

УДК.621.983

Калюжний О. В.
Піманов В. В.**ВИГОТОВЛЕННЯ СКЛАДОВИХ ДЕТАЛЕЙ ВИРОБУ «БАЛОН» З ЗАДАНИМИ МЕХАНІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ЗДЕФОРМОВАНОГО МЕТАЛУ**

В теперішній час досить широко в різних галузях промисловості і домашньому господарстві застосовуються 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. В існуючих джерелах по визначенню параметрів технологічних процесів листового штампування, зокрема витягування і відбортування, розрахунки зводяться до визначення кількості переходів для отримання необхідної геометричної форми виробів і знаходження силових режимів [1–2]. Практично відсутні дані по визначенню механічних властивостей здеформованого металу для вказаних процесів. Тому актуальним є використання сучасних методів для проведення чисельних експериментів, які дозволяють визначати силові режими, кінцеву геометрію виробів і величини зміцнення здеформованого металу. На кафедрі механіки пластичності матеріалів та ресурсозберігаючих процесів національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» розроблено спеціалізований пакет прикладних програм на базі методу скінчених елементів, який дозволяє створювати математичні моделі процесів холодного об'ємного та листового штампування і визначати параметри процесів на стадії проектування технології без доопрацювання їх трудомісткими з великою вартістю експериментальними роботами [3–6].

Метою даної роботи було на основі проведення чисельних експериментів розробити технологічний процес отримання складових деталей виробу «балон» об'ємом $0,01 \text{ м}^3$ з забезпеченими механічними властивостями здеформованого металу в стінці виробу, спроектувати і виготовити штампове оснащення для виготовлення дослідної партії виробів.

Розміри виробу «балон»: зовнішній діаметр 220 мм, висота 300 мм. Матеріал – малоуглецева сталь товщиною 1,5 мм. Запропонований варіант отримання даного виробу з двох складових деталей (дві половини), які в подальшому підлягали операції зварювання.

Складові деталі виробу «Балон» отримували витяжкою з плоскої заготовки діаметром 395 мм. За одну операцію отримували деталь з зовнішнім діаметром 220 мм і висотою 150 мм. Для отримання горловини в верхній складовій деталі виробу «балон» виконували операцію відбортування. Для даних процесів за допомогою вказаного пакету програм проведено математичне моделювання методом скінчених елементів, що дозволило визначити геометричні розміри деформуючого інструмента, силові режими процесів, кінцеві розміри деталей з заданими механічними властивостями здеформованого металу.

На рис. 1 показана розрахункова схема процесу витягування з притиском, розмірами матриці і пуансона, які в подальшому забезпечили необхідне зміцнення здеформованого металу. При моделюванні процесу в силу симетрії розглядали половину заготовки. На рис. 2 показаний розподіл відносної інтенсивності напружень $\sigma_1/\sigma_{0,2}$ в місці переходу від дна до стінки, що дозволяє оцінити зміцнення металу в стінці складової деталі виробу «балон» після деформування. Зміцнення металу в стінці при деформуванні збільшилось, в порівнянні з вихідними властивостями матеріалу, в 2,9 рази. Таким чином забезпечується необхідна міцність стінки виробу.

Для отримання другої складової деталі виробу «балон» необхідно формувати горловину шляхом відбортування. Для цього в донній частині деталі після витяжки отримували отвори діаметром 43 мм для відбортування. Розрахунковим шляхом вивчали вплив радіуса матриці на зміцнення здеформованого металу. Необхідною умовою було отримання мінімального

зміцнення, тому що в подальшому горловина підлягала розвальцюванню для закріплення фланцю на деталі. Проведені чисельні експерименти процесу відбортування без притиску заготовки. Здеформовані заготовки при різних радіусах матриць показані на рис. 3 (також в силу симетрії розглядали половину заготовки).

