

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ХОЛОДНИМ ЛИСТОВИМ ШТАМПУВАННЯМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Підвищення якості виробів досягається шляхом прогнозування кількості браку для обраних параметрів заготовки та технологічного процесу, вивченням залежностей пошкодженості виробу від геометричних параметрів заготовки та технологічного зазору між матрицею та пуансоном.

Ключові слова: пошкодженість, якість виробів, листовий матеріал, холодне пластичне деформування.

Abstract

Improving the quality of products is achieved by predicting the number of defects for the selected workpiece parameters and manufacturing process, studying the dependence of the damage of the product on the geometric parameters of the workpiece and the technological gap between the matrix and the punch.

Keywords: damage, quality of products, sheet material, cold plastic deformation.

Вступ

Деталь типу "Фланець" часто використовують для встановлення в них додаткових елементів або деталей. Через це основною вимогою до деталі є її цілісність (відсутність надривів, тріщин тощо) та форма. В результаті експериментального підбору розмірів заготовки, різновтовщинності та неоднорідності та механічних властивостей листового матеріалу в процесі виготовлення холодним пластичним деформуванням виникають дефекти та брак. Кількість браку може сягати 50%, з яких 95% деталей мають один з двох дефектів – наявність тріщин або недостатня товщина стінки.

Загальний вид деталі "Фланець" та типові дефекти при виготовленні показані на рисунку 1.

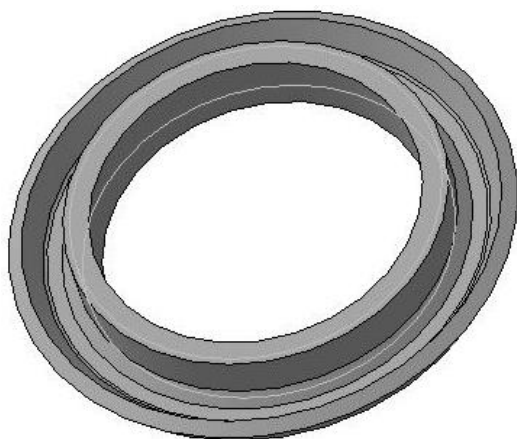


Рисунок 1 – Загальний вид та типові дефекти деталі "Фланець"

Результати досліджень

До основних геометричних факторів, що впливають на процес витягування відносять: 1) радіус витяжного ребра матриці (радіус округлення на матриці); 2) радіус округлення торця пуансона; 3) зазор між пуансоном і матрицею; 4) розміри заготовки.

Відповідно до виробничої документації внутрішній діаметр становить 28,3 мм, а зовнішній – 62,7 мм. Тому, для розрахунків приймали діапазон зміни внутрішнього отвору заготовки від 10 до 35 мм та відповідні їм зовнішні діаметри.

Зазор між пуансоном і матрицею визначаємо на основі виразу (1) та результати розрахунків заносимо в таблицю 1 [1].

$$z = S \left(1 + 0,05 \sqrt{\frac{10}{S}} \right) c \sqrt{k} . \quad (1)$$

де $k = \frac{D}{d}$, $c = 0,84-0,87$ (для сталі), $c = 0,8-0,82$ (для латуні).

Таблиця 1 – Величина зазору в залежності від розмірів заготовки

Зовнішній діаметр, мм	59	60	62	63	65	67,9
Зазор, мм	4,24	4,28	4,35	4,38	4,45	4,55

Для розмірів вказаних в технічній документації зазор становить 3,6 мм, що вказує на можливість защемлення заготовки і потоншення листа.

Рекомендованими радіусами заокруглення для сталі товщиною 2 мм для матриці є величини від 12 до 20 мм.

За результатами розрахунків, проведених за допомогою програми Deform 3D, побудовано залежності впливу внутрішнього діаметра заготовки, радіуса заокруглення пуансона та величини зазору на пошкодженість матеріалу (рисунки 2-4).

