

КАЛЮЖНИЙ О.В., канд.. техн. наук, ст. викл., НТУУ „КПІ”, м. Київ

РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ГОФРУВАННЯ ПОЛОСИ ІЗ МАЛОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ

Розглянутий розрахунковий аналіз методом скінчених елементів процес гофрування полоси з мало вуглецевої сталі. Визначені силові режими, напружено-деформований стан заготовки, встановлена кінцева геометрія виробу.

Ключові слова: розрахунковий аналіз, формоутворення гофр, силові режими, деформований

Рассмотрен расчетный анализ методом конечных элементов процесса гофрирования полосы из малоуглеродистой стали. Определены силовые режимы, напряженно-деформированное состояние заготовки, установлена конечная геометрия изделия.

Ключевые слова: расчетный анализ, формообразование гофр, силовые режимы, деформированное состояние

The design analysis of corrugating of strip made of low-carbon steel is considered by finite element method. Power modes, mode of deformation of workpiece are established. Final geometry of detail is determined.

Key words: design analysis, forming of crimp, power modes, strained state.

Гофровані полоси з маловуглецевої сталі використовують для виготовлення об'єднаних двотаврових балок, ферм колон і рам, які використовуються в будівельній промисловості. Гофри можуть бути у вигляді трапеції, прямокутні, трикутні, хвильові та інші. Використання таких виробів дозволяє суттєво знизити вагу будівельних металоконструкцій, збільшити швидкість виготовлення металоконструкцій, скоротити терміни будівельних робіт.

Гофрування полос невеликої довжини можливо виконати в штампі на гідравлічних пресах, причому розрахунок технологічних параметрів в основному зводиться до визначення розмірів вихідної заготовки по геометрії виробу та знаходження силових режимів [1,2]. Практично відсутні дані по визначенню на стадії проектування технології гофроутворення зміцнення здеформованого металу для прогнозування механічних властивостей, а також інформація про ступінь використання ресурсу пластичності для виявлення можливості руйнування листового металу при холодній формозміні. Тому технологія виготовлення будівельних профілів проектується і вказані властивості визначаються експериментальним шляхом, або на базі виробничого досвіду [3].

Мета роботи.

Метою даної роботи є встановлення можливості формоутворення гофр на полосі з маловуглецевої сталі розрахунковим шляхом методом скінчених елементів, отримання необхідних даних для проектування технологічного процесу і прогнозування механічних властивостей здеформованого металу.

Постановка задачі.

Процес гофроутворення моделювали з використанням ліцензійної скінчено-елементної програми DEFORM3D. Деформування листової заготовки розглядали

в пружно-пластичній постановці. Враховували тертя на контактуючих поверхнях, зміцнення zdeформованого металу, а також визначали ступінь використання ресурсу пластичності. Деформуючий інструмент вважався абсолютно жорстким. Розміри вихідної заготовки: довжина 560 міліметрів (мм), ширина 330 мм, товщина 2 мм. Розміри деформуючого інструменту наведені на рис. 1. Процес формування гофр розподіляли на певну кількість кроків навантаження до отримання кінцевої геометрії виробу.

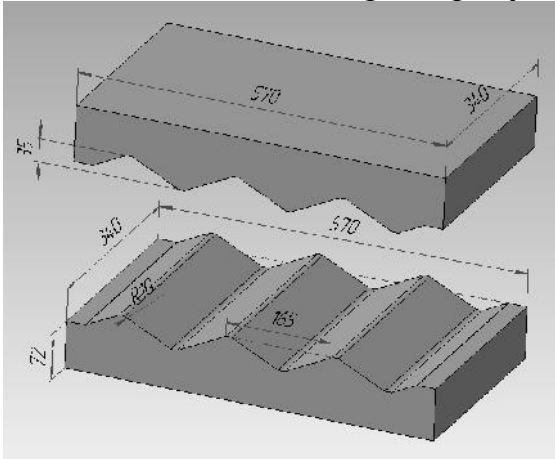


Рис. 1. Розміри деформуючого інструменту для гофроутворення

Результати досліджень.

На рис. 2 представлені залежності зусилля деформування від переміщення пуансона. На першій стадії формоутворення гофр гнуттям зусилля зростає повільно і досягає максимального значення 250 КН.

