

При этом отсутствует проворачивание верхней подвижной части штампа относительно нижней неподвижной его части.

Усилие штамповки лопасти определяется по калибрующему усилию на второй стадии штамповки. В общем виде усилие, потребное для штамповки, определяется выражением [6] $P = qS$, где q – давление калибровки при температуре металла на заключительной стадии штамповки, S – площадь заготовки под пуансоном.

Выводы: рассмотрена технология изготовления шнеков способом горячей формовки в штампе разрезных колец с последующей их сваркой. Даны зависимости для расчета размеров исходной заготовки и штампа. Определены параметры геликоидальной поверхности штампа, при которых отсутствует проворачивание его верхней подвижной части относительно нижней неподвижной.

Список литературы: 1. Гевко Б.М. Технология изготовления спиралей шнеков.– Львов: Вища школа, 1986. – 128 с. 2. Антоненко А.Г. Инженерный метод определения радиуса кривизны клиновидных заготовок при прокатке / А.Г. Антоненко., Г.А. Сагитов // Сортопрокатное производство : сб. науч. тр. – Х. : УкрНИИМет, 1980. – С. 19–23. 3. Разиньков Н.А. Технология изготовления лопастей шнеков комплекса УД-БШК2ДМ / Н.А. Разиньков // Физические и компьютерные технологии : тр. 12-й Междунар. науч.-техн. конф., г. Харьков, 7–8 июля 2006 г. – Х. : ХНПК «ФЭД», 2006. – С. 208–209. 4. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. – М. : Наука, 1968. – 368 с. 5. Куриной Г.Ч. Математика : справочник. – Х. : Фолио. – Ростов на Дону : Феникс, 1997. – 463 с. 6. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд., 1979. – 520 с.

УДК 621.777.4

В.Л.КАЛЮЖНИЙ, докт. техн. наук, проф.; НТУУ "КПІ", Київ
С.Ф.САБОЛ, асист. НТУУ «КПІ», Київ

ВИЗНАЧЕННЯ ЧИННИКІВ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ЗНИЖЕННЯ ПИТОМИХ ЗУСИЛЛЯ ХОЛОДНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ВИРОБІВ З РОЗТЯГНЕННЯМ СТІНКИ ЗАГОТОВКИ

В результате разработки конечно-элементной математической модели и проведения численных экспериментов, установлено, что причинами, снижения удельного усилия на деформирующем инструменте в процессе холодного выдавливания полых осесимметричных изделий с растяжением стенки заготовки являются: изменение схемы напряженного состояния в очаге пластической деформации, локализация очага пластической деформации, а так же возникновение активных сил трения на поверхности контакта материала заготовки и матрицы.

В результаті розробки скінченно-елементної моделі та проведення чисельних експериментів, визначено, що до чинників які зумовлюють зниження питомих зусиль на деформуючому інструменті в процесі холодного видавлювання порожнистих вісесиметричних виробів з розтягненням стінки заготовки належить зміна схеми напруженого стану в осередку пластичної

деформації, локалізація осередку пластичної деформації та виникнення активних сил тертя на поверхні контакту матриці та заготовки.

As a result of developed finite element mathematical model and carried out numerical experiments it was determined that causes of decreasing of specific force on a deforming tool in the cold forging of hollow axially symmetrical products with stretching of workpiece's wall are: changing of mode of deformation in deformation zone, localizing of deformation zone, and also emergence of active friction forces on the contact surfaces between workpiece and die.

Завдяки ряду переваг холодного видавлювання (ХВ), порівняно з іншими способами обробки металів, вказаний процес можна віднести до числа прогресивних та перспективних технологій. Але необхідність створення високих питомих зусиль на інструменті, які в деяких випадках перевищують в 4 рази напруження текучості матеріалу що деформується, зумовлює низьку стійкість штампувального оснащення. Як відмічено в роботі [1], застосування ХВ рентабельне, якщо стійкість інструменту дозволяє забезпечити 10 000- 15000 штампувань.

Згідно [2] зниження питомих зусиль на третину підвищує стійкість оснащення на 15 000 штампувань. Таким чином, задача зниження питомих зусиль ХВ набуває особливої ваги з точки зору підвищення стійкості інструменту та розширення меж застосування процесу ХВ.

