

В.М. Горностаї, асистент.

НТУУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИДАВЛЮВАННЯ СТАЛЬНИХ ПРОФІЛІВ З РОЗДАЧЕЮ ЧЕРЕЗ ПРИЗМАТИЧНУ МАТРИЦЮ

Методом скінченних елементів визначені силові режими, розподіл питомих напружень на деформуючому інструменті, напружено-деформований стан заготовки та кінцева форма виробу. Запропонована технологія та спроектовано штампове оснащення для отримання прямокутних профілів холодним видавлюванням через призматичну матрицю.

Методом конечных элементов определены силовые режимы, распределение удельных напряжений на деформирующем инструменте, напряженно-деформированное состояние заготовки и конечная форма изделия. Предложена технология и спроектирована штамповую оснастку для получения прямоугольных профилей холодным выдавливанием через призматическую матрицу.

Power mode, the distribution of specific stresses on a deforming tool, the strain –stress state of workpiece and the final shape of product are determined by finite-element method. The technology for the making of rectangular profiles by cold extrusion through prismatic die is proposed. The die tooling for the making rectangular profiles was designed.

Сучасне виробництво, зокрема отримання профілів з сталей та кольорових матеріалів потребує впровадження нових ресурсозберігаючих технологічних процесів, які б дозволили суттєво зменшити витрати на підготовку виробництва знизити собівартість профілів. Одним з таких процесів є холодне видавлювання профілів з роздачею [1], який дозволяє зменшити загальне зусилля видавлювання, підвищити стійкість інструменту та отримати готовий виріб з необхідними фізико-механічними властивостями [2-4]. Однак необхідне подальше удосконалення форми деформуючого інструменту для прямого видавлювання з роздачею в напрямку зменшення зусиль видавлювання, питомих зусиль на інструменті та підвищення коефіцієнта роздачі.

Мета роботи – визначення силових режимів, питомих зусиль, напружено–деформованого стану заготовок в процесах прямого видавлювання з роздачею через матриці, у яких деформуюча поверхня виконана у вигляді трикутної зрізаної призми.

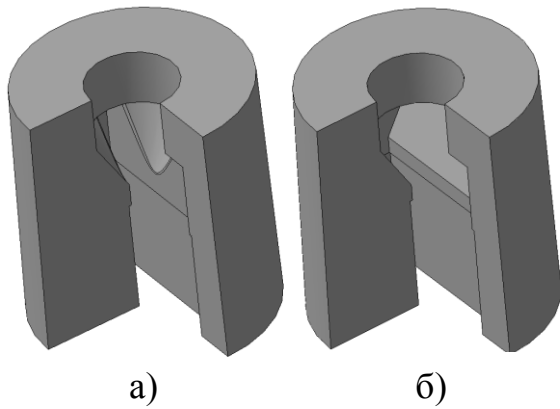


Рис.1. Матриці для видавлювання з роздачею: а)- конічна, б)- призматична.

Як різновид прямого видавлювання з роздачею, на відміну від видавлювання через конічну матрицю, при видавлюванні через призматичну матрицю конічна поверхня (рис. 1а) замінюється призматичною (рис. 1б). Враховуючи, що при холодному видавлюванні з роздачею через конічну матрицю для отримання прямокутного

профілю розмірами 26x6 мм найбільш оптимальні параметри процесу холодного видавлювання прямокутного профілю спостерігаються при видавлюванні з заготовки діаметром $D_3=16\text{мм}$ моделювання процесу холодного видавлювання з роздачею через призматичну матрицю проводилось для заготовок з сталі 20 діаметром $D_3=16\text{мм}$, з різними кутами призми (10° , 20° , 30° , 40° та 50°).

Для визначення закономірностей формоутворення прямокутних профілів з циліндричної заготовки процесами холодного прямого видавлювання з роздачею чисельні розрахунки проводилися з використанням програми DEFORM3D. Об'ємний напружено-деформований стан заготовки визначається в пластичній постановці з урахування комплексного впливу конструктивних, технологічних та фізико-механічних факторів на формозміну металу.

