

## К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ МАТРИЦ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ УДАРНОМ ПРЕССОВАНИИ

Высокоскоростное ударное прессование обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с прессованием в обычных условиях. В связи с этим необходимы всесторонние исследования как по выявлению особенностей протекания процесса, так и по качеству прессованных изделий.

В настоящей работе ставилась принципиальная задача – установить влияние профиля матричной воронки на характер течения металла и распределения деформаций в прессованных изделиях, а также на качество их поверхности.

В экспериментах использовались плоские матрицы ( $\alpha = 180^\circ$ ), матрицы с конической 1, выпуклой 2 и вогнутой 3 воронками (рис. 1). Криволинейные профили воронок задавались дугой с радиусом, равным половине диаметра контейнера:

$$R = \frac{D_k}{2}.$$

Исследования проводились при прессовании стержней из отожженного малопластичного Al-сплава АК6 без предварительного нагрева образцов на гидропрессе со скоростью перемещения траверсы 0,005 м/с и на пороховой установке – с начальной скоростью пуансона-бойка до 96 м/с. Использовались составные образцы диаметром 40 мм и длиной 80 мм, на меридиональную плоскость которых наносилась координатная сетка с шагом 4 мм. В качестве смазки применялась смесь машинного масла с графитом (50% + 50%).

Характер течения металла оценивался по искажению координатной сетки в деформированном состоянии и по величине сдвиговой деформации в объеме отпрессованных стержней.

Сдвиговая деформация определялась величиной тангенса угла наклона касательной ( $\tan \gamma$ ) к поперечной линии координатной сетки в деформированном состоянии.

Анализ данных эксперимента показывает, что как при низкоскоростном, так и при высокоскоростном прессовании наибольшую сдвиговую деформацию из всех исследуемых обеспечивает плоская матрица (рис. 1). Причем как в одном, так и в другом случае характер распределения деформации в поперечном сечении стержней близок к параболическому. Величина деформации, за исключением периферийных слоев, практически одинакова.

К существенным особенностям высокоскоростного прессования следует отнести отсутствие застойных зон и уменьшение очага деформации при прессовании через плоскую матрицу.

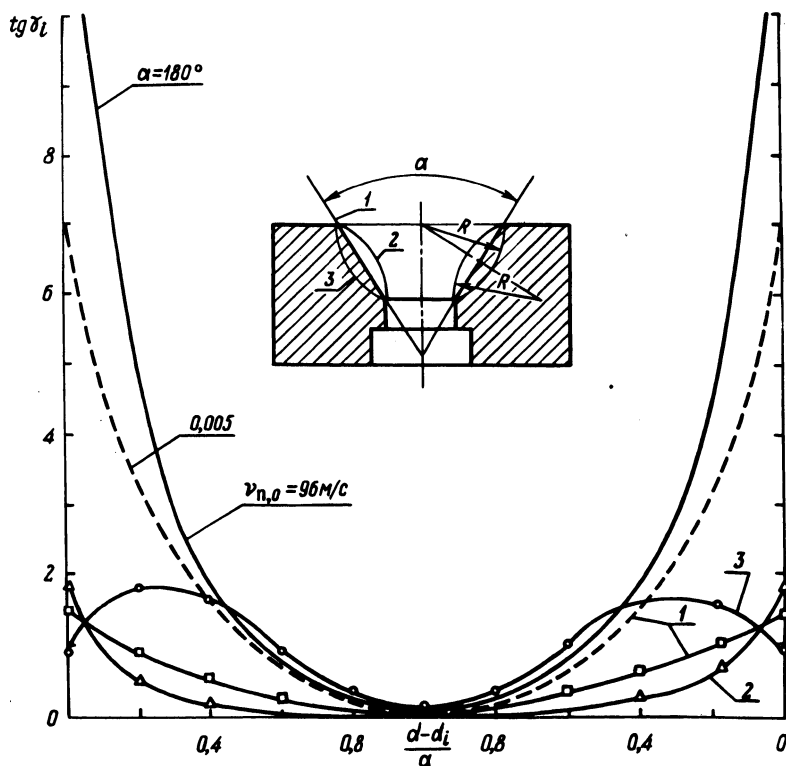


Рис. 1. Распределение сдвиговой деформации в поперечном сечении отпрессованных стержней (кривые 1, 2, 3 соответствуют обозначению матриц,  $\lambda = 3$ );  $d$  — наружный диаметр отпрессованного стержня;  $d_i$  — диаметр, на котором лежит исследуемая точка;  $\lambda$  — вытяжка.

Прессование через матрицу с конической, выпуклой и вогнутой воронками на гидропрессе показывает, что все они уменьшают сдвиговую деформацию, но не меняют общий характер ее распределения по поперечному сечению. Незначительно отличается и величина деформации.

Увеличение скорости деформирования приводит к существенному изменению деформации как по величине, так и по характеру ее распределения в поперечном сечении отпрессованных стержней. Так, если для конической матрицы характер распределения деформации можно аппроксимировать параболическим законом, то при прессовании через матрицу с вогнутой воронкой отмечается ее увеличение во внутренних и некоторое умень-

шение в периферийных слоях. Характер распределения деформации по направлению к пресс-остатку не меняется.

Значительное различие в характере распределения деформации дает выпуклый профиль матричной воронки: сдвиговая деформация локализуется в периферийных слоях толщиной примерно  $2/5$  радиуса отпрессованного стержня и практически отсутствует в центральных слоях. Это способствует разогреву поверхностных слоев и тем самым увеличению пластичности прессуемого металла.

Выпуклый профиль матричной воронки обуславливает заметное различие и в характере течения металла. Если проследить за характером искажения поперечной линии координатной сетки, то она меняется от W-образной у переднего торца стержня до дугообразной у пресс-остатка, сохраняя практически одинаковую высоту ветвей.

Такой характер искажения поперечной линии координатной сетки указывает на то, что контактные условия в процессе высокоскоростного прессования существенно не изменяются. При этом в начале истечения центральные кольцевые слои заготовки в очаге деформации имеют меньшую скорость перемещения, чем слои, к ним прилегающие. По мере прессования скорости их уравниваются, а затем центральные слои перемещаются с большей скоростью по отношению к наружным.

Данную картину течения металла, видимо, можно объяснить действием нормальных и тангенциальных сил инерции в очаге деформации и особенно на выходе из него. Величина этих сил зависит как от интенсивности затухания скорости пуансона-бойка, так и от траектории частиц, которые задает исходный профиль матричной воронки.

Под действием сил инерции может происходить внеконтактное истечение, которое заметно проявляется в начале истечения для матриц с вогнутой воронкой.

Эксперименты показали, что выпуклый профиль матричной воронки дает возможность устранить характерный для прессования со скоростями порядка 100 м/с вид брака – мелкие "шейки".

Таким образом, приведенные выше данные позволяют утверждать, что выпуклый профиль матричной воронки является наиболее оптимальным для высокоскоростного прессования.

Следует отметить и то, что при высокоскоростном прессовании матрицы находятся в значительно лучших условиях работы, чем при обычном прессовании. Это прежде всего связано с улучшением условий трения и уменьшением удельных энергий прессования. Внеконтактное истечение, которое имеет место при высокоскоростном прессовании, существенно уменьшает износ матрицы.