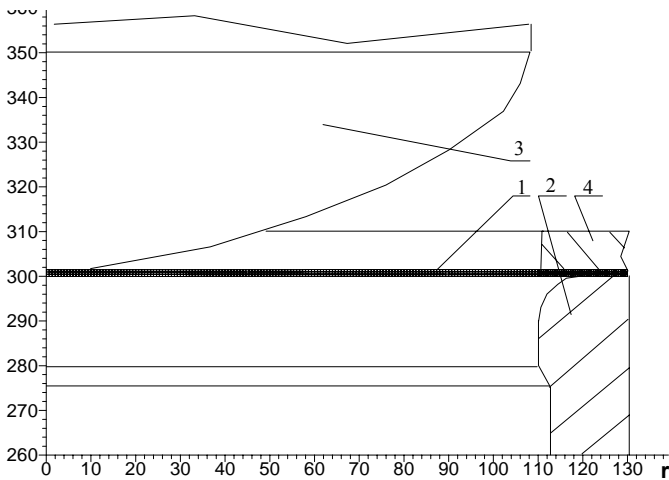


Рис. 1. Розрахункова схема процесу витягування сферичним пуансоном (розміри в мм):
1 – заготовка; 2 – матриця; 3 – пуансон;
4 – притиск

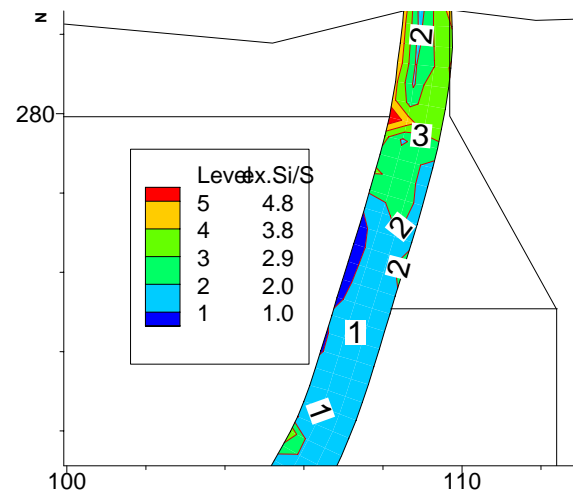


Рис. 2. Розподіл відносної інтенсивності напружень $\sigma_i/\sigma_{0,2}$ в місці переходу від сферичного дна до стінки

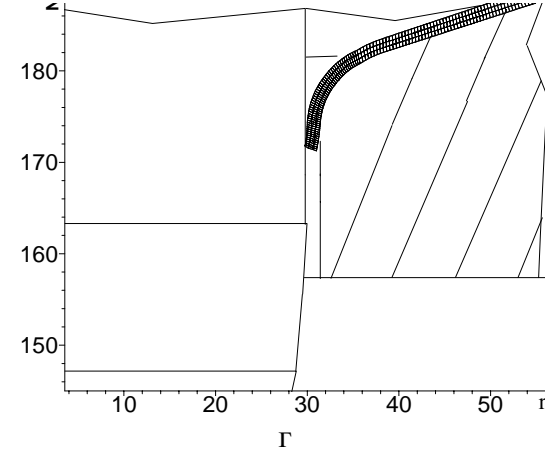
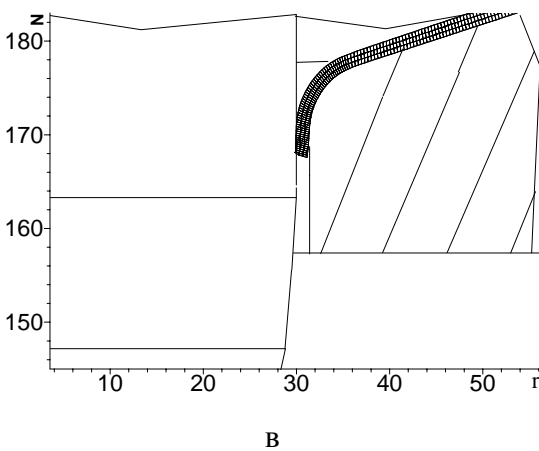
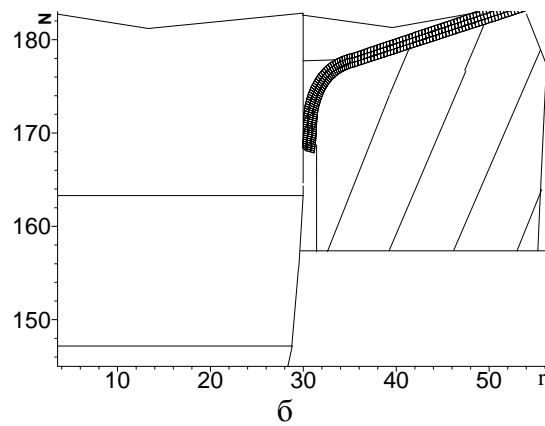
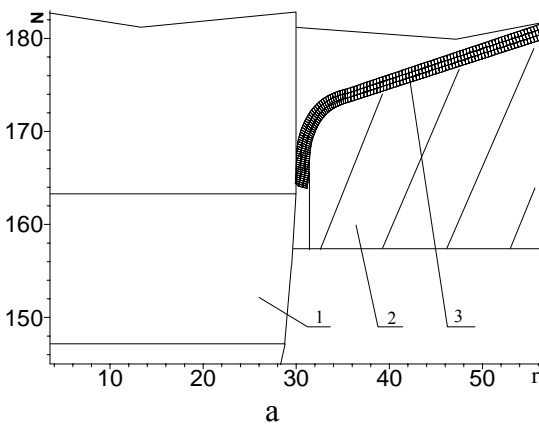


