

Студент гр. 10402129 Радионов А.В.

Научный руководитель – Томило В.А.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

В современном машиностроении, изготовление большого количества изделий так или иначе связано с деформированием материала, которое в свою очередь несмотря на все положительные моменты, имеет свои ограничения и недостатки, ряд из которых возможно решить путем использования ультразвуковых колебаний во время процесса деформирования. Например, таких как:

- снижение напряжения текучести в очаге деформации;
- уменьшении коэффициента контактного трения при выдавливании.

В ходе процесса деформирования материала, замеры показывают, что амплитуда ускорений в ходе процесса деформирования хоть и повышается, но достаточно мало. Повышение ее среднего значения обусловлено увеличением собственной частоты колебательной системы под приложенными к ней внешними силами. Так же значительное влияние на частоту колебаний оказывает сама форма деформируемого образца. Так амплитуда продольных колебаний будет ниже в той заготовке, где в центре есть сквозное отверстие по сравнению с такой заготовкой, где такого отверстия нет, это обусловлено появлением дополнительной жесткости в центральной части заготовки.

На рисунках 1–2 предоставлены зависимости сил деформирования от ходов пуансона, полученных при процессе обратного выдавливания стаканов из материалов с разными степенями деформации и амплитудами интенсивности ультразвуковых напряжений в очаге деформирования. Для возможности сопоставления результатов во всех случаях амплитуда интенсивности ультразвуковых напряжений равна, т.е. амплитуда смещений в процессе экспериментов с использованием различных конструкций ультразвуковых колебательных систем поддерживалась на таком уровне, который обеспечивал указанную амплитуду напряжений в заготовке [1].

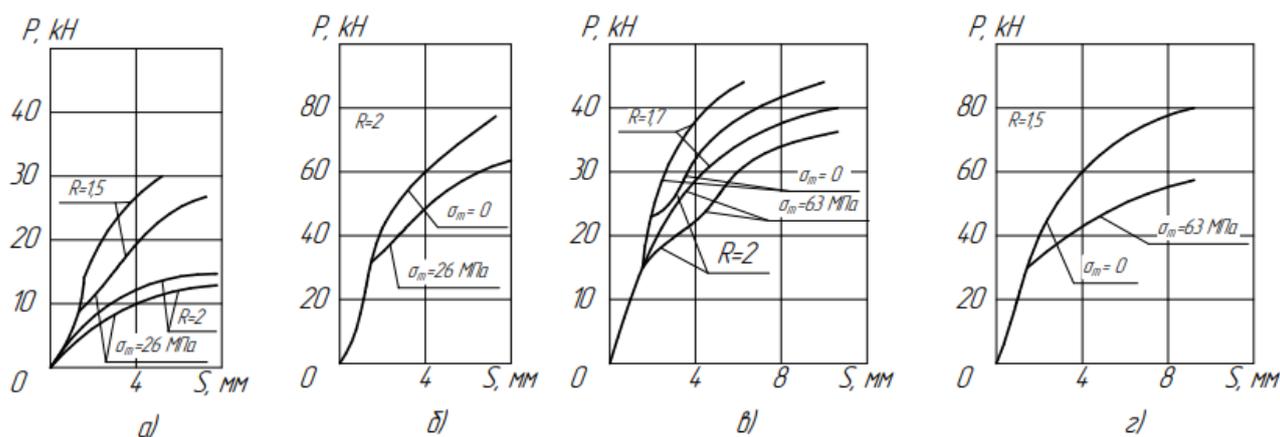


Рисунок 1 – Графики сил деформирования для обратного выдавливания:

а – сплав АД1; б – сплав Д16Т; в – медь М2 отожжённая; г – медь М2 не отожжённая

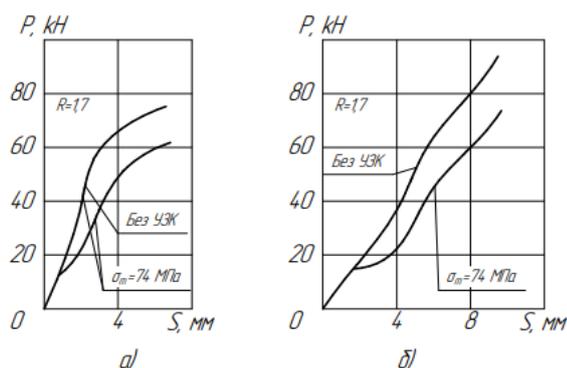


Рисунок 2 – Графики сил деформирования при наложении УЗК:
а – сталь Ст3; б – сталь 12X18H10T

Данные экспериментов показывают, что при одной и той же амплитуде радиальных смещений на границе с очагом деформации снижение силы деформирования для различных материалов различно. Наибольший эффект воздействия ультразвука наблюдается при выдавливании не отожжённой меди (снижение силы на 28 % по сравнению с обычным выдавливанием), наименьший дуралюмин Д16Т (снижение усилия 17 %).

При расчете силы выдавливания с УЗК напряжение текучести материала с учетом упрочнения зависят от амплитуды ультразвуковых напряжений. На основании экспериментального исследования найдена зависимость напряжения текучести материала σ'_s и A от амплитуды ультразвуковых напряжений σ_m , для дуралюмина Д16Т, меди М2 в отожженном и не отожжённом состояниях и стали 12X18H10T. Схема испытаний на растяжение с УЗК показана на рисунке – 3 [2].

