

УДК 621.961:621.9.048

О ВЛИЯНИИ АМПЛИТУДНО-СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ  
НА ПРОЦЕСС ВЫРУБКИ И ПРОБИВКИ

Применение ультразвуковых колебаний при вырубке и пробивке листовых материалов позволяет получить ряд положительных результатов, одним из которых является снижение статического усилия деформации [1,2]. В общем случае эффективность воздействия ультразвука на процесс пластической деформации определяется условиями ввода колебательной энергии в очаг деформации, прочностными и акустическими свойствами деформируемого материала, величиной амплитуды смещения и другими факторами [3]. Для процесса вырубki и пробивки характерным является то, что влияние как акустических, так и технологических параметров на снижение усилия деформации зависит от ее стадии, т.е. от хода пунсона. Например, величина амплитуды смещения будет уменьшаться определенным образом в процессе деформации из-за значительной расстройки волноводно-излучающей системы и возникающих при этом потерь колебательной энергии в пассивных элементах крепления волноводно-излучающей системы. В этом случае дать оценку эффективности снижения усилия деформации в зависимости от амплитуды смещения, учитывая характер ее изменения, представляется сложной задачей. Однако она разрешима, с достаточной для практики точностью если предположить, что характер амплитуды смещения  $A$  зависит от хода пунсона  $X$ . Тогда можно сказать, что имеют место два характерных ее значения  $A = A_0$  при  $X = 0$ , когда волноводно-излучающая система находится в свободном состоянии и  $A = A_{min}$  при  $X > 0$ , когда система нагружена. Вероятно, значение  $A_{min}$  является параметром, наиболее достоверно раскрывающим эффективность воздействия ультразвука на процесс пластической деформации по сравнению со значением  $A_0$ .

В данной работе проведено исследование характера и величины изменения амплитуды смещения на режущих кромках вырубного пунсона, возбуждаемого продольными колебаниями, и статического усилия деформации, а также установлена взаимосвязь этих параметров в разделительных операциях на примере вырубki и пробивки листовых материалов.

Для проведения исследований была собрана установка на базе

гидравлической машины с номинальным усилием 30 тс. В работе использовали генератор УЗГ-10-22, преобразователь ПМС-15А, датчик амплитуды смещения и силоизмерительное устройство.

Исследование характера и величины изменения амплитуды смещения заключалось в определении этих параметров в зависимости от хода пуансона при пробивке образцов из стали 20мп. Одновременно регистрировали изменение усилия деформации. Полученные данные показывают, что значение амплитуды смещения  $A$  резко уменьшается от  $A_0 = 0,025$  мм до  $A_{min} = 0,002$  мм, затем остается примерно постоянным на протяжении 80% хода пуансона и снова возрастает до исходного значения после завершения пробивки. Таким образом, процесс пластической деформации протекает при воздействии ультразвука с амплитудой смещения, равной 0,002 мм. При этом снижение усилия деформации составило 24%. Характерно, что резкое снижение амплитуды смещения наблюдается при усилиях деформации, больших 100 + 150 кгс, и сопровождается значительным увеличением частоты колебаний — на 1,5 + 2 кгц больше резонансной. Повидимому, это явление обусловлено увеличением скорости распространения ультразвука в звеньях волноводно-излучающей системы, подвергнутых статическому сжатию [4].

Исследование зависимости максимального усилия деформации от величины смещения, равной  $A_{min}$ , при пробивке образцов из стали 0,8 КП и алюминия А00 показывает, что с уменьшением величины  $A_{min}$  эффективность воздействия ультразвука падает. Так, для стали при  $A_{min} \leq 0,001$  мм снижения усилия не наблюдалось, в то время как при  $A_{min} = 0,006$  мм оно составило 62%. Аналогичная зависимость была установлена для алюминия, где максимальный эффект снижения усилия достигал 85% при  $A_{min} = 0,008$  мм и отсутствовал при  $A_{min} \leq 0,0005$  мм. В ходе исследований было также установлено, что удельное сопротивление срезу значительно уменьшается при увеличении  $A_{min}$ .

Однако увеличение  $A_{min}$  выше предельных значений (0,008-0,010мм) связано с известными трудностями и может быть достигнуто в определенных условиях, которые в настоящее время исследуются. Полученные результаты показывают целесообразность таких исследований и перспективность применения ультразвука в процессе вырубки и пробивки.

## Л и т е р а т у р а

1. Северденко В.Л., Пащенко В.С., Баранов И.С. "Промышленность Белоруссии", 1970, № 12.
2. Северденко В.Л., Шустер Я.Б. "Изв. АН БССР" сер. физико-технич.наук, № 3, 1970.
3. Источники мощного ультразвука. Физика и техника мощного ультразвука. Под общ.ред. Л.Д.Розенберга. М., "Наука", 1967.
4. Бражников Н.И. Ультразвуковые методы. М., "Энергия", 1965.