Геометрична форма отриманого профілю показана на рис. 2.

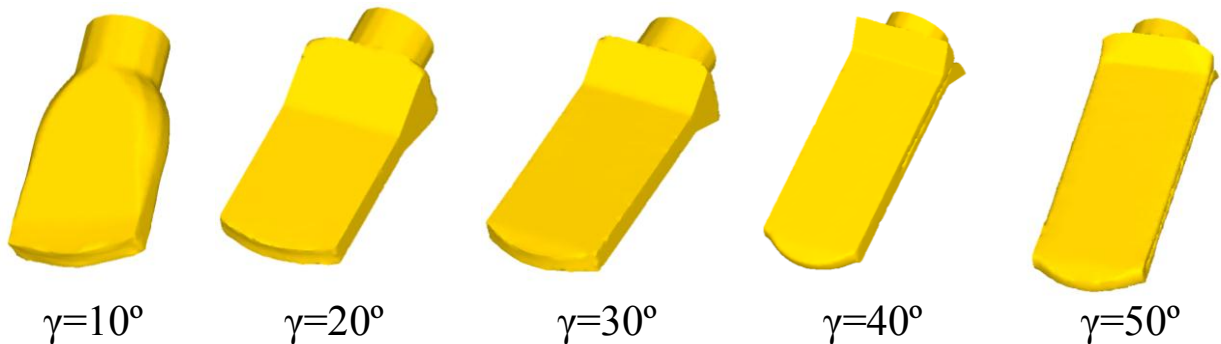


Рис. 2. Заповнення прямокутного профілю при видавлюванні через призматичну матрицю з різними кутами призми

Аналізуючи отримані результати треба відмітити що повне заповнення профілю спостерігається при малих кутах призми. Збільшення кута призми призводить до виникнення дефектів на боковій поверхні профілю. Виникає «зминання» матеріалу що пояснюється інтенсивним витіканням матеріалу в поперечному напрямку.

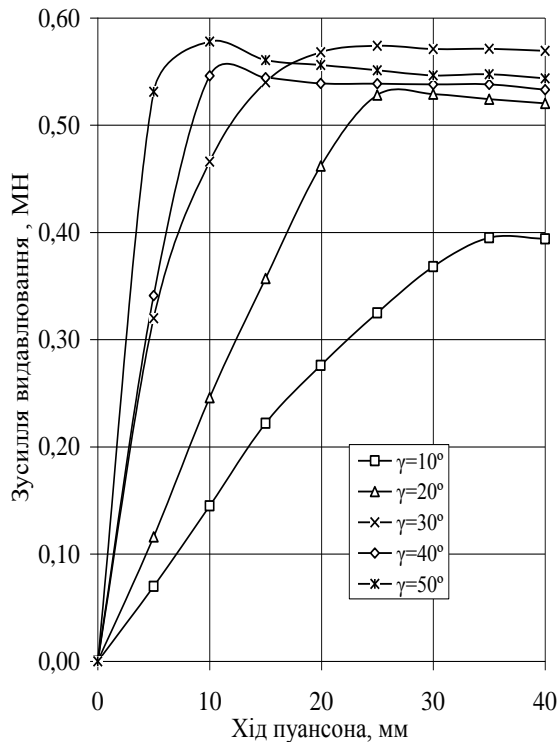


Рис. 3. Залежність зусилля видавлювання від переміщення пуансона

зусиллю та розмірам оснащення є процеси холодного видавлювання з роздачею через призматичні матриці з кутами призми в діапазоні 15° - 25°.