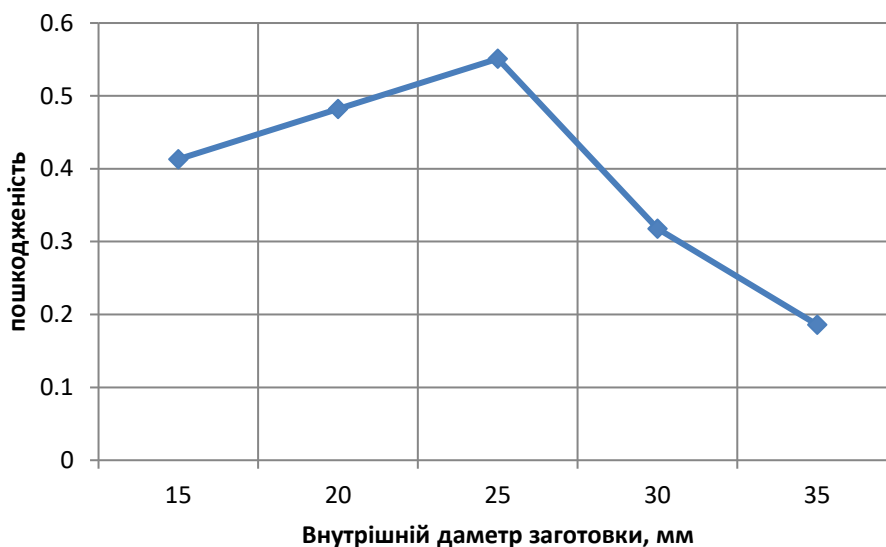


Рисунок 2 – Залежність пошкодженості матеріалу від внутрішнього діаметра заготовки

З рисунку 2 слідує, що найбільший рівень пошкодженості матеріалу спостерігається в діапазоні внутрішніх діаметрів заготовки 22–28 мм, яким відповідають зовнішні діаметри заготовки 62-64 мм. Разом з тим, при збільшенні внутрішнього діаметра заготовки більше 30 мм величина пошкодженості різко зменшується водночас з втратою деталлю необхідної геометричної форми. Таким чином, для зменшення пошкодженості доцільно обирати внутрішній діаметр заготовки близько 30 мм, а зовнішній – 63 мм.

Рисунок 3 демонструє мінімум пошкодженості за умови застосування радіусів заокруглення пуансона в межах 4-7 мм.

Рисунок 4 показує, що збільшення зазору до 4 мм призводить до різкого зменшення пошкодженості матеріалу, проте випробування показали, що при таких зазорах втрачається форма деталі. Відтак більш доцільним є використання зазорів до 3 мм.

