

УДК 621.777.22.07

**EFFECT OF THE DEFORMATION ZONE
FOR POWER PARAMETERS OF THE EXTRUSION PROCESS
ВПЛИВ ВОГНИЩА ДЕФОРМАЦІЇ НА ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ
ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ**

Sviatskyi V.V. / Свяцький В.В.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-5889-8875

Central Ukrainian National University, Kropyvnytskyi, University ave. 8, 25006

Центральноукраїнський національний технічний університет,

м. Кіровоградський, проспект Університетський 8, 25006

Анотація. З аналізу поля ліній ковзання сталої стадії пресування через симетричну одноочкову матрицю запропоновано використовувати профіль матричної лійки, яка виконана по лінії ковзання, що розділяє пружну і пластичну зону. Результати теоретичних досліджень, комп'ютерного моделювання процесу прямого пресування за допомогою програмного комплексу Deform 2D/3D, аналіз експериментів показали, що оптимальні енергосилові умови досягаються при пресуванні через матрицю із профілем, виконаним по лінії ковзання.

Ключові слова: комп'ютерне моделювання, пресування, інструмент, екструзія, матриця, профіль.

Abstract. Based on the analysis of the slip lines field of the extrusion steady-stage through a symmetric single-hole matrix, it is proposed to use the matrix funnel profile made along the slip line separating the elastic and plastic zones. The results of theoretical studies, computer simulations of the direct pressing process using the Deform 2D/3D, and analysis of experiments showed that the optimal energy-force conditions are achieved by pressing through a matrix with a profile made along the slip line.

Key words: computer modeling, pressing, tool, extrusion, matrix, profile.

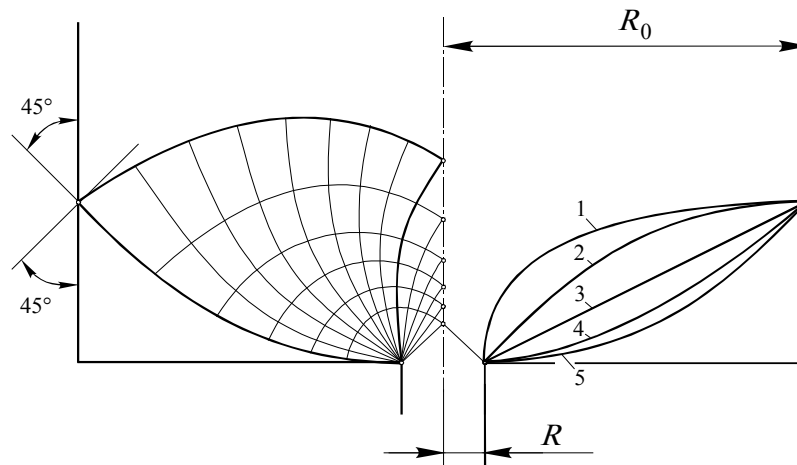
Вступ.

Оптимізація технологічних параметрів процесів пресування з метою одержання виробів з мінімальними енергосиловими параметрами має великий науковий і практичний інтерес. Напружений і деформований стан металу, а також розміри вогнища деформації при пресуванні суттєво залежать від конструкції інструмента і, зокрема, від форми матричної лійки. Проте, дотепер не існує єдиної точки зору про вплив геометрії вогнища деформації на енергосилові параметри процесу пресування металів.

Виклад основного матеріалу.

Проведене дослідження з визначення профілю матричної лійки на основі аналізу поля ліній ковзання сталої стадії пресування через симетричну одноканальну матрицю [1]. За допомогою комп'ютерного моделювання прямого пресування сплаву AD1 ГОСТ 4784-97 із величиною витяжки $\mu = 81$ та зі швидкістю деформації 1 мм/сек досліджувалися такі типи профілів (рис. 1) матричних лійок [2]: матриця, форма якої відповідає усіченому конусу; увігнутий профіль, побудований по циклоїді з радіусом $R_{\text{ц}}$ виходячи з умови найбільшої рівномірності пластичного течії металу в матричній лійки; опуклий профіль, побудований по експоненті, аргументований умовою сталості логарифмічної деформації λ_z на одиницю висоти матричної лійки; опуклий

профіль, обґрунтований умовою забезпечення сталості усередненої швидкості деформації по висоті матричної лійки; матриця, профіль якої виконаний по лінії ковзання, що відокремлює пластичну зону від пружної сталої стадії пресування.