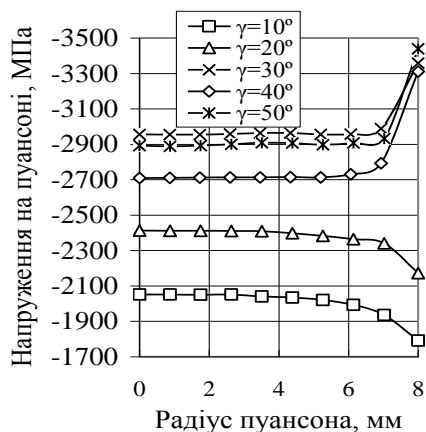


Рис. 4. Розподіл питомих зусиль на пуансоні

На рис. 3 наведено залежність зусилля деформування від переміщення пуансона. При куті призми $\gamma=10^\circ$ спостерігається мінімальні зусилля видавлювання 395 кН. Далі при збільшенні кута призми зусилля видавлювання зростає майже в 1,5 рази. Видавлювання при малих кутах призми призводить до значного зростання габаритних розмірів штампового оснащення, що в свою чергу призводить до необхідності використання обладнання з великим робочим ходом. Оптимальним по

розподілу питомих зусиль на пуансоні показано на рис. 4. При малих кутах конуса спостерігаються найменші значення питомих зусиль, розподіл яких носить рівномірний характер а до краю пуансона вони зменшуються. Зростання кута призводить до збільшення питомих зусиль та характеру їхнього розподілу. Спостерігається зростання до краю пуансона до максимальних значень -

3420 МПа для кута конуса призми 50°.



Рис. 5. Розподіл питомих зусиль на призматичній поверхні

На рис. 5 показано розподіл нормальних напружень на призматичній поверхні матриці. Максимальні напруження спостерігаються при великих кутах, що пояснює більш інтенсивну течію матеріалу при цих кутах. Найбільш сприятливими для отримання повного заповнення прямокутного профілю при напруженні до -2500 МПа є

матриці з кутом призми в діапазоні від 20° до 30°.

Зміцнення матеріалу оцінювали по інтенсивності напружень σ_i що виникає в осередку деформації до моменту виходу заготовки з калібруючого пояска (рис. 6).

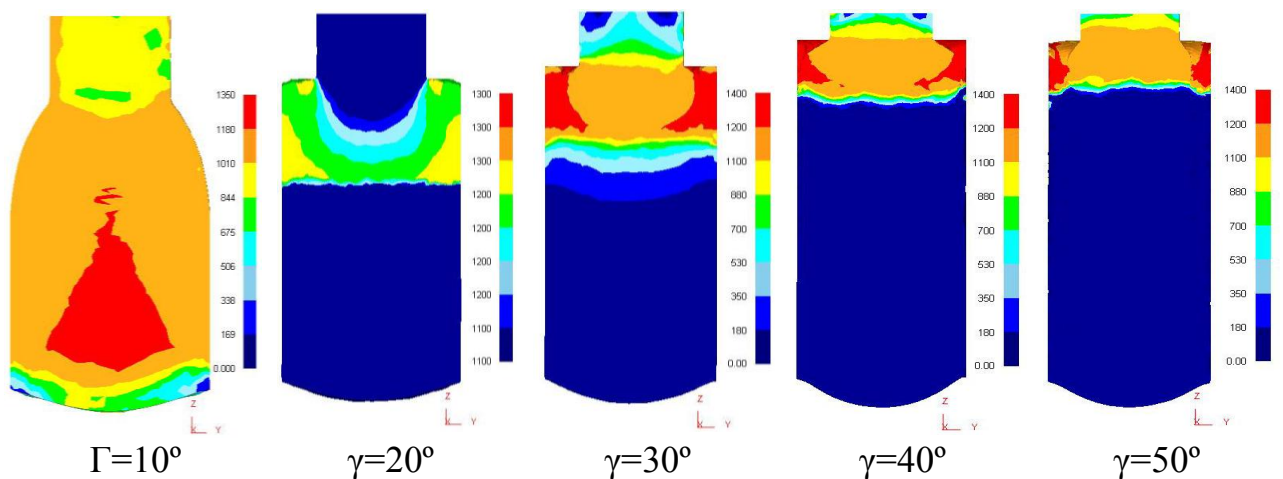


Рис. 6. Розподіл інтенсивності напружень в осередку деформації при видавлюванні через призматичну матрицю з різними кутами призми