Рис. 3. Схеми процесу відбортування з zdeформованою сіткою при різних радіусах заокруглення матриць:

а – радіус матриці 3 мм; б – радіус матриці 5 мм; в – радіус матриці 7 мм; г – радіус матриці 9 мм

Розподіл відносної інтенсивності напружень $\sigma_i/\sigma_{0,2}$, при різних радіусах заокруглення матриць, показаний на рис. 4. При радіусі матриці 3 мм при відбортуванні проходить деформація заготовки вище горловини. Найбільше значення $\sigma_i/\sigma_{0,2}$ після відбортування досягається при радіусі матриці 5 мм, а найменше значення $\sigma_i/\sigma_{0,2}$ – при радіусі матриці 9 мм.

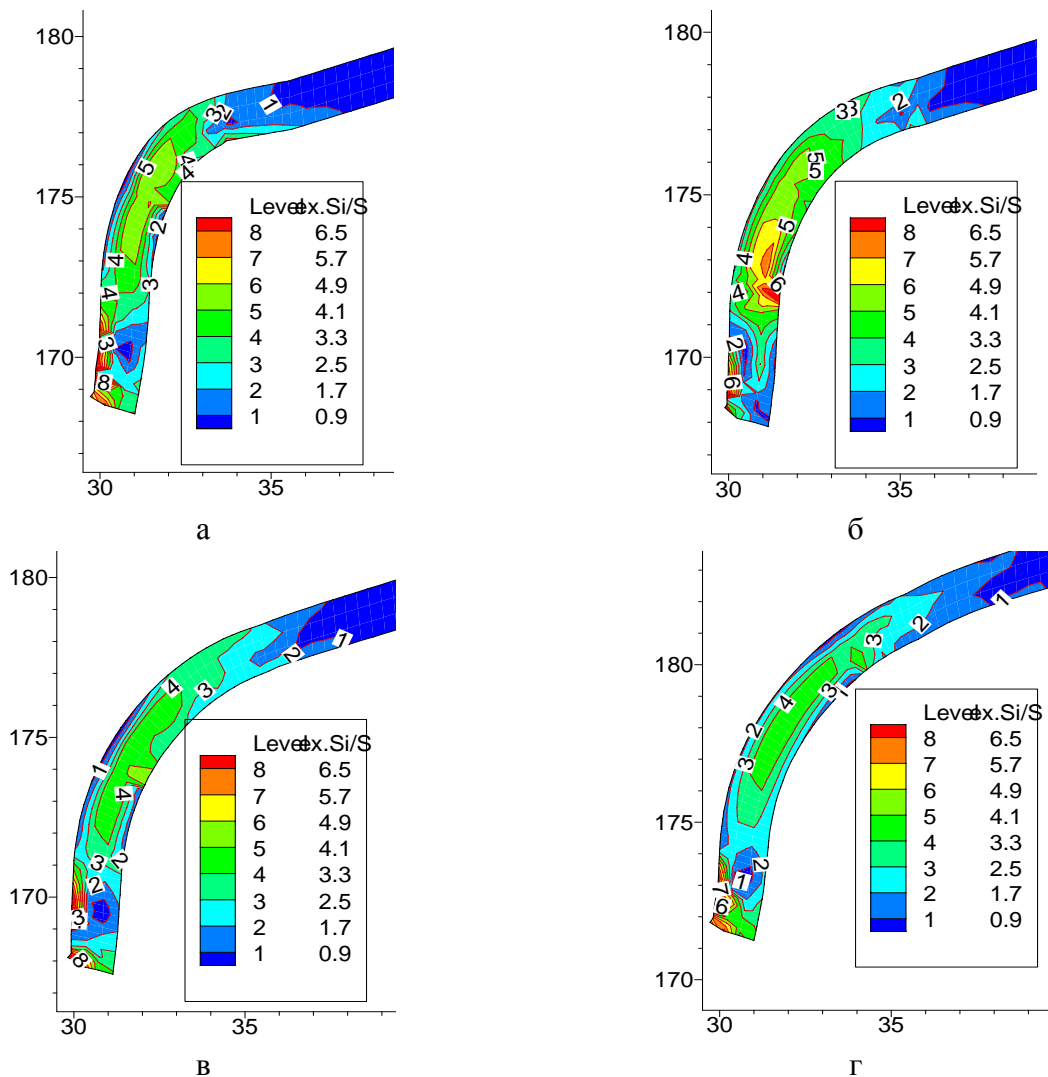


Рис. 4. Розподіл відносної інтенсивності напружень $\sigma_i/\sigma_{0,2}$ у відбортованій частині заготовки при різних радіусах матриць (розміри в мм):

а – радіус матриці 3 мм; б – радіус матриці 5 мм; в – радіус матриці 7 мм; г – радіус матриці 9 мм

На основі розрахунків було спроектовано універсальний штамп для витягування та відбортування складових деталей виробу «балон» (рис. 5).

Штамп складається з матриці 1, до якої болтами 8 закріплені жорсткий притискувач 2. Матрицю 1 встановлено на нижню плиту 6 на чотирьох опорах 5 і закріплено гвинтами 11. Пуансон складається з циліндричної частини 4, в яку встановлено сферичний торець 3 з вставкою 7. За допомогою болта 10 складові частини пуансону прикріплюються до верхньої плити 9.

Штамп з комплектом інструментів для відбортування показаний на рис. 6. Для відбортування на нижню плиту 6 встановлюється матриця 14 з кільцем 15 для фіксації заготовки перед відбортуванням. В сферичний торець 3 пуансона для витягування встановлювали пуансон для відбортування 13 (рис. 6). Згідно кресленням був виготовлений штамп для витягування і комплект інструментів для відбортування. Штамп встановлювали на гідравлічному пресі ДБ2432 зусиллям 1,6 МН (рис. 7).