1 – перша випукла логарифмічна; 2 – друга випукла логарифмічна; 3 – конусна;
4 – увігнута по циклоїді; 5 – увігнута по лінії ковзання

Рис. 1. Профілі матричних лійок

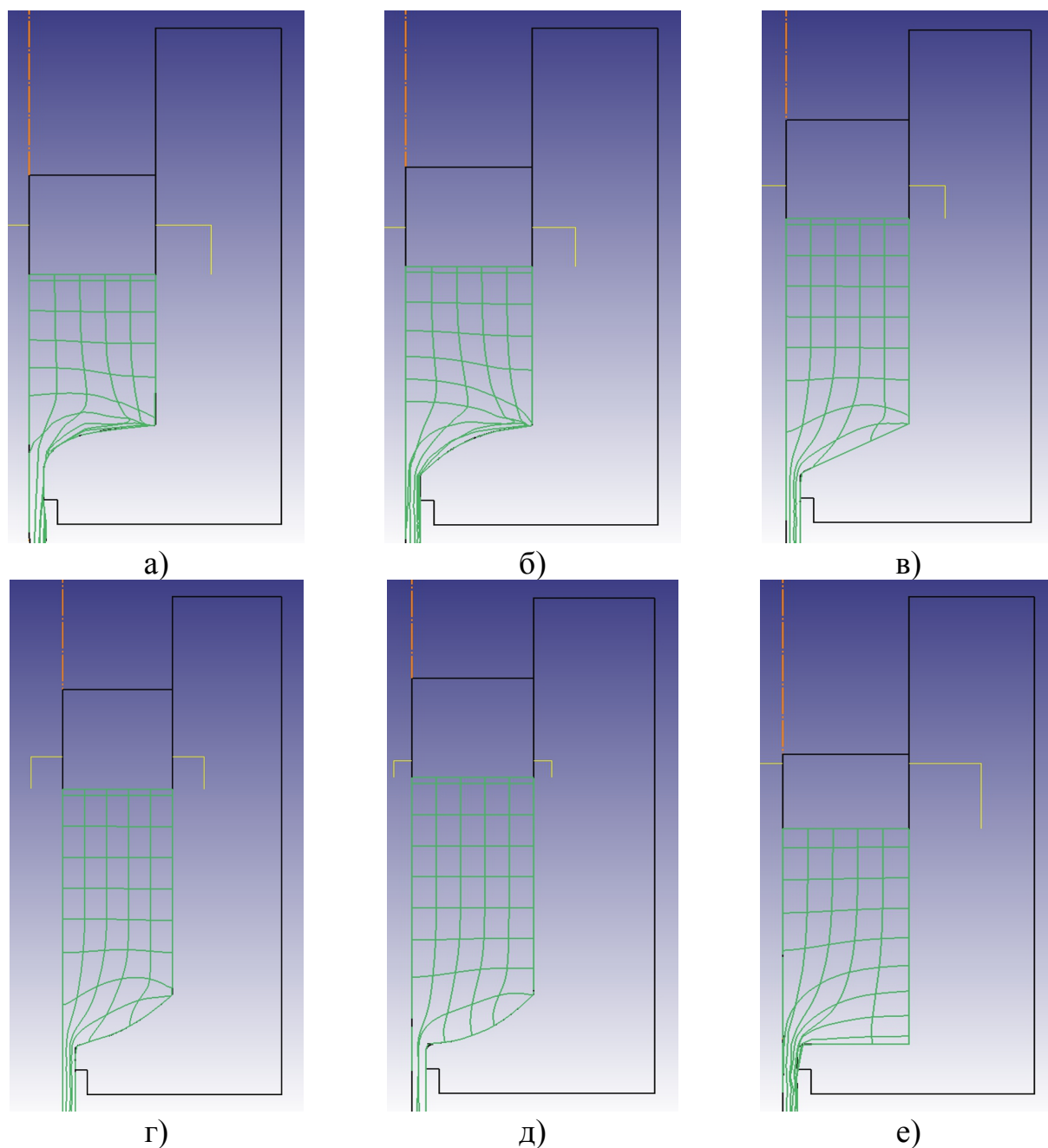
Авторська розробка

Аналіз комп'ютерного моделювання за допомогою програмного комплексу Deform 2D/3D силових параметрів пресування показав суттєву перевагу увігнутих профілів матриць щодо інших профілів [3, 4]. При пресуванні через матрицю, профіль якої виконаний по лінії ковзання, що відокремлює пластичну зону від пружної, відзначені найменші енергосилові витрати в порівнянні із іншими профілями матриць (рис. 2 – 3).

Величину спрацювання інструменту оцінювали за моделлю Рейе-Арчарда-Хрущова, яка заснована на теорії контакту з нерівностями і використовується для опису спрацювання ковзання [5]. Спрацювання контактної поверхні матричної лійки при цьому є функцією від тиску пресування на границі поділу "інструмент – заготовка", швидкості ковзання, твердості матеріалу матриці та часу технологічної операції. Відзначено, що найбільше значення спрацювання є характерним для опуклих профілів інструменту (рис. 4, а), мінімальних – для увігнутої по лінії ковзання матричну лійку (рис. 4, б).