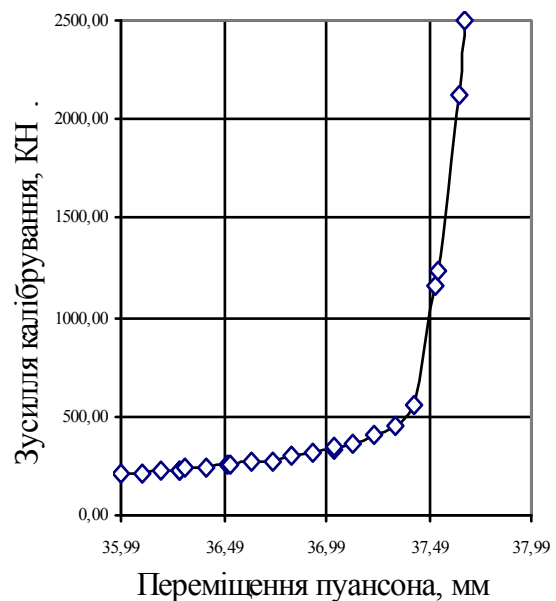
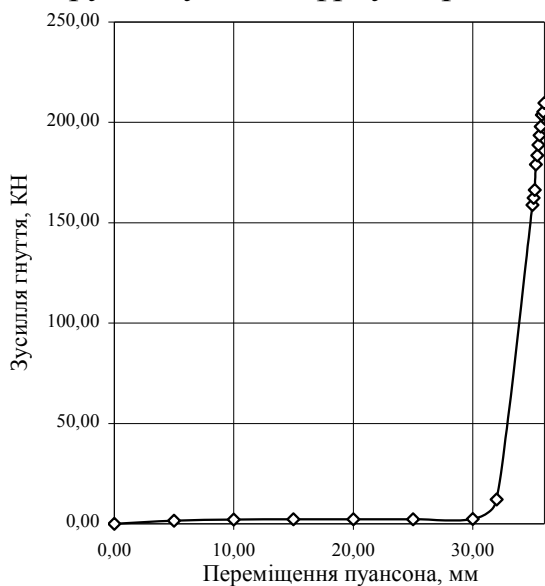


Рис. 2. Залежність зусилля деформування від переміщення пуансона: а) на стадії гнуття; б) на стадії калібрування

На другій стадії калібрування зусилля інтенсивно зростає до значення 2500 КН.

Здеформована полоса, в порівнянні з вихідною заготовкою, показана на рис. 3. Моделюванням визначений напружено-деформований стан по об'єму zdeформованої заготовки. Ступінь використання ресурсу пластичності zdeформованого металу досягає максимального значення 0,4. Тому процес формоутворення гофр проходить без руйнування металу. Для



Рис. 3. Вихідна та zdeформована полоса

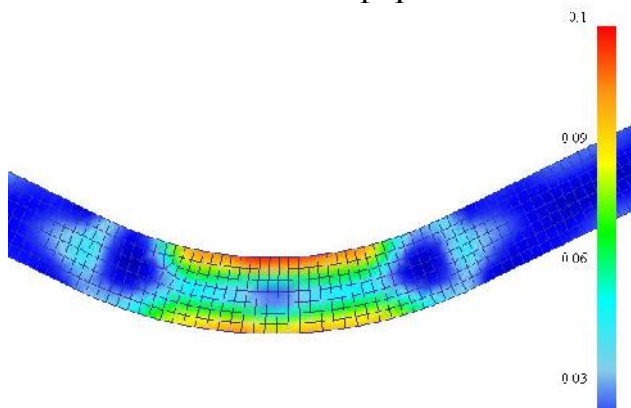


Рис. 4. Розподіл інтенсивності деформацій



Рис. 5. Металоконструкція, яка виготовлена з використанням гофрованої полоси

Визначене зміцнення zdeформованого металу, що дозволяє прогнозувати механічні властивості zdeформованої полоси.

3. На основі результатів розрахунків розроблена технологія гофроутворення полос. Виготовлена металоконструкція з отриманих полос.

Список літератури: 1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 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. Плеснецов Ю.А. Новая технология валковой формовки специальных деформационно упрочненных гнутых профилей с поверхностью противоскольжения для строительства. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2004. -6(12). – С. 71-72.

прикладу, на рис. 4. наведений розподіл інтенсивності деформацій на радіусі заокруглення гофри. Вказані деформації досягають значень до 10 %. В цьому місці можна

прогнозувати межу плинності zdeформованого металу 400 МПа.

На основі результатів розрахункового аналізу розроблена технологія гофрування полоси з мало вуглецевої сталі на гідравлічному пресі ДБ2436 зусиллям 4 МН. Металоконструкція, яка виготовлена з відштампованих заготовок представлена на рис. 5.

Висновки.

1. Методом скінчених елементів проведений розрахунковий аналіз гофрування полоси з мало вуглецевої сталі. Визначені силові режими деформування, напружено-деформований стан по об'єму zdeформованої заготовки.

2. Встановлена кінцева геометрична форма виробу.