Поряд з такими способами зниження зусиль ХВ, як розробка технологічних процесів з проміжними операціями відпалу та застосування високоефективних змащень, особливе місце займають процеси з використанням технологічних схем деформування, реалізація яких можлива при прикладенні менших зусиль деформування. До таких процесів відноситься ХВ порожнистих виробів з активними силами тертя [3], диференційне видавлювання [4], видавлювання з незакріпленою матрицею та ін. Максимальне зниження зусиль ХВ порожнистих виробів забезпечує спосіб запропонований в роботі [5], згідно з яким, в процесі зворотного видавлювання порожнистих виробів, до стінки заготовки прикладалось розтягувальне зусилля завдяки зчепленню її фланця з рухомим контейнером. Недоліки запропонованого способу полягали в складності оснащення для його реалізації та необхідністю використання спеціалізованих пресів подвійної та потрійної дії.

На кафедрі МПМ та РП було розроблено та обґрунтовано нові технологічні схеми реалізації вказаного способу з використанням рідини високого тиску, які відзначалися простотою конструкції та могли встановлюватися на універсальне ковальсько-штампувальне обладнання. На рис. 1. представлена схема штампу для реалізації процесу холодного видавлювання вісесиметричних порожнистих виробів з розтягненням стінки заготовки, використовуючи рідину високого тиску.

Рухома матриця 1 встановлена на опорі 2 з ущільненнями 3. На опорі встановлений виштовхувач 4, який приводиться в дію штовхачем 5. В резервуар 10 заливається робоча рідина, яка з порожнини 6 вільно проходить в порожнину 8 через отвори 7. На виштовхувач встановлюється заготовка 9 з попередньо

виготовленим буртом. В вихідному стані перед видавлюванням, коли плунжер 12 з ущільненням 13 і пуансоном 11 заходить в матрицю 1, між торцем пуансона 1 і заготовкою 9 є зазор для стискання робочої рідини в верхній 6 та нижній 8 порожнинах штампів і створення розтягувального зусилля P_T за бурт. При видавлюванні плунжер 12 витискує рідину з порожнини 6 в порожнину 8, що забезпечує постійне зчеплення матриці 1 при її русі вгору з буртом заготовки 9.

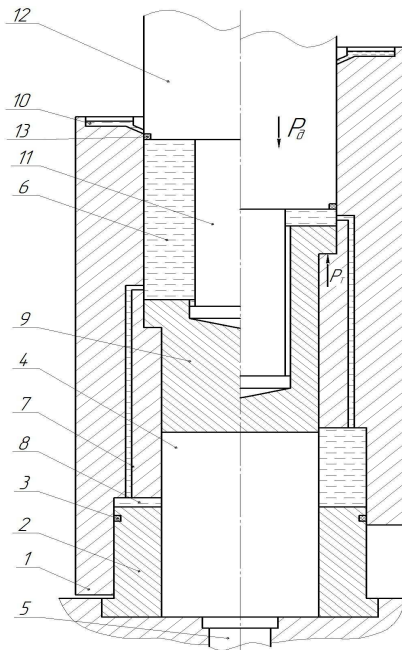


Рис. 1. Схема ХВ з розтягненням стінки заготовки.

Задача досліджень полягала в визначенні впливу розтягувальних напружень в стінці заготовки на чинники, які зумовлюють зниження питомих зусиль ХВ порожнистих виробів.

В результаті розроблення скінченно-елементної математичної моделі та проведення чисельних експериментів з врахуванням конструкторських, технологічних, фізико-механічних параметрів процесу, було отримано залежності зусилля ХВ на пуансоні від його переміщення. В заготовці із сталі 20 з межею текучості $\sigma_s = 260$ МПа та розмірами $D = 20$ мм, $h = 73$ мм, в холодному стані видавлювали порожнину, при цьому ступінь деформації ϵ становив 56%. Відносне значення розтягувальних напружень в стінці заготовки $\sigma_Z^P / \sigma_{0,2}$ приймало значення 0; 0,5 та 1. Характер залежності зусилля на пуансоні від його переміщення показано на рис. 2. Як свідчить наведена залежність, величина зменшення зусилля

холодного видавлювання з розтягненням стінки заготовки, порівняно з традиційним видавлюванням, при $\sigma_Z^P / \sigma_{0,2} = 0,5$ становить 12,5% та 26,8 %, при $\sigma_Z^P / \sigma_{0,2} = 1$.

