

ВЫТЯЖКА С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ НАГРЕВОМ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ

Анализ работ [1...3] показывает, что применение ультразвуковых колебаний интенсифицирует процесс вытяжки листовых материалов, увеличивая за один переход глубину вытянутых деталей в 1,3--2,0 раза. Большинство исследователей выдвигает в качестве объяснения эффекта ультразвуковой штамповки так называемый "тепловой эффект". По их мнению, увеличение предельной степени деформации вследствие воздействия ультразвука объясняется мгновенным нагревом заготовки в момент деформирования до температур, которые вызывают значительное уменьшение предела текучести материала.

В данной работе была поставлена задача выявить влияние нагрева на эффективность ультразвуковых колебаний. Для этого проведены эксперименты по вытяжке в ультразвуковом поле крутильных колебаний с предварительным нагревом заготовки, что позволило нейтрализовать влияние нагрева на повышение эффективности ультразвука.

Был изготовлен нагревательный элемент, представлявший собой каркас из огнеупорной глины, в пазах которого расположена спираль из нихромовой проволоки. Нагревательный элемент надевали на матрицу и осуществляли нагрев ее и заготовки до необходимой температуры. Температура заготовки фиксировалась с помощью пирометрического милливольтметра типа МПБ-46, сигнал на который подавался хромель-капельной термопарой, смонтированной в прижим таким образом, что осуществлялся непосредственный контакт рабочего конца термопары с заготовкой.

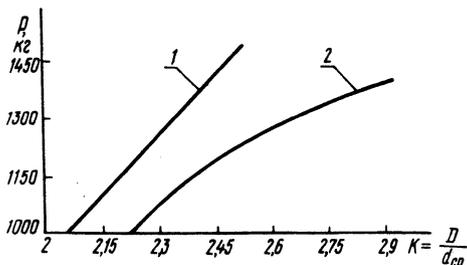


Рис. 1. Зависимость усилия вытяжки от степени деформации при вытяжке с предварительным нагревом заготовки из ст. Х18Н10Т: 1 — вытяжка без наложения колебаний; 2 — вытяжка с наложением колебаний, $A = 0,012$ мм.

На рис. 1 представлены результаты по исследованию предельной степени деформации при вытяжке с предварительным

нагревом заготовки из ст. X18H10T до температуры 130°C. Такая температура предварительного нагрева принята исходя из того, что нагрев заготовки в интервале температур 100–300°C и выше не ведет к повышению предельной степени деформации за переход для исследованной стали. Объясняется это тем, что при комнатной температуре пластическая деформация стали аустенитного класса X18H10T, поставляемой в закаленном состоянии, вызывает образование мартенсита. Этот процесс связан с возникновением при деформировании больших внутренних напряжений, упрочнением и потерей пластичности стали. Нагрев деформируемой стали выше определенной температуры (в данном случае выше 100–120°C) предотвращает процесс перехода $\zeta \rightarrow \alpha$ и сохраняет аустенитную структуру. Дальнейший нагрев нержавеющей стали до более высоких температур не дает улучшения пластичности и штампуемости.

Предельная степень вытяжки при деформировании с предварительным нагревом без применения ультразвука составила

$$K = D / d_{\text{ср}} = 2,5,$$

где D — диаметр заготовки; $d_{\text{ср}}$ — средний диаметр детали.

Деформирование в ультразвуковом поле крутильных колебаний без предварительного нагрева позволило получить степень деформации $K = 2,85$. Сравнение только этих результатов показывает большую перспективность применения ультразвука. Следует отметить, что принятые радиусы закругления матрицы ($r_{\text{м}}$) были наиболее оптимальными для каждого из этих процессов. Так, для вытяжки с предварительным нагревом брали $r_{\text{м}} = 8 S_0$, для вытяжки в ультразвуковом поле крутильных колебаний $r_{\text{м}} = 4 S_0$, где S_0 — толщина листа.

Проведены исследования и по определению предельной степени деформации при вытяжке в ультразвуковом поле крутильных колебаний с предварительным нагревом заготовки. Радиус матрицы вначале был принят равным $4 S_0$. Получена предельная степень вытяжки $K = 2,88$. Вытяжка с более высокими степенями деформации оказалась невозможной из-за отрыва стенок детали после втягивания ее в матрицу на определенную глубину. Увеличение радиуса матрицы до $r_{\text{м}} = 8 S_0$ позволило увеличить степень вытяжки до $K = 2,93$. Это же привело соответственно и к уменьшению усилия вытяжки.

Объясняется это тем, что при вытяжке с меньшим радиусом матрицы вследствие больших давлений на вытяжном радиусе матрицы и воздействия предварительного нагрева наблюдалось схватывание деформируемого металла с вытяжным инструментом. Это вызывало разрушение детали по вытяжному радиусу матрицы. Увеличение радиуса матрицы позволило уменьшить давления в этой области очага деформации, что дало возможность избавиться от подобного явления.

Резюме. Вытяжка с предварительным нагревом в ультразвуковом поле крутильных колебаний позволяет еще больше повысить предельную степень деформации по сравнению с вытяжкой без предварительного нагрева в ультразвуковом поле крутильных колебаний.

Нагрев заготовки в процессе деформации играет важную, хотя и не решающую роль в эффективности ультразвука.

Оптимальный радиус матрицы при вытяжке с предварительным нагревом в ультразвуковом поле составляет $8 S_0$.

Л и т е р а т у р а

1. Кособуцкий Б.С. Исследование процесса вытяжки листового материала с наложением ультразвуковых колебаний. Автореф.канд.дис. Минск, 1970.
2. Северденко В.П., Пашенко В.С., Скачко Ю.В. Влияние ультразвуковых крутильных колебаний на процесс вытяжки труднодеформируемых материалов. — В сб.: Прогрессивные методы современной штамповки. Кишинев, 1973.
3. Василевич В.И. Исследование процесса глубокой вытяжки с наложением ультразвуковых колебаний. Автореф.канд. дис. Минск, 1974.

УДК 621.983

И.Г. Добровольский, канд.техн.наук,
Т.В. Слободянюк

РОТАЦИОННОЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ИНСТРУМЕНТА

При определенных условиях и масштабах производства способ ротационного формообразования превосходит по производительности и экономичности штамповку на прессах. Однако при- сущие процессу высокие давления накладывают определенные