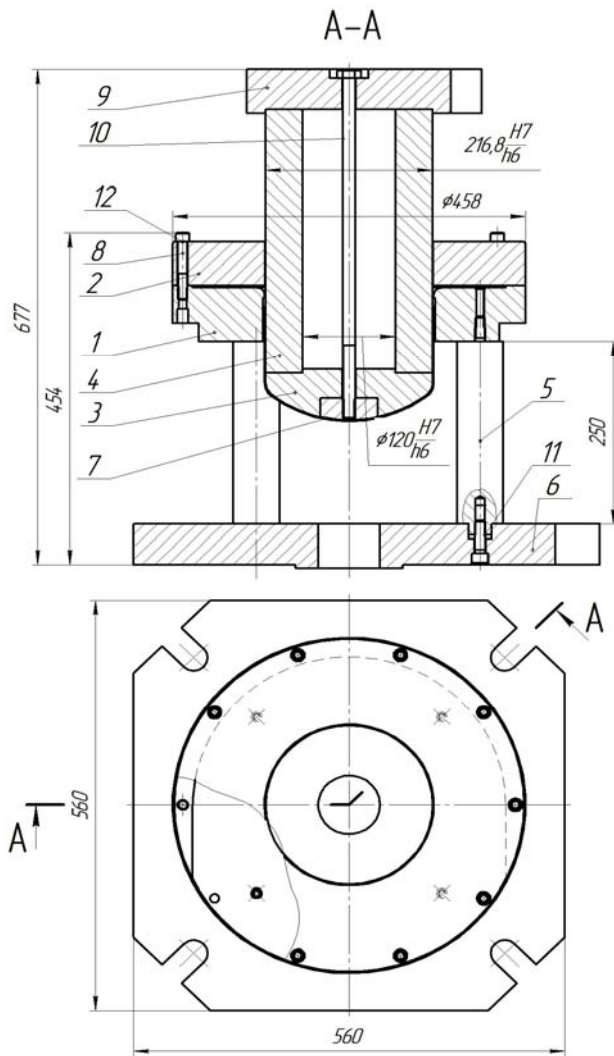


Рис. 5. Штамп для витягування

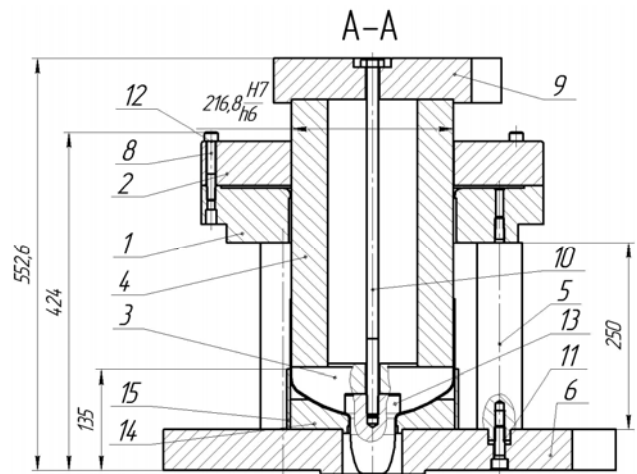


Рис. 6. Штамп з комплектом інструментів для відборування



Рис. 7. Штамп для витяжки, який встановлено на гідравлічному пресі ДБ2432 зусиллям 1,6 МН

Заготовки, які отримані витяжкою показані на рис. 8. Далі всі заготовки обрізалися по висоті для видалення фестонів після витяжки. В половині заготовок виконувались отвори для подальшого відборування горловини. Матриця та пуансон для відборування показані на рис. 9. Отримані складові деталі після відборування показані на рис. 10. В подальшому виконувалась операція зварювання складових деталей. Виріб «Балон» після зварювання показаний на рис. 11.



Рис. 8. Заготовки, які отримані витягуванням

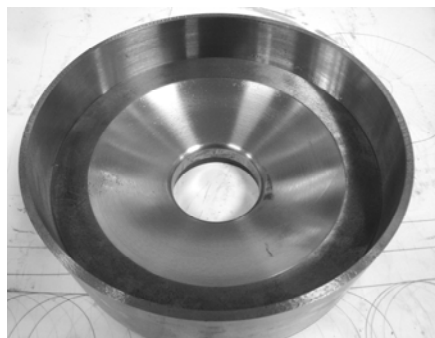


Рис. 9. Матриця та пуансон для відборування



Рис. 10. Відбортовані складові деталі виробу «балон»



Рис. 11. Виріб «балон», який зварено з двох отриманих деталей

ВИСНОВКИ

1. За допомогою методу скінчених елементів визначено геометричні розміри деформуючого інструмента, силові режими витягування та кінцеві розміри деталей з необхідними механічними властивостями zdeформованого металу однієї складової виробу «балон». Чисельними експериментами визначено геометричну форму деформуючого інструмента для відбортування горловини другої складової деталі вказаного виробу. На основі розрахунків було розроблено технологічний процес отримання складових деталей виробу «балон», спроектовано та виготовлено штамп для витягування, а також інструмент для відбортування.

