

УДК 621.983

Калюжний В. Л.
Запорожченко А. С.
Піманов В. В.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ «БАЛОН 180 × 184»

В теперішній час досить широко використовуються в різних галузях промисловості і домашньому господарстві порожнисті вироби типу «Балон». Дані вироби або складові їх частини в більшості випадків отримують методами листового штампування. Холодне листове штампування дає можливість отримувати легкі вироби і, завдяки зміцненню металу при деформуванні, виключається подальша термічна обробка виробів для витримування відповідного тиску в балонах.

На сьогоднішній день існує досить багато відомих технологій, що дозволяють виготовляти порожнисті вироби, шляхом листового штампування [1–4]. Найбільш поширеною технологією для відносно глибоких виробів є виготовлення зі складових деталей з наступним зварюванням або замковими з'єднаннями [4]. Але для таких виробів, які працюють під тиском, важливою вимогою є їх надійність і довговічність, а також контроль кожного виробу на міцність та щільність з'єднання. Це призводить до додаткових витрат на тестування виробів. Відомі технології виготовлення таких виробів [1, 3] (відносно глибоких) суцільними, за рахунок розподілу процесу витягування на певну кількість переходів для отримання необхідної глибини, в більшості випадків з використанням операцій термічної обробки між переходами. Вказане призводить до додаткових витрат на оснащення для переходів витягування та термообробку.

Слід відмітити з існуючих технологій таку, як витягування через матрицю з однією або декількома конічними поверхнями. Основні дослідження в цьому напрямку було проведено авторами в роботі [3].

Метою роботи є визначення можливості виготовлення суцільного балону витягуванням за мінімальну кількість переходів.

На рис. 1 зображено ескіз виробу «Балон 180 × 184». Даний виріб є складальною одиницею, що складається з балона 1, фланця 2, кільця 3 та гвинтів 4 і використовується в якості водонагрівального пристрою. Сам балон виготовляють зі сталі 10X17H13M2T.

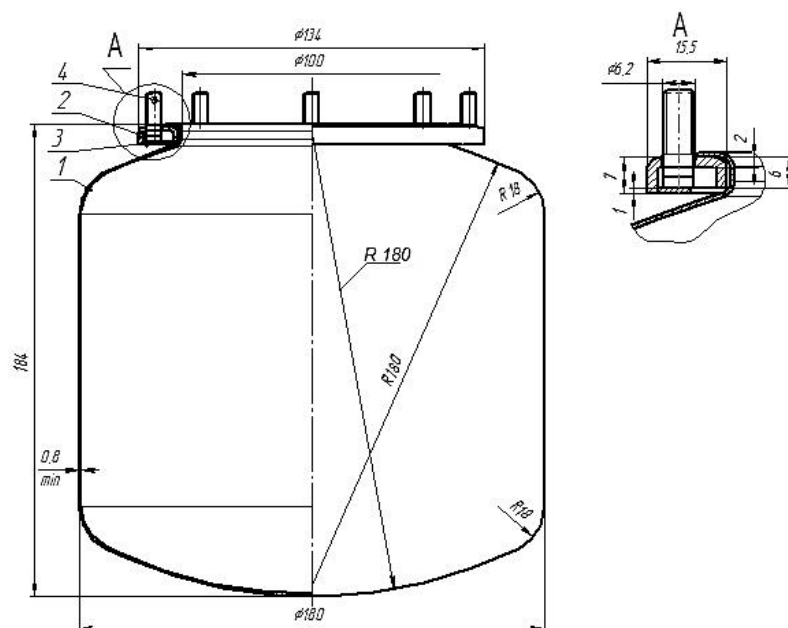


Рис. 1. Ескіз виробу «Балон 180 × 184»

Оптимальною технологією для виробництва даного виробу є виготовлення складових деталей виробу, а саме, виготовлення самого суцільного балону та деталей фланця методами холодного листового штампування.

Існуюча технологія, за якою їх виготовляють на сьогоднішній час, це виготовлення виробу балон з двох половинок, які зварюються, має значні недоліки, оскільки зварювання є енерго- і трудозатратним та потребує постійного контролю зварних швів, також можлива втрата з часом міцності шва та корозія в місці зварювання.

Закцентуємо увагу на процесі виготовлення суцільного балону.

