УДК 621.7.01

В.В. Савуляк

ВИГОТОВЛЕННЯ ВІСЕСИМЕТРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ ХОЛОДНИМ ЛИСТОВИМ ШТАМПУВАННЯМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглядається методика визначення раціональних параметрів процесу виготовлення заготовок з листових матеріалів вісесиметричних деталей пластичним деформуванням. Досліджено вплив геометричних параметрів заготовки та технологічного зазору між матрицею та пуансоном на пошкодженість матеріалу в об'ємі навколо пробитого отвору. Встановлено, що зміна розмірів заготовки та штампової оснастки дозволяє зменшити прогнозовану кількість браку за критерієм виникнення граничних пошкоджень на заключних операціях.

Ключові слова:, листовий матеріал, холодне пластичне деформування, гранична деформація, вирубування, пуансон, пошкодження.

Вступ

Деталь типу "Фланець ", виготовлені з листового матеріалу, знайшли широке застосування у різних виробах. На рисунку 1 показано приклад заготовок таких деталей. Основною проблемою у виготовленні зазначених заготовок пластичним деформуванням є виникнення та розвиток пошкоджень на циліндричній частині, яка формується витягуванням або відбортовуванням. В результаті емпіричного призначення розмірів оснастки для операцій деформування, коливання фізико-механічних властивостей листа виникають дефекти та брак. Кількість браку пов'язаного з наявністю тріщини може сягати 30% від партії деталей.

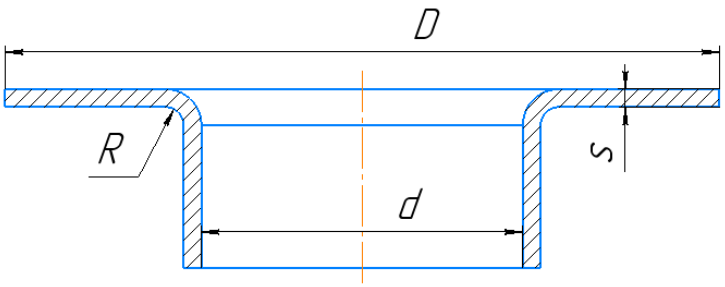

Рисунок 1 – Приклад заготовки деталі типу «Фланець»

Результати досліджень

В літературних джерелах [1, 2, 3] основними геометричними параметрами, що впливають на процес витягування, вважають: 1) радіус витяжного ребра матриці (радіус округлення на матриці) R; 2) радіус округлення торця пуансона; 3) зазор між пуансоном і матрицею; 4) розміри заготовки d (визначається пуансоном чи матрицею в залежності від способу формування) і D; 5) товщина листа заготовки.

З метою встановлення впливу геометричних параметрів на пошкодженість поверхонь заготовки розглянуто деталь типу «Фланець» з такими параметрами: внутрішній діаметр d – 28,3 мм, а зовнішній D – 62,7 мм, товщина листа – 2 мм. Тому, для розрахунків розмірів заготовки методом рівної ваги приймали діапазон зміни внутрішнього отвору під відбортування в межах від 10 до 35 мм та відповідні їм зовнішні діаметри в межах 59–68 мм.

Згідно різноманітних довідникових джерел для сталевих листів товщиною 2 мм рекомендовано приймати радіуси заокруглення матриці величиною від 12 до 20 мм.

За результатами розрахунків, проведених за допомогою програми Deform 2D3D, отримано

залежності впливу внутрішнього діаметра заготовки, радіуса заокруглення пуансона та величини зазору на пошкодженість матеріалу ψ. Ці залежності демонструють наявність локальних максимумів і мінімумів (рисунок 2 і 3), а у випадку зазору – його зростання призводить до поступового зменшення рівня пошкодженості циліндричної поверхні в процесі витягування.

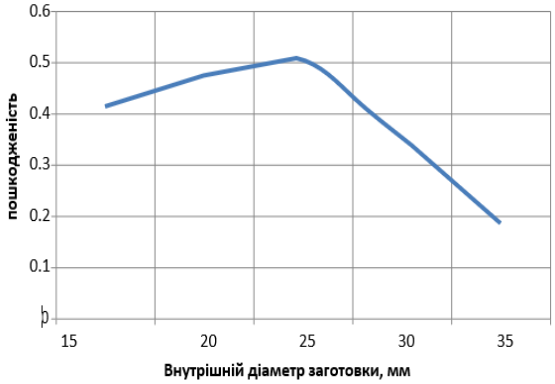

Рисунок 2 – Залежність пошкодженості матеріалу від діаметра отвору в заготовці

Рисунок 3 – Залежність пошкодженості матеріалу від радіуса заокруглення пуансону

З залежності, показаної на рисунку 2 випливає, що доцільно збільшувати діаметр отвору в заготовці, але не більше 30 мм, оскільки такі розміри не дозволяють отримувати необхідну геометричну форму.

Збільшення радіусу заокруглення пуансону (рисунок 3) призводить до поступового зменшення величини ψ за рахунок полегшення переміщення матеріалу листа вздовж пуансону і зменшення внутрішніх напружень. Разом з тим, подальше збільшення радіусу пуансону вище певної межі призводить до збільшення пошкодженості за рахунок збільшення взаємодії листа і пуансона. Отже мінімум пошкоджень проявляється при радіусах заокруглення пуансона в межах 2÷4 товщини листа s.