Експериментальна перевірка теоретичних положень проводилася нами при пресуванні дискретних тіл (гранул). Особливості характеру течії гранул, наявність міжгранулярного контактного тертя дає можливість більш переконливо показати розподіл результуючих деформацій у вогнищі пресування [6]. Загальний вид прес-залишків свідчить про те, що форма матричної лійки суттєво впливає на розміри вогнища деформації і розподіл результуючих деформацій у випресовці. Аналіз деформацій гранул показує, що для увігнутих лійок є характерним викривлення вертикальних вісей дискретних частинок. Такі викривлення зменшуються до осі симетрії. При виході з вогнища

деформації спостерігається різка зміна напрямків ліній течії дискретних частинок. Відзначено, що для опуклих лійок площа вогнища деформації є найбільшою; для конічних течія металу є близькою до радіальної в напрямку усіченого конуса.



а – перша випукла логарифмічна; б – друга випукла логарифмічна; в – конусна; г – увігнута по циклоїді; д – увігнута по лінії ковзання, е – прямокутна

Рис. 2. Викривлення координатної сітки для сталої стадії пресування через різні типи матричних лійок

Авторська розробка

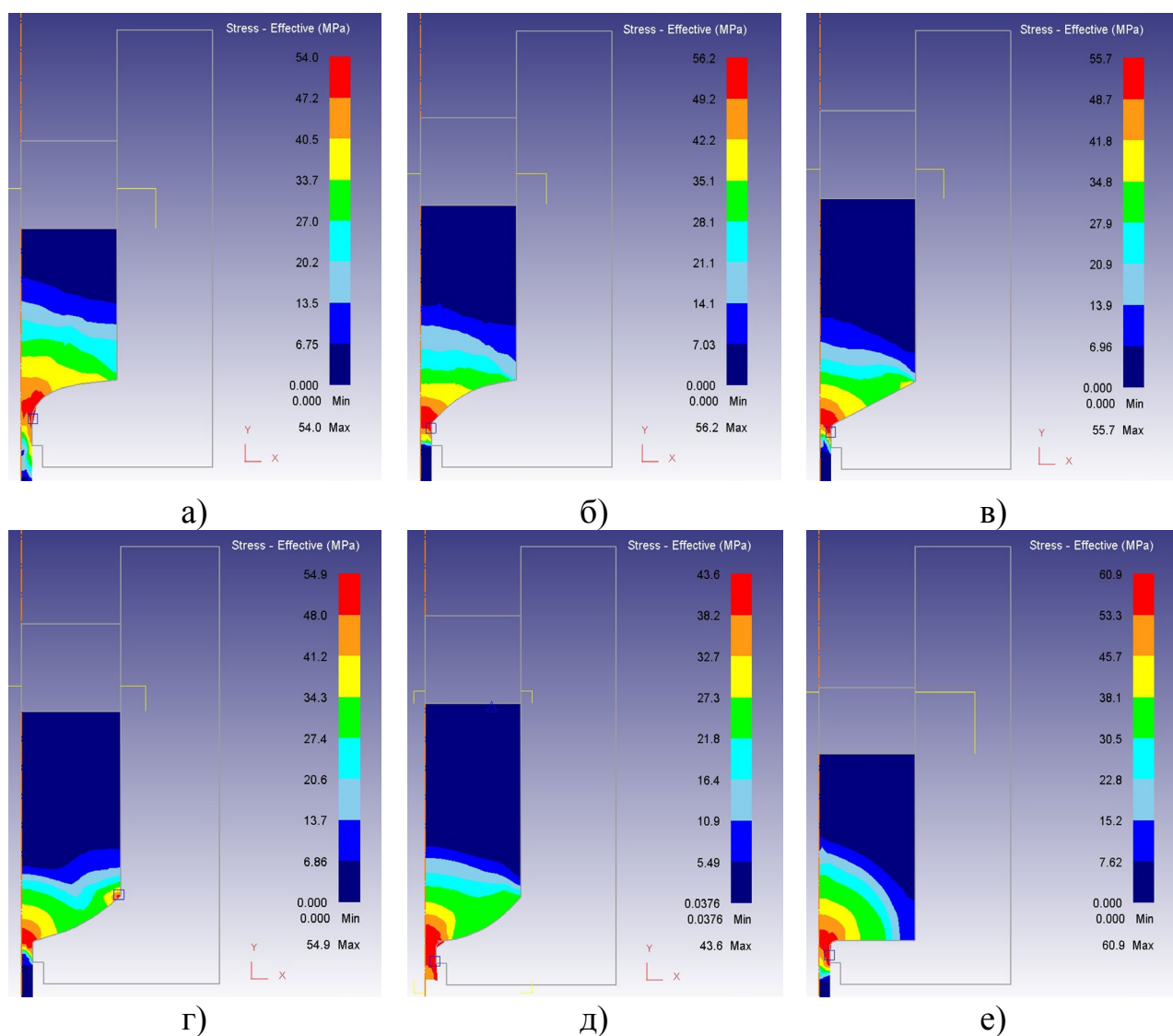


Рис. 3. Розподіл інтенсивностей напружень для сталюї стадії пресування через різні типи матричних ліжок (а-е – див. рис. 2)