За кресленням деталі, виходячи з умови постійності об'ємів, було визначено розміри вихідної заготовки для подальшого витягування з потоншенням. Вихідної заготовка товщиною 1 мм та діаметром 410 мм, з урахування припуску на обрізку після витягування. За попередньо проведеними розрахунками по традиційній схемі витягування [1] необхідно два переходи, при цьому виконується потоншення на другому переході.

На рис. 2. зображено заготовку, яку необхідно отримати витягуванням для виготовлення виробу типу «Балон 180 × 184». Після процесу витягування ротаційним обкочуванням, на токарному верстаті, формують горловину діаметром 101,5 мм. Заготовку з горловиною після процесу ротаційного обкочування показано на рис. 3.

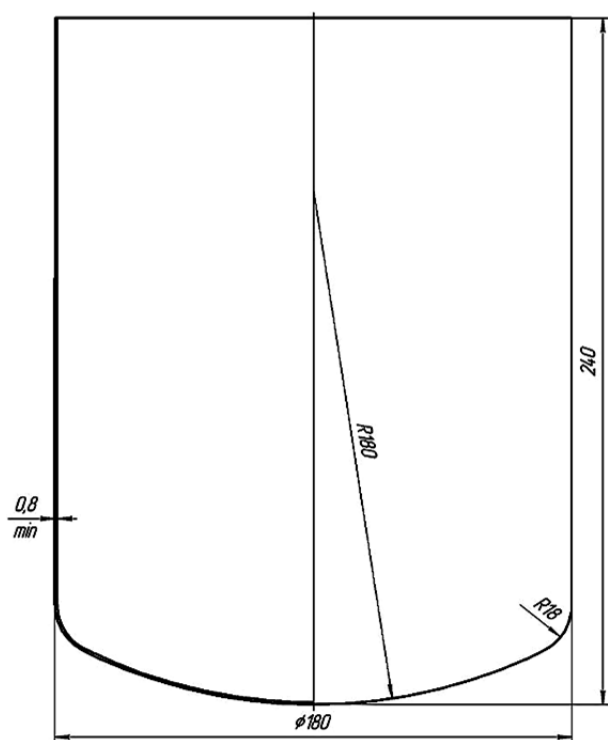


Рис. 2. Заготовка після процесу витягування

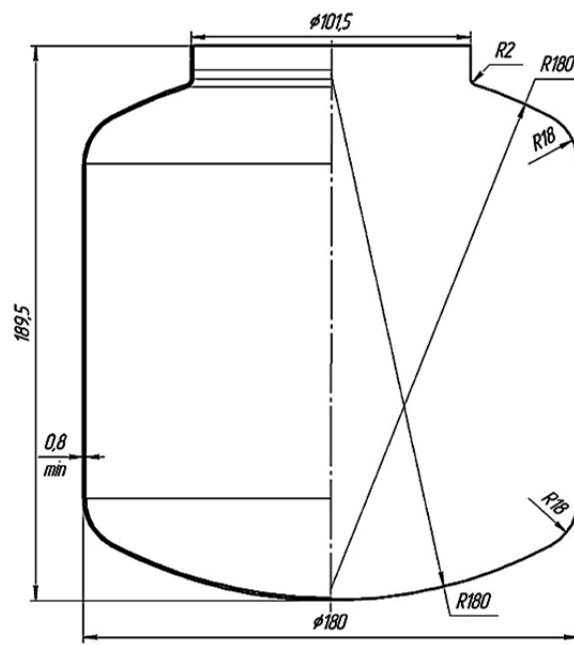


Рис. 3. Заготовка після процесу ротаційного обкочування з горловиною

Розглянемо можливість заміни двох переходів витягування на один.

В джерелі [3] вказана можливість зменшення кількості переходів процесу витягування в разі використання конусних матриць для витягування. Найкращі результати демонструє процес витягування через двоконусну матрицю [3], але відсутні чіткі рекомендації для розробки технології витягування заготовки для виробу «Балон 180 × 184» з даними параметрами, а саме відносною товщини заготовки 0,0024. Тому виникла необхідність провести дослідження процесу комбінованого витягування деталі для встановлення його оптимальних параметрів. Для цього потрібно було створити математичну модель процесу комбінованого витягування через двоконусну матрицю. Це було виконано за допомогою програмного комплексу Deform-3D. Оскільки задача вісесиметрична тому розглядали четверту частину заготовки.

