

Лаппо С.А.

Научные руководители: Качанов И.В., Власов В.В.

*Белорусский национальный технический университет***ОПТИМИЗАЦИЯ СИЛОВОГО РЕЖИМА ПРИ СКОРОСТНОМ  
УДАРНОМ ВЫДАВЛИВАНИИ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ  
СТЕРЖНЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Для реализации высокопроизводительных, энерго- и ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих получение готовой продукции с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами можно отнести процесс скоростного горячего выдавливания (СГВ), создающий эффективные условия для обработки малопластичных и труднодеформируемых материалов, широко используемых в различных отраслях промышленности, тяжелое машиностроение, включая инструментальное производство. Эффективность СГВ дополнительно возрастает при изготовлении би- и триметаллического стержневого инструмента (толкателей, пуансонов, и т. д.) в режиме высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО) [1, 2].

Однако для промышленного внедрения таких техпроцессов нужны сведения об оптимальных силовых режимах формоизменения, пиковых нагрузках, действующих на инструмент, что необходимо для расчета оптимальной энергии удара и подбора оборудования, способного развить данную энергию.

Рассмотрев известные решения, применительно к процессам как стационарного [3], так и нестационарного [4] скоростного прессования полосы, через клиновую матрицу, приведенных в работах [3,4], установлена возможность провести расчет осесимметричной деформации (ОД). Для реализации перехода к ОД авторы этих работ рассматривали осесимметричную деформацию как суперпозицию двух переходов плоской деформации, реализуемых по схеме «круг-эллипс» и «эллипс-круг» в первом и втором переходах соответственно.

При этом считалось, что на первом переходе из цилиндрической заготовки диаметром  $D=2R$  ( $R$ -радиус заготовки) выдавливается стержень эллиптического сечения с параметрами осей  $D=2R$  (большая ось) и  $d=2r$  (малая ось) (рис. 1а). На втором переходе эллиптическая заготовка деформируется через круглое отверстие и превращается в цилиндрический пруток диаметром  $d=2r$  (рис. 1б).

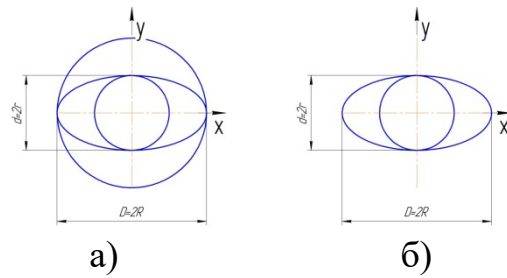


Рис. 1. Два перехода плоской деформации, реализуемые по схеме «круг-эллипс» (а) и «эллипс-круг» (б) для моделирования формообразования в условиях ОД

Однако расчет по указанной схеме является нерациональным, так как требует больших затрат времени на проведение конечных уравнений.

Поэтому для установления силового режима осесимметричной деформации предлагается использовать теорию процесса СГВ методом верхней оценки, применительно к получению плоскоступенчатой детали квадратного сечения, эквивалентного по площади круглому, со сторонами ступеней  $a_1, a_2, a_3$  из исходной заготовки квадратного сечения со стороной квадрата  $A$  и длиной заготовки  $L_3$ .

В результате усилие  $P_{n,1}$ , действующее на пуансон при выдавливании заготовки квадратного сечения из контейнера, через клиновую матрицу, можно определить по формуле:

$$P_{n,1} = \frac{A^2 \left\{ K \left[ F_1(\lambda_1 \mu_1 \alpha) + 4\mu \left( \frac{L'_3}{A} + \frac{\lambda_1^2 h_{n_1}}{A} - \frac{h_{n_1}}{A} \right) \right] + \rho V_{01}^2 [F_1(\lambda_1 \mu_1 \alpha)] \right\} M}{M + \rho A^3 \left[ F_3(\lambda_1 \mu_1 \alpha) + \frac{L'_3}{A} + \frac{\lambda_1^2 h_{n_1}}{A} - \frac{h_{n_1}}{A} \right]} \quad (1)$$

Разделив левую и правую части полученного выражения на площадь заготовки с квадратным сечением ( $S_3=A_2$ ) получим выражение для расчета удельного усилия, действующего на пуансон при формоизменении заготовки в  $ОД_1$

$$p_{n,1} = \frac{K \left[ F_1(\lambda_1 \mu_1 \alpha) + 4\mu \left( \frac{L'_3}{A} + \frac{\lambda_1^2 h_{n_1}}{A} - \frac{h_{n_1}}{A} \right) \right] + \rho V_{01}^2 [F_2(\lambda_1 \mu_1 \alpha)]}{\left\{ 1 + \rho A^3 \left[ F_3(\lambda_1 \mu_1 \alpha) + \frac{L'_3}{A} + \frac{\lambda_1^2 h_{n_1}}{A} - \frac{h_{n_1}}{A} \right] \right\} * M^{-1}} \quad (2)$$

Из анализа выражений (2 и 3) видно, что на величину усилия  $P_{n,1}$  и удельного усилия  $p_{n,1}$  влияют силы внутреннего сопротивления на поверхностях разрыва трения, динамические напряжения на поверхностях разрыва скорости, а также действие сил инерции движения масс заготовки. Из выражения (3) видно, что с ростом массы стержневой части на выходе из  $ОД_1$  происходит снижение нагрузки, действующей на пуансон.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Качанов, И. В. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий / И. В. Качанов; под ред. Л. А. Исаевича - Минск: Технопринт, 2002 - 327 с.
2. Качанов, И. В. Ресурсосберегающая технология скоростного горячего выдавливания биметаллического стержневого инструмента / И. В. Качанов, В. Н. Шарий, В. В. Власов // Наука и техника. – 2016. – Т. 15, № 1. – С. 3–9.
3. Томленов А.Д. Теория пластинчатого деформирования металлов / А.Д Томленов.- М: Металлургия, 1972. 408с.
4. Качанов И.В. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий / И.В. Качанов, - Мн: УП "Технопринт" , 2002. 327с.

Кочергин А.Ю., Левицкий А.А.

Научный руководитель: Ивашечкин В.В.,

*Белорусский национальный технический университет*

### **ПРИМЕНЕНИЕ ВЗРЫВНОЙ КАМЕРЫ С ВОЗДУШНЫМ КОЛПАКОМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОИМПУЛЬНО-РЕАГЕНТНОЙ ОБРАБОТКИ ФИЛЬТРОВ**

В процессе эксплуатации водозаборных скважин, опытным путем установлено, что их производительность и дренирующая способность со временем снижаются. Это вызвано зарастанием отверстий водоприемной части фильтра и пор прифильтровой зоны различными химическими соединениями. Для восстановления их проницаемости применяются различные методы, основанные на гидравлическом, импульсном, вибрационном, химическом воздействии. Однако, наиболее эффективным является совместное применение этих методов с последующей или одновременной реагентной обработкой.

Процессы растворения отложений (кольматанта), снижающих проницаемость прифильтровой зоны и водоприемной части фильтра, можно рассматривать как химические гетерогенные реакции [1, 2, 3], протекающие в несколько стадий. Суммарная скорость всего процесса растворения зависит от скорости отдельных стадий и определяющей является та, которая протекает медленнее остальных. Растворения кольматанта происходит в диффузионной области [2, 3]. Скорость при этом пропорциональна недостатку насыщения растворителя солями данного состава, величине удельной поверхности, на которой происходит химическая реакция растворения, температуре, типу реагента и факторам, зависящим от гидродинамических условий.