

УДК 621.777.01

С.Н.Сыщикова (6 курс, каф. МиТОМД), В.В.Рис, д.т.н., проф., А.О.Просторова, к.т.н., доц.

АНАЛИЗ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РАВНОКАНАЛЬНОГО УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ

Перспективным путем улучшения технологических и эксплуатационных свойств металлических материалов является формирование в них нанокристаллической структуры с размером зерен 100-500 нм. Наноструктурные материалы обладают целым рядом свойств, которые имеют непосредственный практический интерес [1, 2]. В частности, прочностные свойства материала в наноструктурном состоянии в 2-3 раза выше прочностных свойств материалов с обычной структурой. Также очень важно и то, что материал с ультрамелким зерном можно обрабатывать в режиме сверхпластичности. Технологии сверхпластичности позволяют производить формообразование деталей самой сложной формы, в том числе и такую, какую нельзя получить обычными методами формообразования. Известно несколько методов получения наноструктурных материалов. Наиболее эффективные из них – методы интенсивной объемной пластической деформации, среди которых перспективным в плане практической реализации является метод равноканального углового прессования (РКУП) (рис.1). Процесс РКУП характеризуется равенством поперечного сечения как вертикального канала, так и располагающегося под углом к этому каналу другого канала, благодаря чему можно в процессе деформирования реализовать схему простого сдвига, осуществить без изменения поперечного сечения заготовки однородные деформации и получить материал с ультрамелким зерном.

Цель работы – совершенствование методики расчета силовых параметров процесса РКУП, необходимых для проектирования инструмента и выбора соответствующего оборудования.

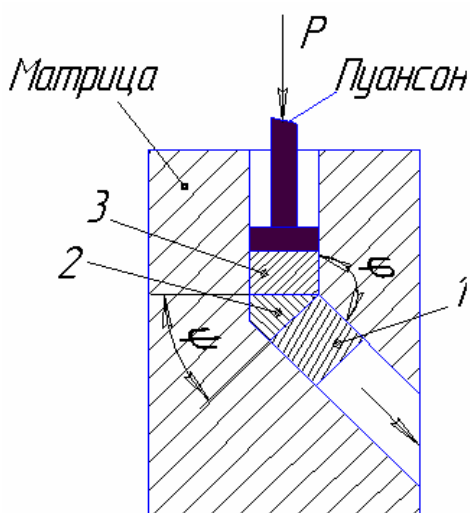


Рис.1. Схема равноканального углового прессования

При анализе процесса рассматриваем три участка на матрице (рис. 1): выходной участок 1; участок 2, на котором происходит основная деформация заготовки; участок 3, являющийся приемником исходной заготовки. Обзор литературы показал, что при расчете усилия РКУП не учитывают силы контактного трения на участках 1 и 3.

При учете сил трения на выходном участке 1 примем максимально возможное значение нормального контактного напряжения σ на стенках канала матрицы: $\sigma = \sigma_s$, где σ_s – напряжение текучести материала заготовки. Касательные напряжения τ на стенках полости матрицы $\tau = \mu * \sigma_s$, где μ – коэффициент (фактор) трения. Тогда величину удельного усилия на пуансоне, необходимую для преодоления сил контактного трения на участке 1, можно представить в виде:

$$\rho_1 = \frac{\mu * \sigma_s * E * L_1 * \cos(\varphi/2)}{F}, \text{ где } E \text{ – периметр}$$

поперечного сечения канала матрицы; L_1 – длина контакта заготовки со стенками матрицы

на участке 1; φ - угол между осью канала матрицы на участке 1 и направлением движения пуансона; F – площадь поперечного сечения канала матрицы.

Величину удельного усилия на пуансоне, необходимую для осуществления деформации на участке 2, определяем по известной формуле [1]:

$$\rho_2 = \sigma_s * \left[\frac{2 * \operatorname{ctg}(\varphi/2 + \psi/2) + \psi * \operatorname{cosec}(\varphi/2 + \psi/2)}{\sqrt{3}} \right].$$

Оценку сил контактного трения на участке 3 приемника матрицы сделаем подобно тому, как это предложено в работе [3] при анализе операции прямого выдавливания. Принимаем напряжение трения на поверхности контакта заготовки со стенками полости матрицы на участке 3 постоянным и равным $0,5\sigma_s$. Тогда величина удельного усилия на пуансоне, необходимая для преодоления сил трения на участке приемника матрицы равна

$$\rho_3 = \frac{0.5 * \sigma_s * E * L_3}{F}, \text{ где } L_3 \text{ – длина контакта заготовки со стенкой матрицы на участке 3.}$$

Удельное усилие на пуансоне, необходимое как для осуществления основной деформации на участке 2, так и для преодоления сил трения на участках 1,3 матрицы, равно: $\rho = \rho_1 + \rho_2 + \rho_3$, где ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 – определяются по выше приведенным формулам. Величина общего деформирующего усилия на пуансоне $P = \rho * F$.

Расчеты деформирующего усилия процесса РКУП, проведенные по предложенным формулам показали, что силы трения на участках 1 и 3 матрицы оказывают существенное влияние на силовые параметры процесса. Значения удельного усилия ρ , полученные при расчетах с учетом сил трения, могут быть, в зависимости от величин μ , L_1 , L_3 , в несколько раз больше значений ρ , рассчитанных без учета сил трения на выходном участке матрицы и в приемнике матрицы.

Таким образом, в работе предложены формулы для расчета силовых параметров процесса РКУП, учитывающие силы контактного трения на участке приемника матрицы и выходном участке матрицы. Эти формулы могут быть использованы при проектировании инструментальной оснастки и выборе оборудования для реализации процесса равноканального углового прессования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. – М.: Логос, 2000.-272с.
2. Рааб Г.И., Валиев Р.З. Равноканальное угловое прессование труднодеформируемых материалов // Кузнечно-штамповочное производство.2001,№4, С. 23-27.
3. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением.- М.: Машиностроение, 1977.-424с.