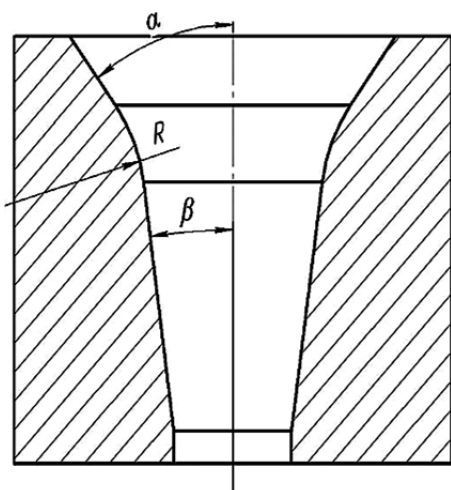


Рис. 4. Схема двоконусної матриці

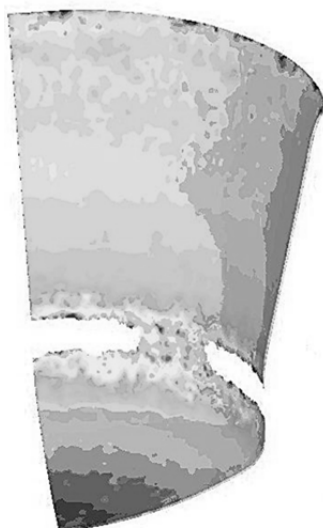


Рис. 5. Відрив дна заготовки в процесі витягування

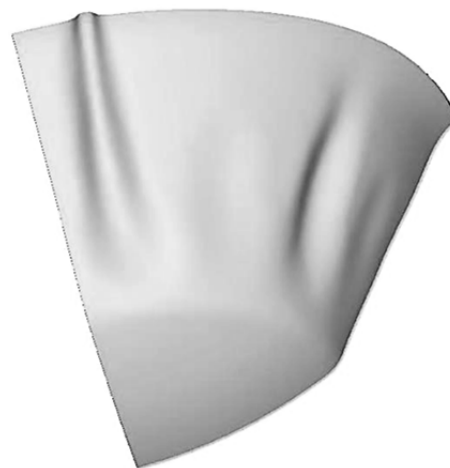


Рис. 6. Складкоутворення в процесі витягування

Схему двоконусної матриці для витягування показано на рис. 4. Найбільший вплив на процес витягування чинять наступні параметри двоконусної матриці: α – верхній кут конуса матриці (рекомендоване значення для відносно тонкої заготовки $\alpha = 20 \dots 45^\circ$ [3]), β – нижній кут конуса матриці (рекомендоване значення для відносно тонкої заготовки $\beta = 12 \dots 15^\circ$ [3]), R – радіус заокруглення між кутами конусів матриці (рекомендується достатньо великий, обчислюється емпіричними залежностями, для нашого випадку $R = 30 \dots 45$ мм [3]).

Для моделювання у першому наближенні використовували наступні параметри матриці: $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 15^\circ$ та $R = 45$ мм. На рис. 5 показані результати розрахунку. При таких параметрах має місце відрив дна (рис. 5).

Для запобігання відриву дна виробу у процесі витягування через двоконусну матрицю у другому наближенні було вирішено зменшити верхній кут конуса матриці, параметри матриці склали: $\alpha = 35^\circ$, $\beta = 15^\circ$ та $R = 45$ мм.

Результати моделювання процесу витягування у другому наближенні приведені на рис. 6. Спостерігається значне складкоутворення при виході заготовки з під притиску на кінчній частині матриці.

У третьому наближенні з метою виключення відриву дна та утворення складок були прийняті наступні параметри двоконусної матриці для витягування: $\alpha = 25^\circ$, $\beta = 15^\circ$ та $R = 40$ мм.

Результати моделювання зображені на рис. 7. При вищенаведених параметрах двоконусної матриці вдалося отримати заготовку за один перехід, яка показана на рис. 7, а. При аналізі результатів моделювання спостерігається рівномірне використання ресурсу пластичності (рис. 7, б), розподіл інтенсивності деформацій ε наведений на рис. 7, в.

Залежність зусилля витягування від переміщення показано на рис. 8, максимальне значення зусилля складо 620 кН.

Таким чином було визначено оптимальні параметри двоконусної витяжної матриці для отримання виробу за один перехід: $\alpha = 25^\circ$, $\beta = 15^\circ$ та $R = 40$ мм. За вказаними параметрами матриці було розроблено штампове оснащення для отримання виробу «Балон 180 × 184» за допомогою процесу витягування через двоконусну матрицю. Штампову встановлюється на гідравлічний прес ДБ2432 зусиллям 1,6 МН. Загальний вигляд штампу наведено на рис. 9.

