

## ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ТРИКУТНОГО КІНЕМАТИЧНОГО МОДУЛЯ З КРИВОЛІНІЙНОЮ СТОРОНОЮ НА ПИТОМИЙ ТИСК

Донбаська державна машинобудівна академія<sup>1</sup>,  
 Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова Національної академії наук України<sup>2</sup>

### Анотація

В роботі розглянуто можливість застосування трикутного кінематичного модуля з криволінійною стороною для моделювання процесу осесиметричного поперечного видавлювання. Показано вплив на приведенний тиск модуля параметру, що описує кривизну стінки модуля, та можливість його знаходження з використанням методів оптимізації.

**Ключові слова:** поперечне видавлювання, кінематичний модуль, кінематично можливе поле швидкостей, питоми тиск, параметр оптимізації.

Осесиметричне поперечне видавлювання є першою стадією процесу послідовного прямого видавлювання комбінованого з роздачею порожнистих виробів (рис. 1, а). Центральну зону осередку деформації 2 можна описати кінематичним модулем трикутної форми з опуклою криволінійною стороною, яка відповідає формі осередку деформації, визначеної експериментально [1, 2]. Схема процесу містить також жорстку зону 1 та зони 7 та 8, які є, відповідно, нижньою і верхньою напівматрицями. Для трикутного модуля 2 важливим є вибір форми криволінійної границі між ним і жорсткою зоною 1, яка переміщується вниз зі швидкістю  $V_0$ .

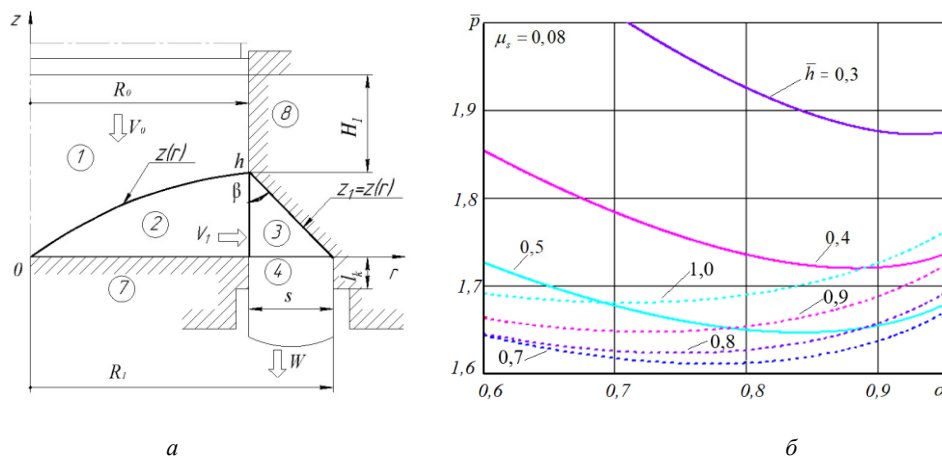


Рисунок 1 – Розрахункова схема процесу комбінованого прямого видавлювання з роздачею (а) та графіки залежності приведенного тиску від параметра  $\alpha$  при змінних значень відносної висоти  $\bar{h}$  (б)

Форму кривої  $z(r)$ , яка описує криволінійну верхню границю, визначали з умов безперервності нормальної компоненти швидкості на поверхні зрізу по обидва боки від неї і умови нестисненості металу [1]:

$$z(r) = \frac{h \cdot r^2}{R_1^2 \cdot (1 - \alpha) + \alpha \cdot r^2} \quad (1)$$

На основі кінематично можливого поля швидкостей (КМПШ) модуля та рівняння енергетичного балансу величина приведенного тиску приймає вигляд:

$$\bar{p}_1(\alpha) = \frac{N_{d2}(\alpha) + N_{c1-2}(\alpha) + N_{c2-3}(\alpha) + N_{t2-8}(\alpha)}{\pi \cdot \sigma_s \cdot V_0 \cdot R_0^2}, \quad (2)$$

де  $N_{d2}$  – потужність сил пластичного деформування в зоні 2,  $N_{c1-2}$ ,  $N_{c2-3}$  – потужності сил зрізу на поверхнях розриву швидкостей між зонами 1 і 2, 2 і 3 відповідно,  $N_{t2-8}$  – потужності сил контактної тертя заготовки з інструментом в площині матриці між зонами 2 та 8,  $\sigma_s$  – межа плинності.

За результатами розрахунків побудовано графіки залежності приведенного тиску  $\bar{p}_1$  від параметра оптимізації  $\alpha$  (рис. 1, б). Аналіз поведінки функції приведенного тиску  $\bar{p}_1$  підтверджує можливість оптимізації даної величини по параметру  $\alpha$  та використання трикутного кінематичного модуля з криволінійною стороною для побудови математичної моделі послідовного прямого видавлювання з роздачею. При цьому така можливість є характерною при різних співвідношеннях геометричних параметрів модуля і умов тертя.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Hrudkina N., Aliieva L., Markov O., Kartamyshev D., et al. Modeling the process of radial-direct extrusion with expansion using a triangular kinematic module, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 105. No. 3/1. P. 17–22, 2020. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203989>

2. Алиев И. С. Технологические возможности новых способов комбинированного выдавливания. *Кузнечно-штамповочное производство*. 1990. 2. С. 7–10.

**Алієв Іграмотдін Серажутдінович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри обробки металів тиском, Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, [igramaliev@gmail.com](mailto:igramaliev@gmail.com).

**Левченко Володимир Миколайович**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний інженер відділу поширення радіохвиль в природних середовищах, Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова Національної академії наук України, Харків, [goldangel271@gmail.com](mailto:goldangel271@gmail.com).

**Алієва Лейла Іграмотдіївна**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютеризованих дизайну і моделювання процесів і машин, Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, [leyliali2017@gmail.com](mailto:leyliali2017@gmail.com).

**Картамішев Дмитро Олександрович**, асистент кафедри автоматизації виробничих процесів, Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, [dima\\_kartamyshev@ukr.net](mailto:dima_kartamyshev@ukr.net).

#### THE INFLUENCE OF GEOMETRY OF THE TRIANGULAR KINEMATIC MODULE WITH CURVILINEAR SIDE ON THE UNIT PRESSURE

##### Abstract

*The thesis considers the possibility of using the triangular kinematic module with curvilinear side to simulating of the process of axisymmetric transversal extrusion. The influence of the parameter describing the curvature of the module wall on the unit module pressure and the possibility to find it using optimization methods were shown.*

**Keywords:** transversal extrusion, kinematic module, kinematically possible velocity field, unit pressure, optimization factor.

**Aliiev Igramotdin**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Metal Forming Department, Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, [igramaliev@gmail.com](mailto:igramaliev@gmail.com).

**Levchenko Volodymyr**, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Lead Engineer of Department of Radiowave Propagation in Natural Media, O.Ya. Usikov Institute for Radiophysics and Electronics National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, [goldangel271@gmail.com](mailto:goldangel271@gmail.com).

**Aliieva Leila**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Computer Design, Processes and Machine Simulation Department, Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, [leyliali2017@gmail.com](mailto:leyliali2017@gmail.com).

**Kartamyshev Dmytro**, Assistant of the Department of Manufacturing Processes and Automation Engineering, Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, [dima\\_kartamyshev@ukr.net](mailto:dima_kartamyshev@ukr.net).