Збільшення зазору до 2s мм призводить до різкого зменшення пошкодженості матеріалу, проте випробування показали, що при таких зазорах втрачається форма деталі. Відтак більш доцільним є використання зазорів до 1.5s мм.

На основі вище наведених міркувань та розрахунків рекомендованими до використання на виробництві є заготовка з зовнішнім діаметром 64 мм та внутрішнім діаметром – 29 мм.

Відповідно до ГОСТ 9045-93 розсіювання параметрів пластичності сталі 08кп становить близько 30%. На основі [4,5] та величини інтенсивності деформацій під час витягування (e_u=0,5) можна сказати, що розсіювання величини пошкодженості в циліндричній частині деталі буде становити близько 0,6 (±0,3). Це означає, що частина деталей партії з середнім рівнем пошкоджень близьким до 0,7 матимуть тріщини та дефекти і цей параметр варіюватиметься від 0,4 до 1 в залежності від конкретних умов. При цьому частина деталей матиме приховані дефекти, що можуть проявити себе на стадії подальшої обробки, складання чи експлуатації..

Для визначення відсотку деталей у партії, що матимуть явні та приховані дефекти, та з метою врахування пошкоджень матеріалу (мікротріщини, надриви) після попередньої операції вирубування вважатимемо, що граничною величиною пошкоджень, які призводять до появи видимих дефектів і браку буде величина пошкоджень 0,8. Оскільки немає домінуючих факторів, що впливають на пластичність матеріалу, його міцність та рівень пошкодженості вважатимемо, що максимальна величина пошкодженість деталі в партії розподілиться за нормальним законом. Визначення кількості браку, у частинах, здійснюється на основі формули закону розподілу Гауса.

Відповідно до прийнятих допущень, був визначений відсоток браку для усередненого (прийнятого за середніми значеннями діапазонів параметрів) та уточненого варіантів

$$P_{браку} = 0,5 - Ф((0,5 - 0,423)/0,1) = 0,5 - 0,28 = 0,22.$$

Тобто очікується 22% браку. Для уточненого варіанту

$$P_{браку} = 0,5 - Ф((0,5 - 0,313)/0,1) = 0,5 - 0,465 = 0,035.$$

Таким чином, у випадку застосування уточнених параметрів очікується зменшення відсотку браку.

Висновки

1. На основі математичного моделювання процесу витягування деталі "Фланець" запропоновано уточнені параметри заготовки та елементи штампової оснастки – внутрішній діаметр заготовки встановити 29 мм, зовнішній діаметр заготовки – 64 мм, радіус заокруглення пуансону – 2÷4s, зазор між матрицею і пуансоном – 1.5s.

2. В результаті зміни розмірів заготовки очікувана відсоток дефектних і бракованих деталей зменшується з 22% до 3,5%.

3. Великий вплив на відсоток дефектних деталей, за умови інтенсивних деформацій, чинить розсіювання параметрів пластичності матеріалу, яка має кумулятивний ефект і зростає зі збільшенням інтенсивності деформацій матеріалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Калюжний, В. Л. Інтенсифікація технологій виготовлення виробу «Балон 180×184» / В. Л. Калюжний, А. С. Запорожченко, В. В. Піманов // Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск: ДГМА, 2012. – № 2 (31). – С. 136–140.

2.Yang, C. Blank Shape Design for Sheet Metal Forming based on Geometrical Resemblance / C. Yang, P. Li, L. Fan //Procedia Engineering. – 2014. – 81. – P. 1487-1492. – doi: 10.1016/j.proeng.2014.10.178.

3.Altinbalik, T. Numerical and experimental study of sheet thickness variation in deep drawing processes / T.Altinbalik, A. Tonka // International Journal of Modern Manufacturing Technologies. – 2012. – IV № 2. – P. 9 – 16.

4.Писаренко В. Г. Вплив різнотовщинності листових зразків для випробувань на розтяг на поверхню граничних деформацій [Текст] / В. Г. Писаренко, В. В. Савуляк, В. Є. Билічкіна // Проблеми трибології. – 2014. – № 4. – С. 106–111.

5.Савуляк В. В.Оцінка розсіювання значення використаного ресурсу пластичності для процесів обробки тиском листових матеріалів / В. В. Савуляк, В. Г. Писаренко, Р. О. Мордач, М. О. Мордач// Наукові нотатки. – 2016. - Вип. 54. - С. 268-272.

Савуляк Віктор Валерійович — к.т.н., доцент, доцент кафедри технології та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vvsav81@gmail.com.

MANUFACTURE OF AXISYMMETRIC PARTS BY COLD SHEET STAMPING

Abstract

The work deals with the method of determining the rational parameters of the process of manufacturing workpieces from sheet materials of axisymmetric parts by plastic deformation. The influence of the geometric parameters of the workpiece and the technological gap between the matrix and the punch on the damage of the material in the volume around the punched hole was investigated. It has been established that changing the dimensions of the workpiece and die tooling allows to reduce the predicted number of defects based on the criterion of the occurrence of marginal damage in the final operations.

Keywords: sheet material, cold plastic deformation, ultimate deformation, cutting, punching, damage.

Savulyak Victor V. — Associated Professor, Ph.D., Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vvsav81@gmail.com.