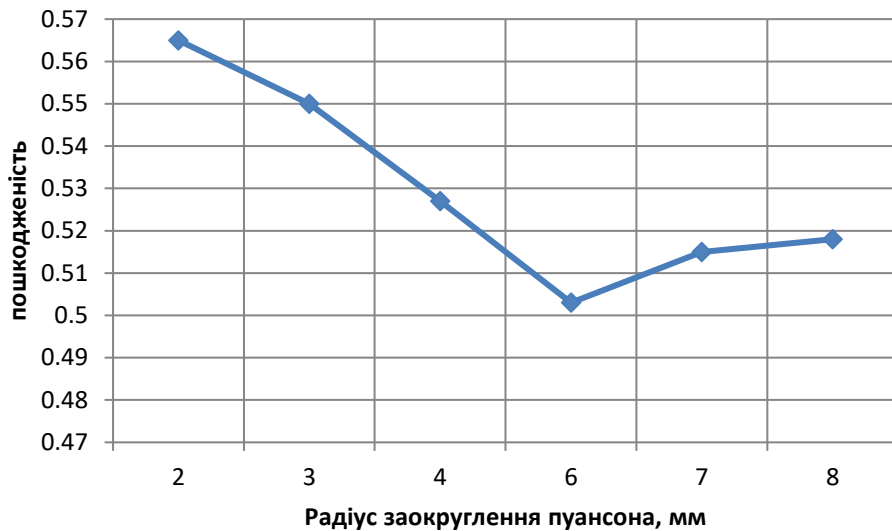


Рисунок 3 – Залежність пошкодженості матеріалу від радіуса заокруглення пуансону

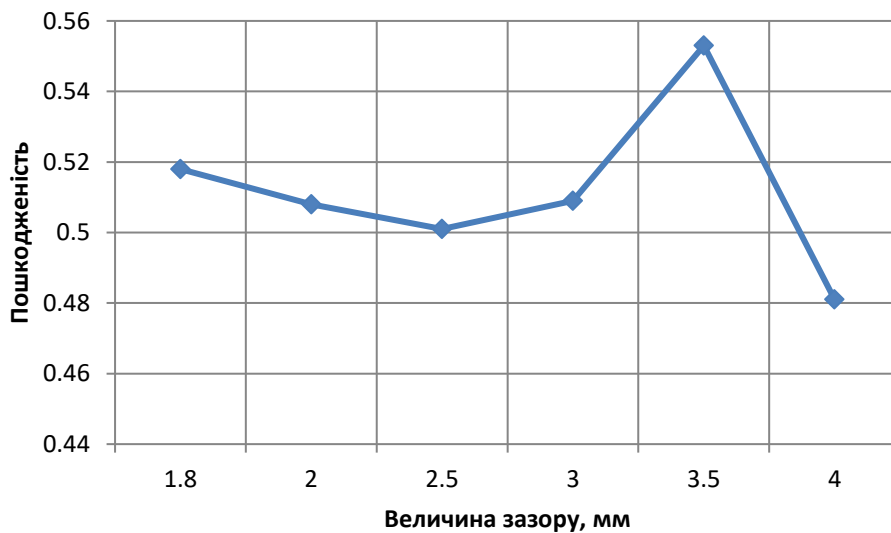


Рисунок 4 – Залежність пошкодженості матеріалу від зазору між матрицею і пуансоном

На основі вище наведених міркувань та розрахунків рекомендованими до використання на заводі, з урахуванням наявного технологічного процесу та оснащення, є заготовка з зовнішнім діаметром 64 мм, внутрішнім діаметром – 29 мм.

Відповідно до ГОСТ 9045-80 розсіювання параметрів міцності(пластичності) сталі 08кп становить близько 30%. На основі [2,3] та величини інтенсивності деформацій ($\epsilon_u=0,5$) можна сказати, що розсіювання величини пошкодженості буде становити близько 0,6 ($\pm 0,3$). Це означає, що частина деталей партії з середнім рівнем пошкодження близьким до 0,7 обов'язково матимуть тріщини та дефекти.

Для визначення кількості дефектних деталей у партії, та з метою врахування пошкоджень матеріалу (мікротріщини, надриви) після попередньої операції вирубівання 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 пошкодженість деталі в партії розподілиться за нормальним законом. Визначення кількості браку, у частинах, здійснюється на основі формули закону розподілу Гауса.

Відповідно до прийнятих допущень, розрахункова кількість браку для заводської деталі "Фланець" визначатиметься виразом

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

Тобто очікується 22% браку.

Для модернізованого варіанту

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

Таким чином, в покращеному технологічному процесі очікувана кількість браку становитиме 3,5%.

Висновки

1. На основі математичного моделювання процесу витягування деталі "Фланець" запропоновано модернізувати розміри заготовки та елементи штампової оснастки – внутрішній діаметр заготовки встановити 29 мм, зовнішній діаметр заготовки – 64 мм, радіус заокруглення пуансону – 5 мм, зазор між матрицею і пуансоном – 1,8 мм.

2. В результаті зміни розмірів заготовки очікувана кількість браку зменшується з 22% до 3,5%.

3. Запропонована методика розрахунку може використовуватись для широкого спектру деталей та виробів, що отримуються холодною пластичною деформацією з листових матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. П. Романовский "Справочник по холодной штамповке", 6-е изд., Ленинград, Машиностроение, 1979 г.

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

3. 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. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2016_54_50

Артемчук Олег Юрійович – студент гр. 1ПМ-19м, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1im.15b.artemchuk@gmail.com

Савуляк Віктор Валерійович — к.т.н., доцент, доцент кафедри технології та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vsav81@gmail.com.

Savulyak Victor V. — Associated Professor, Ph.D., Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vsav81@gmail.com.

Artemchuk Oleh Y. – student 1PM-19m, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 1im.15b.artemchuk@gmail.com