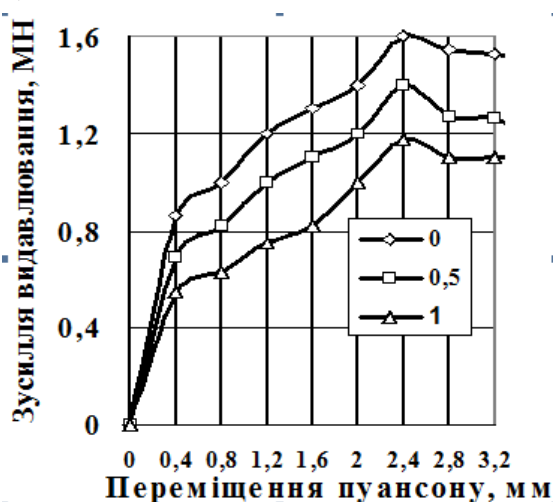


Рис. 2. Залежність зусилля видавлювання на пуансоні від переміщення

з характеру розподілу відносних осьових напружень $\sigma_Z / \sigma_{0,2}$ по об'єму заготовки представлено на рис. 3, для різних значень $\sigma_Z^P / \sigma_{0,2}$, видно, що вказана величина в стінці виробу становить, при традиційному видавлюванні -1,6, при значенні $\sigma_Z^P / \sigma_{0,2} = 0,5$ дорівнювала -0,2 при $\sigma_Z^P / \sigma_{0,2} = 1$, становила 1. Таким чином, прикладення розтягувальних зусиль до стінки заготовки змінювало механічну схему напружень від всебічно-стислої схеми до стисло-розтягнутої.

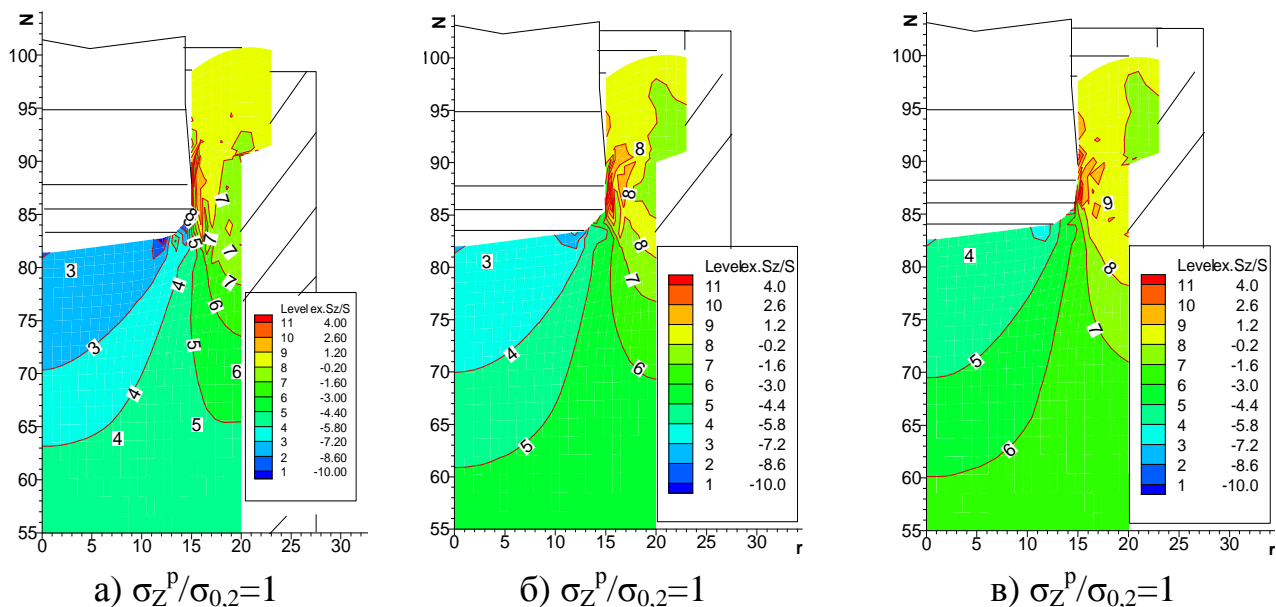


Рис. 3. Розподіл відносних осевих напружень $\sigma_z/\sigma_{0,2}$ в заготовці, для різних значень $\sigma_z^p/\sigma_{0,2}$