Конусна матриця конструктивно є збірною та складається з нижньої частини 12 та верхньої частини 6. Матриця встановлюється на плиту 4 та кріпиться до неї гвинтами 10. Конструкція матриці з притискачем 7 за допомогою установочних колонок 3 встановлюється

на нижню плиту 1 та фіксується гвинтами 2 до неї. Притискач кріпиться до матриці гвинтами 13. Робоча частина пуансона 15 фіксується з циліндричною частиною 16 до установочної частини 8 за допомогою стяжного болта 9. Установчі колонки 3 з'єднуються із плитою 4 гвинтами 19.

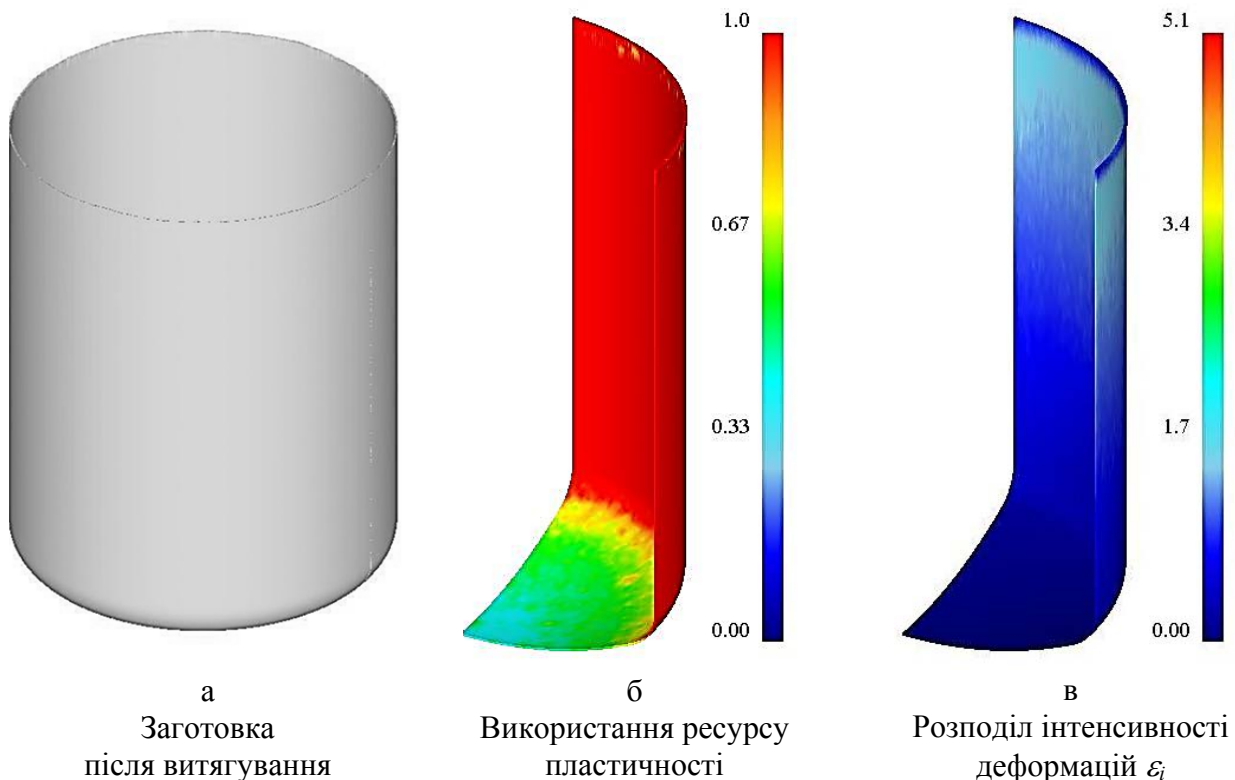


Рис. 7. Результати моделювання витягування через матрицю $\alpha = 25^\circ$, $\beta = 15^\circ$ та $R = 40$ мм