2. Виготовлена дослідна партія складових деталей та отримані готові вироби «балон».

ЛІТЕРАТУРА

1. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение. – Ленингр. отд., 1979. – 520 с.
2. Ковка и штамповка : справочник. В 4 т. Т. 4. Листовая штамповка / Под ред. А. Д. Матвеева ; ред. совет : Е. И. Семенов (пред.) и др. – М. : Машиностроение, 1985–1987. – 544 с.
3. Калюжний В. Л. Расчетный анализ холодного выдавливания стаканов конусным пуансоном методом конечных элементов / В. Л. Калюжний // Удосконалення процесів та обладнання обробки металів тиском в металургії та машинобудуванні. – Краматорськ-Славянськ. – 2000. – С. 200–203.
4. Калюжний В. Л. Расчетно-экспериментальный анализ силовых режимов и качества деталей при холодном прессовании деталей из стали 45 с разной степенью деформации / В. Л. Калюжний // Вісник двигунобудування. – 2004. – № 1. – С. 139–144.
5. Силові режими та якість виробів при холодному видавлюванні порожнистих виробів із сталі в умовах прикладання розтягуючого зусилля до заготовки / В. Л. Калюжний, С. Ф. Сабол, О. В. Калюжний, В. В. Піманов // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник : Луцький національний технічний університет. – 2009. – Вип. 25, ч. 2. – С. 103–109.
6. Калюжний В. Л. Моделирование процесса вытяжки с утонением ступенчатым пуансоном заготовок из высокоуглеродистой стали / В. Л. Калюжний, О. В. Калюжний, В. В. Піманов // Технологические системы. – 2008. – № 4 (44). – С. 75–79.

Калюжний О. В. – канд. техн. наук, ст. викладач НТУУ «КПІ»;

Піманов В. В. – магістр НТУУ «КПІ».

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

E-mail: k_OMD@ukr.net