Величина гідростатичного тиску в осередку пластичної деформації оцінювалась показником $\sigma_{cp}/\sigma_{0,2}$. Розподілення вказаного показника по об'єму заготовки показано на рис. 4. для різних значень відносних розтягувальних напружень $\sigma_z^p/\sigma_{0,2}$. В осередку пластичної деформації (ОД) для традиційного процесу видавлювання $\sigma_{cp}/\sigma_{0,2}$ становить -6,7. При видавлюванні з максимальним значенням розтягувальних зусиль абсолютне значення відносної величини гідростатичного тиску зменшується до -4,1, що становить біля 40%.

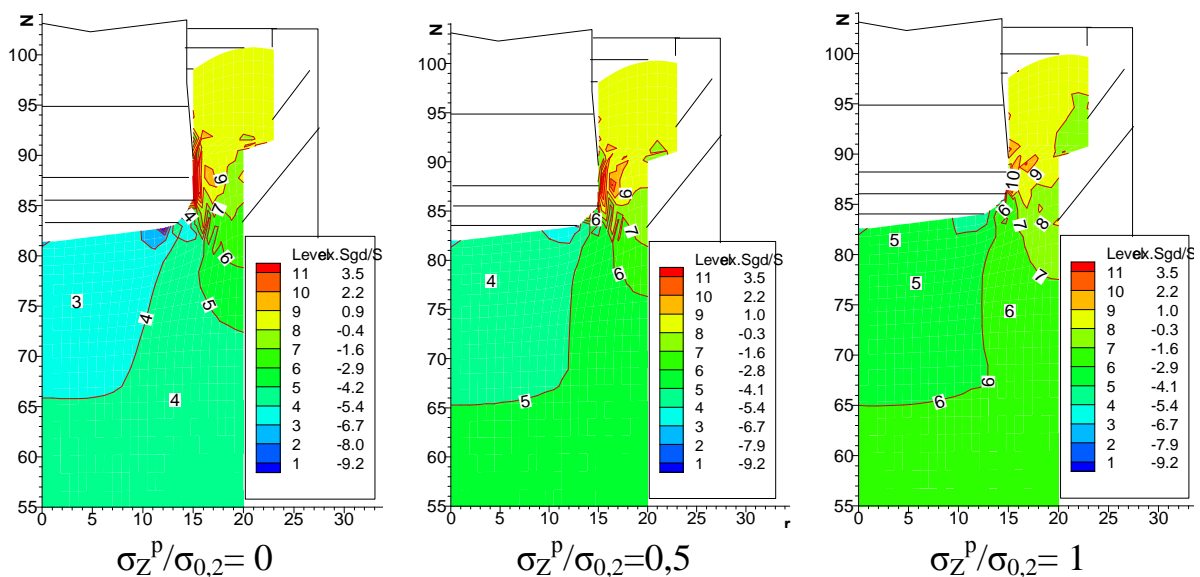


Рис. 4. Розподіл відносного гідростатичного тиску $\sigma_{cp}/\sigma_{0,2}$ в заготовці, для різних значень $\sigma_z^p/\sigma_{0,2}$

Форма та розміри осередку пластичної деформації, оцінювались відносною величиною інтенсивності напружень $\sigma_i/\sigma_{0,2}$. На рис. 5 представлено розподіл вказаної величини в залежності від відносних значень розтягувального напруження.