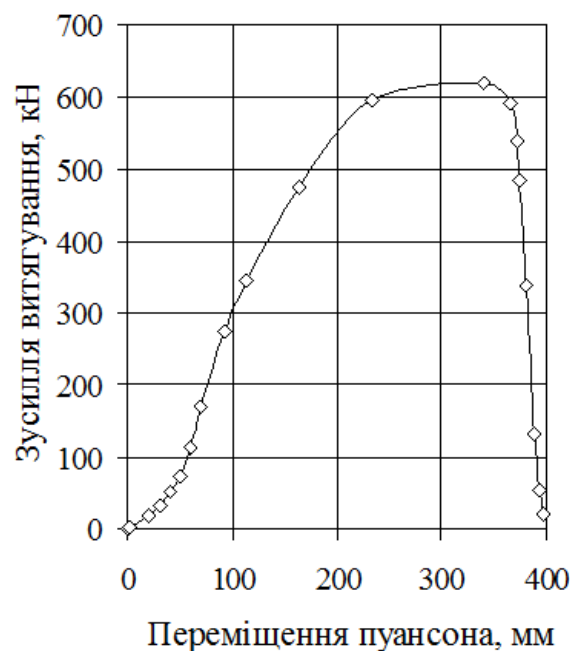


Рис. 8. Зусилля витягування через матрицю $\alpha = 25^\circ$, $\beta = 15^\circ$ та $R = 40$ мм

Заготовка 17 установлюється в зазор між конусною матрицею 6 та притискачем 7. Далі відбувається робочий хід пуансона униз, виконується витягування. Знімання виробу 18 з пуансона відбувається за допомогою зйомників 5, які розміщені у плиті 4, та підпружинені пружинами 11.

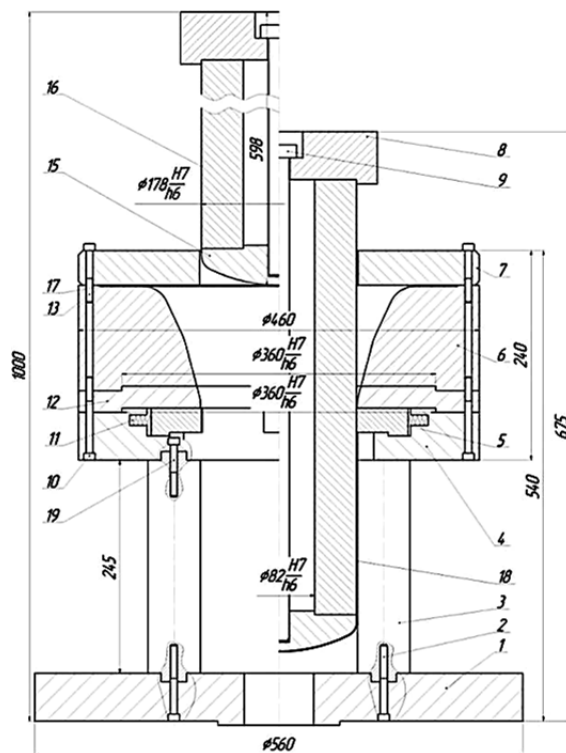


Рис. 9. Штамп для витягування через конусну матрицю

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз можливості отримання виробу типу балон холодним листовим штампуванням. Розроблена математична модель процесу комбінованого витягування через двоконусну матрицю виробу типу «Балон 180 × 184» на основі методу скінчених елементів. Проведено моделювання процесу комбінованого витягування через двоконусну матрицю. Встановлена кінцева геометрія виробу, розподіл напружено-деформованого стану по деталі, силові параметри процесу та параметри витягування за один перехід. На основі результатів моделювання спроектовано штапове оснащення для виготовлення виробу типу «Балон 180 × 184» за один перехід.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Романовский В. П. *Справочник по холодной штамповке*. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение : Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
2. *Справочник конструкторов штампов : листовая штамповка* / Под. общ. ред. Л. И. Рудмана. – М. : Машиностроение, 1988. – 496 с.
3. Валиев С. А. *Комбинированная глубокая вытяжка листовых материалов* / С. А. Валиев. – М. : Машиностроение, 1973. – 176 с.
4. Калюжний О. В. *Виготовлення складових деталей виробу «балон» з заданими механічними властивостями zdeформованого металу* / О. В. Калюжний, В. В. Піманов // *Обработка материалов давлением : сборник научных трудов*. – Краматорск : ДГМА, 2010. – № 2 (23). – С. 117–121.

Калюжний В. Л. – д-р техн. наук, проф. НТУУ «КПІ»;

Запорожченко А. С. – аспірант НТУУ «КПІ»;

Піманов В. В. – аспірант НТУУ «КПІ».

НТУУ «КПІ» – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ.

E-mail: pimanov@ukr.net

Стаття надійшла до редакції 06.03.2012 р.