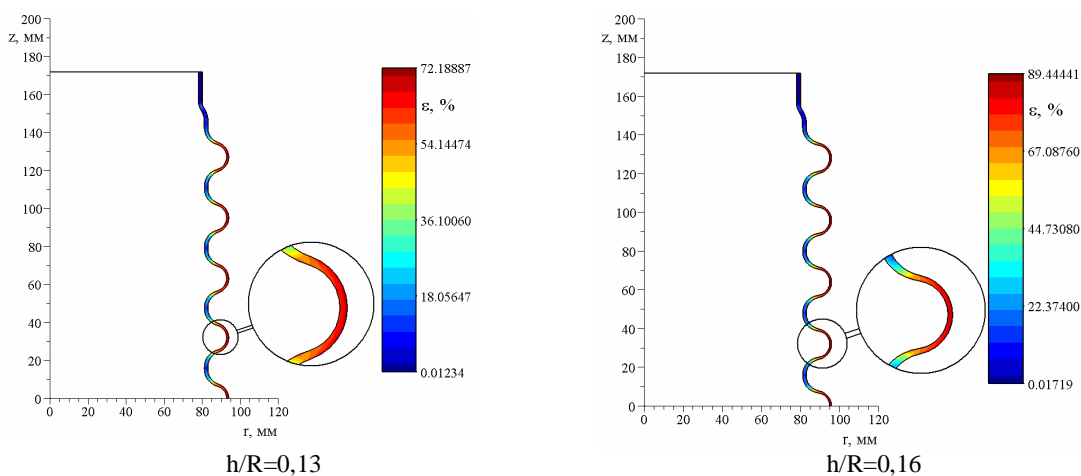
В ряде случаев эти оболочки должны быть изготовлены из высокопрочных труднодеформируемых сплавов (ВТЗ–1, ВТ6с, АМг6, АМг3 и др.). Применение методов холодного квазистатического деформирования (гидроформовка, штамповка резиной) и высокоскоростной штамповки (магнитно-импульсная и штамповка взрывом), вследствие малого ресурса пластичности, высокоэнергетических потребностей и других трудностей, может оказаться неэффективным, а иногда невозможным. Особенно эта проблема актуальна при получении крупногабаритных оболочек.

Применение сверхпластической формовки позволяет значительно повысить пластические свойства деформируемых сплавов, а также существенно сократить энергозатраты, что позволяет изготавливать детали как средних, так и крупных размеров.

В работе рассматривается процесс сверхпластической формовки поперечно-гофрированной оболочки из трубной заготовки (сплав АМг6). Исследование процесса выполнено теоретическим методом, основанным на методе конечных элементов (МКЭ), основных положениях механики деформируемого твердого тела и реологической модели сверхпластичного материала.

Моделирование исследуемого процесса проводили для оболочек с различными высотами поперечных гофр. Также при конечно-элементном моделировании для каждого случая формовки рассчитывалась программа нагружения, обеспечивающая процесс деформирования заготовок в режиме сверхпластичности. Критерием останова процесса моделирования являлось условие заполнения полости формообразующей матрицы.

На рис. 1 представлены формы, полученные при конечно-элементном моделировании для оболочек с относительными высотами гофр  $h/R=0,13$  и  $h/R=0,16$  ( $h$  – высота гофры;  $R$  – радиус впадины гофры).



h/R=0,13 h/R=0,16  
 Рисунок 1 – Конечные формы поперечно-гофрированных оболочек

Как видно из рис. 1, при получении гофрированной оболочки с  $h/R=0,13$  максимальная накопленная степень деформации (параметр Одквиста) составляет около 72,2 %, при  $h/R = 0,16$  – 89,4 %.

На рисунке 2 представлена программа нагружения давлением газовой среды трубной заготовки, которая была сформирована при математическом моделировании исследуемого процесса.

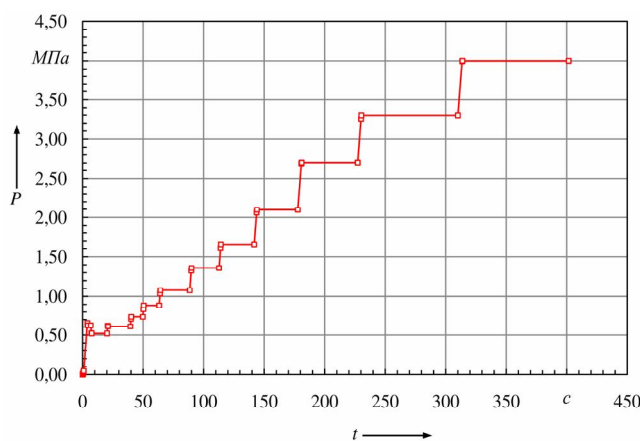


Рисунок 2 – Программа нагружения трубной заготовки при  $h/R=0,13$

Из рисунка 2 видно, что для получения детали заданной геометрии время формовки составляет около 7 минут, что характеризует производительность предлагаемого способа изготовления поперечно-гофрированных оболочек.

Таким образом, теоретические исследования процессов сверхпластической формовки поперечно-гофрированных оболочек позволили определить геометрические размеры будущих деталей, технологические параметры процессов формообразования и оценить напряженно-деформированные состояния заготовок при их формоизменении.