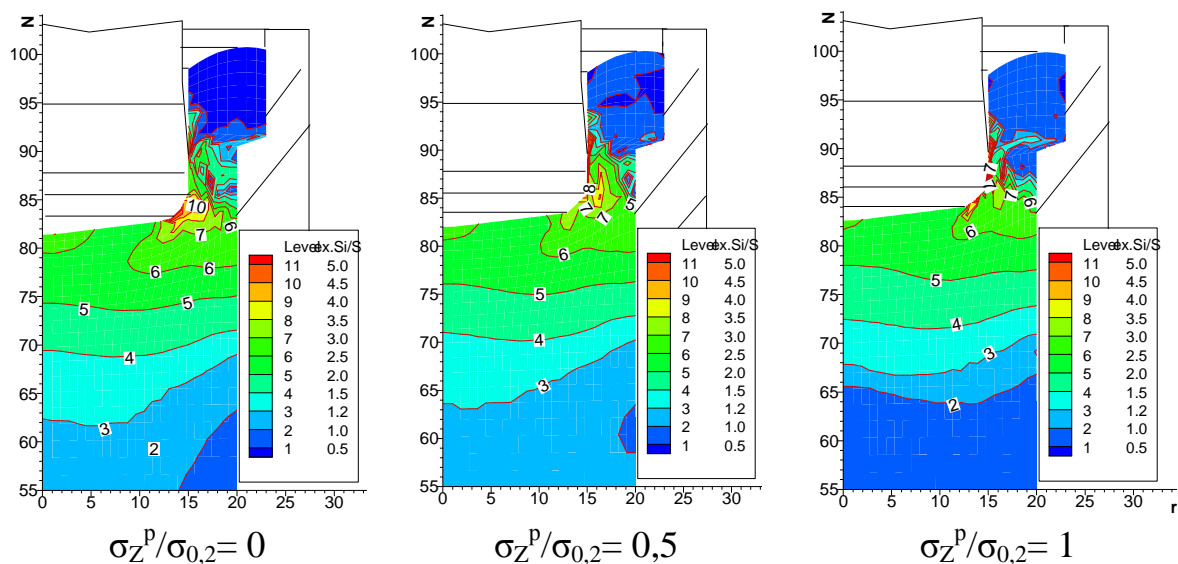


Рис. 5. Розподіл відносної інтенсивності напружень $\sigma_i/\sigma_{0,2}$

Висота осередку деформації по вісі заготовки змінювалась від 29,5 мм до 27,5 мм при значенні $\sigma_Z^P/\sigma_{0,2} = 0,5$, та до 24 мм при значенні $\sigma_Z^P/\sigma_{0,2} = 1$.

Поскілки швидкість переміщення рухомої матриці дорівнює швидкості видавлювання стінки заготовки, то в осередку пластичної деформації сили тертя між матрицею та матеріалом заготовки носять активний характер, чим сприяють течії останнього. В результаті проведення чисельних експериментів, було визначено величину сил тертя на матриці в осередку деформації та нижче осередку деформації. Результати наведено в таблиці.

Таблиця – Величина сили тертя в осередку деформації (ОД) та нижче осередку деформації

$\sigma_Z^P/\sigma_{0,2}=0$		$\sigma_Z^P/\sigma_{0,2}=0,5$		$\sigma_Z^P/\sigma_{0,2}=1$	
В ОД	Нижче ОД	В ОД	Нижче ОД	В ОД	Нижче ОД
160 кН	0	0	10 кН	0	6,75 кН

Таким чином, до причин які зумовлюють зниження питомих зусиль на деформуючому інструменті в процесі холодного видавлювання порожнистих вісесиметричних виробів з розтягненням стінки заготовки належить зміна схеми напруженого стану в осередку пластичної деформації, локалізація осередку пластичної деформації та виникнення активних сил тертя на поверхні контакту матриці та заготовки.

Список літератури: 1. Овчинников А.Г. Основы теории штамповки выдавливанием на прессах/ А. Г. Овчинников.-М. : Машиностроение, 1983 .- 200с. 2. Охрименко Я.М. Холодное выдавливание / Я. М. Охрименко: Учебное пособие.-М.: Машиностроение, 1967. - 115с. 3. Овчинников А.Г. Холодное выдавливание полых цилиндрических изделий с активными силами трения/ А.Г. Овчинников, А.М. Дмитриев// Кузнечно- штамповочное производство.- 1981. - №6.- С.24-26. 4. Яшаев С.Ш. Основы дифференцированного выдавливания / С.Ш. Яшаев // Кузнечно-штамповочное производство.- 1966 .- №9. - С.4-7. 5. Кудо Х. Холодное выдавливание с растяжением/ Х. Кудо, М. Чинодзаки// Экспресс-информ.. Технология и оборудование кузнечно- штамповочного производства.- 1973.-№42. - С.18-30.