Найбільше значення інтенсивність напружень досягає при холодному видавлюванні з роздачею через призматичну матрицю з кутом конуса $\gamma=30^\circ$ та більше та сягає значення 1400 МПа. Також необхідно зазначити, що при цьому куті конуса матриці отримуємо рівномірний розподіл σ_i по всьому об'єму заготовки. Збільшення кута конуса матриці призводить до

нерівномірного розподілу σ_1 по об'єму заготовки, спостерігається його локалізація біля краю профілю де максимальні значення сягають 1400 МПа.

Розподіл інтенсивності деформацій в осередку деформації при видавлюванні через призматичну матрицю з різними кутами призми наведено рис. 7.

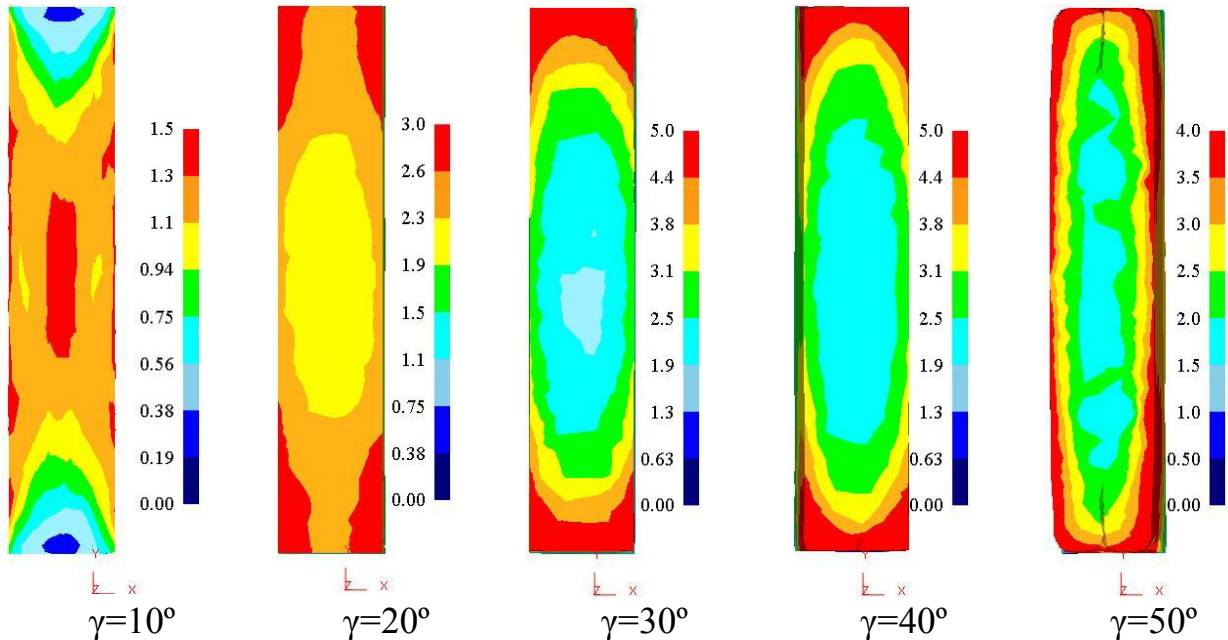


Рис. 7. Розподіл інтенсивності деформацій в осередку деформації при видавлюванні через призматичну матрицю з різними кутами призми

Збільшення кута призми призводить до зміни розподілу інтенсивності деформації в осередку деформації. При малих кутах $\gamma=10^\circ$ більш інтенсивно деформуються внутрішня зона заготовки. Збільшення кута призводить до того що інтенсивніше деформуються зовнішні зони заготовки. Максимальні значення досягаються при кутах $\gamma=30^\circ$ та $\gamma=40^\circ$.