Авторська розробка

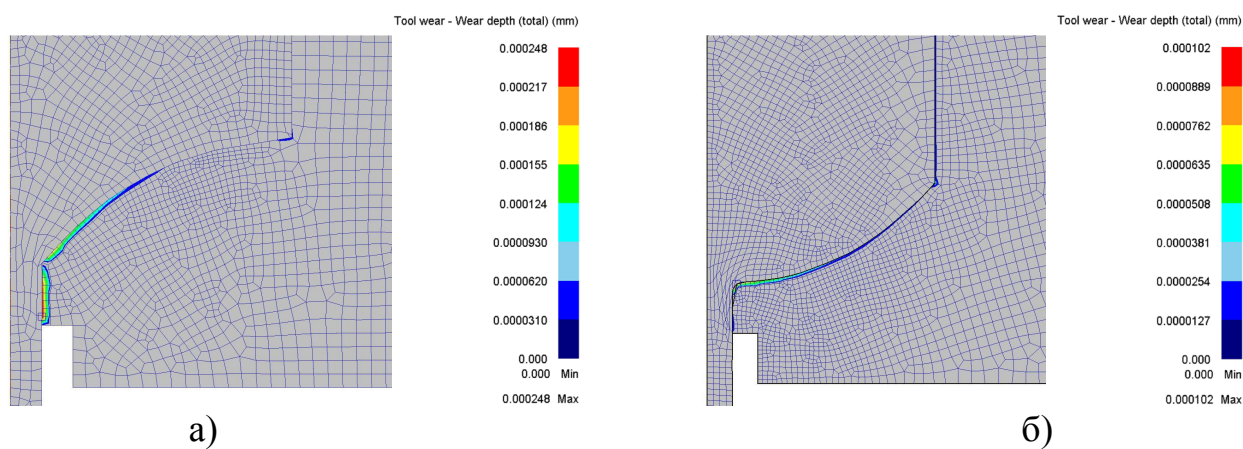


Рис. 4. Характер і величини спрацювання матриць з різними профілями лійки

Авторська розробка

Висновки. Таким чином, теоретичні дослідження пресування, комп'ютерне моделювання процесу прямої екструзії металу за допомогою програмного комплексу Deform 2D/3D, результати експериментальної перевірки викладених матеріалів показали, що оптимальні енергосилові умови досягаються при пресуванні через матрицю, що має профіль, виконаний по лінії ковзання. У цілому зазначена методика може успішно застосовуватися для вибору оптимальних геометричних розмірів матриць, вибору обладнання і розрахунків оснащення при пресуванні і волочінні матеріалів.

Література:

1. Шепельский Н.В. Оптимизация профиля матричной воронки для прессования / Н.В. Шепельский, В.В. Свяцкий // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2000. – № 8. – С. 10-12.
2. Шепельский Н.В. Выбор рациональной геометрии матричной воронки для прессования / Н.В. Шепельский, В.В. Свяцкий // Физика и техника высоких давлений. – 2000. – Т. 10, № 4. – С. 57-61.
3. Свяцкий В.В. Мінімізація енергосилових параметрів процесу пресування за допомогою Deform 2D/3D / В.В. Свяцкий, Г.М. Крючков // Сучасний рух науки: матеріали X міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 2-3 квітн. 2020 р., Дніпро, Україна. – Дніпро: WayScience. – Том 2. – С. 391-396.
4. Свяцкий В.В. Анализ силовых параметров процесса прямой экструзии через различные профили матричных воронок / В.В. Свяцкий, Г.Н. Крючков // Scientific Horizon in the Context of Social Crises: Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference, 16-18 april, 2020, Tokyo, Japan. – Otsuki Press, 2020. – P. 251-256.
5. Kato K. Classification of wear mechanisms/models // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology. – 2002. – № 216(6). – P. 349-355.
6. Шепельский Н.В. Влияние геометрии очага деформации на процесс получения разобщенных волокон при прессовании литых гранул / Н.В. Шепельский, В.В. Свяцкий // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні: Збірн. наук. праць ДДМА. – Краматорськ-Слов'янськ, 2000. – С. 242-247.

Стаття відправлена: 14.05.2020 р.

© Свяцкий В.В.