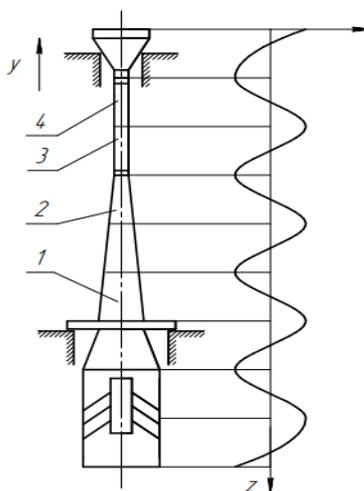


Рисунок 3 – Схема испытания на растяжение с УЗК:
1 – преобразователь; 2 – волновой концентратор; 3 – образец; 4 – отражатель

Акустическая развязка колебательной системы осуществляется за счет линейного контакта в месте перехода от отражателя к захватному органу испытательной машины. Перед началом испытаний необходимо построить тарировочный график, отражающий связь напряжения выхода генератора (при постоянном токе подмагничивания) с амплитудой ультразвуковых смещений на выходном торце конического волновода-концентратора. В экспериментах применяются образцы с рабочей частью диаметром 6 мм.

Длины концентратора и образцов после расчета уточняются экспериментально, они соответствуют половине длины волны продольных колебаний на частоте, являющейся

собственной для преобразователя. Затяжка резьбовых соединений образца с концентратором и отражателем осуществляется из условий сохранения акустического контакта в процессе растяжения. УЗК включается после предварительного нагружения образца усилием 1,5–2,0 кН.

Путем регулирования частоты генератора, система настраивается в резонанс, устанавливается требуемое напряжение выхода, а затем осуществляется процесс растяжения со скоростью $8,3 \cdot 10^{-4}$ м/с. При этом записывается индикаторная диаграмма растяжения.

Полученные в результате испытаний графики сила – ход перестраивается в истинное напряжение – истинная деформация, а затем строятся графики, выражающие зависимость коэффициентов σ'_s и A от амплитуды ультразвуковых напряжений (рисунок 4).

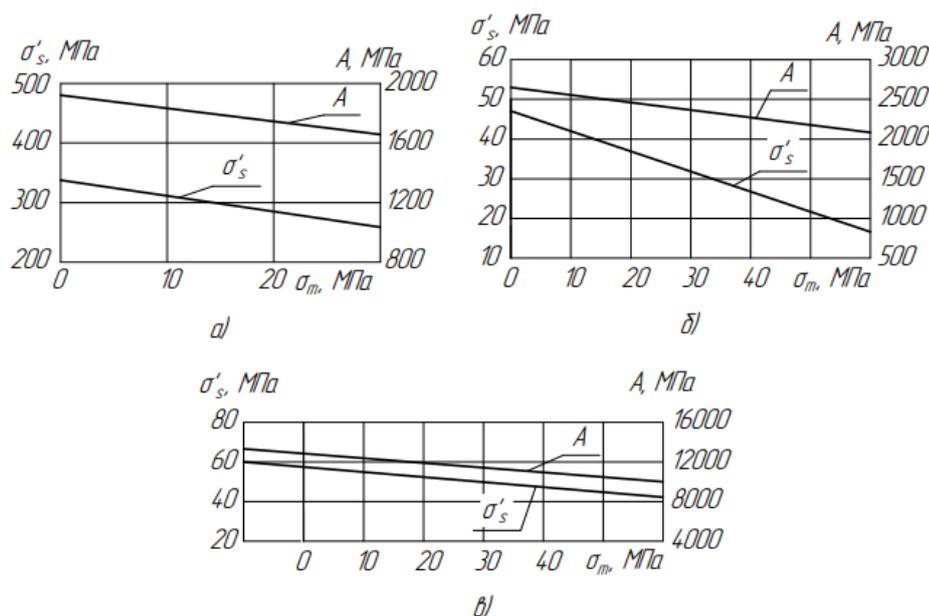


Рисунок 4 – Коэффициент σ'_s и A для:
а – сплава Д16Т; б – отожжённой меди М2; в – не отожженной меди М2

Используя полученные результаты, отмечается снижение напряжения текучести в очаге деформации при вычисленных амплитуде интенсивности ультразвуковых напряжений в заготовке и средневзвешенной интенсивности деформации в очаге. Определив на основании графиков, представленных на рисунке 4, σ_s для обычного деформирования и с ультразвуком, находится его снижение, которое соответствовало аналогичному снижению силы выдавливания в результате уменьшения напряжения текучести. Также отмечается изменение силы деформирования вследствие уменьшения коэффициента контактного трения.

Список использованных источников

1. Овчинников, А.Г. Основы теории штамповки выделыванием на прессах / А.Г. Овчинников. – М.: Машиностроение, 1983. – 200 с.
2. Мишулин, А.А. Опыт внедрения холодного выдавливания деталей / А.А. Мишулин, Л.М. Васютин // Кузнечно-штамповочное производство, 1976. – № 12. – с.5–6.