Враховуючи отримані результати, для отримання прямокутного профілю розмірами 26x6 з заготовки $\varnothing 16$ мм холодним видавлюванням з роздачею через призматичну матрицю з кутом призми 15° було спроектоване технологічне оснащення. Загальний вигляд показаний на рис. 7.

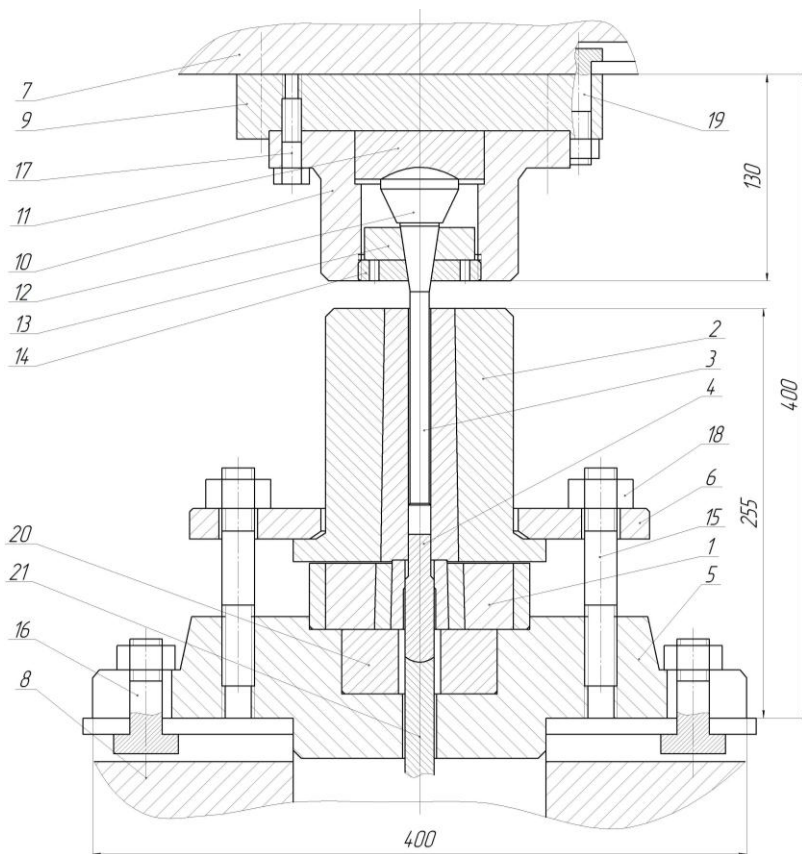


Рис. 8. Загальний вигляд штамп для прямого видавлювання з роздачею профілів через призматичну матрицю з круглих заготовок

Штамп складається з верхньої та нижньої частин. Верхня плита штамп 9 кріпиться до повзуна 7 пресу за допомогою болтів 19. До верхньої плити прикручується болтами 17 обойма 10, в якій встановлений вузол кріплення пуансона 3, що має опорну конічну поверхню. Пуансон 3 спирається на підкладну плиту 12 з сферичною поверхнею, яка в свою чергу спирається на сферичну опору 11. За допомогою гайки 14 і кільця 13 здійснюється кріплення пуансона 3. На нижній плиті 5, яка кріпиться до столу пресу 8 за допомогою болтів 16, встановлена бандажовані матриця 1 і контейнер 2. Контейнер і матриця притискним кільцем 6 прижимаються за допомогою шпильок 15 та гайок 18 через підкладну опору 20 до нижньої плити 5. Перед видавлюванням в контейнер 2 на матрицю встановлювались одна або декілька заготовок. При прикладенні навантаження пуансон 3 діє на верхню заготовку в контейнері 2 і проходить видавлювання заготовки 4 через філь'єру матриці 1. Повний вихід готового виробу 21 з матриці починається

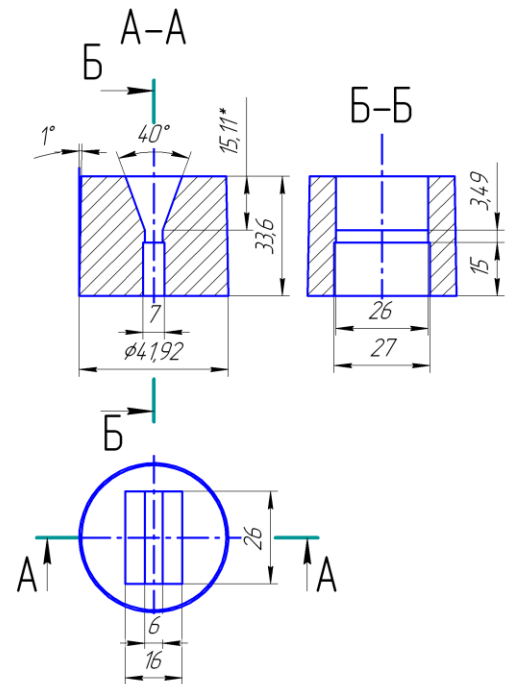


Рис. 9. Креслення призматичної матриці

при здійснюванні видавлювання наступної заготовки. Процес видавлювання продовжується по схемі "заготовка за заготовкою". Штмп встановлюється гідравлічний прес ДБ 2432 зусиллям 1,6 МН.

Висновки

1. Проведено чисельні розрахунки холодного видавлювання з роздачею через призматичну матрицю із сталі 20 з різними кутами призми. Визначені силові режими, розподіл питомих зусиль на деформуючому інструменті, напружено-деформований стан та кінцева форма виробу.

2. Розроблена технологія та спроектовано технологічне оснащення для отримання прямокутних профілів із сталі 20, що дозволяє підвищити продуктивність виготовлення та коефіцієнт використання металу і практично виключити подальшу механічну обробку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Черный Ю.Ф., Калюжный В.Л., Фоменко В.А., Воронин Н.И. Способ выдавливания фасонных изделий. А.с. СССР. № 1738409. –Опубл. в Бюл. № 21, 1992г.

2. В.Л. Калюжный. Визначення зусилля прямого холодного видавлювання з роздачею прямокутних профілів / В.Л. Калюжный, О.В. Калюжный, В.М. Горноста́й, І.Я. Крижанівська. // Обработка материалов давлением. Сборник научных трудов, № 1(20)-2009, Краматорск, ДГМА. с. 23-27.

3. В.Л. Калюжный. Безвідхідні технології виготовлення профілів із сталей / В.Л. Калюжный, О.В. Калюжный, В.М. Горноста́й, В.В.Піманов // Наукові нотатки Міжвузівський збірник. Луцький національний технічний університет. Вип. 25, частина 1, 2009.с. 107-111.

4. В.Л. Калюжный. Розрахунковий аналіз холодного прямого видавлювання прямокутних профілів з високовуглецевих сталей / В.Л. Калюжный, М.В. Орлюк, В.М. Горноста́й, О.С. Запорожченко // Вісник НТУУ “КПІ” Машинобудування, випуск 60 – Київ.-2010. с. 77-81.

5. В.Л. Калюжный. Розрахунковий аналіз холодного прямого видавлювання прямокутних профілів з високовуглецевих сталей / В.Л.

Калюжний, М.В. Орлюк, В.М. Горностай, О.С. Запорожченко // Вісник
НТУУ “КПІ” Машинобудування, випуск 60 – Київ.-2010. с. 77-81.