

# МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОЕТАПНОГО БОКОВОГО ВИДАВЛЮВАННЯ ТА ОДНОЧАСНОГО ОСАДЖУВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ РЕБЕР НА ЦИЛІНДРИЧНІЙ ЗАГОТОВЦІ

Коваленко А. К., Тарасов О. Ф.

ДДМА, м. Краматорськ

Видавлювання заготовок з металопрокату є однією з основних заготовчих операцій в технології виробництва заготовок з ребрами. Забезпечення необхідної міцності деталей вимагає застосування спеціальних методів обробки, в тому числі і застосування інтенсивної пластичної деформації (ІПД) для попередньої підготовки мікроструктури заготовок, оскільки традиційні методи обробки металів не завжди гарантують отримання потрібного комплексу властивостей. Застосування технологічних схем ІПД дозволяє виконати попередню підготовку матеріалу заготовки і знизити кількість переходів і трудомісткість наступного штампування поковок.

На сьогодні найбільш універсальним методом вирішення задач визначення напружено-деформованого стану (НДС) твердого тіла є метод скінченних елементів (МСЕ), за допомогою якого вирішують задачі теорії пластичності. Для побудови геометричних моделей деталі, пуансонів і матриць доцільно використовувати САД-систему з подальшою взаємодією з САЕ-системою для проведення досліджень НДС матеріалу в процесі деформування заготовки. В якості САД-системи застосовували SolidWorks. Моделювання деформування матеріалу виконували з використанням МСЕ, який реалізований в САЕ-системі QForm 2D/3D. Дана система обрана, оскільки забезпечує визначення НДС та інших параметрів заготовки в процесі деформування. При моделюванні використовували розрахункову схему (рис. 1, а), яка включала заготовку 1, матрицю 2 з пазами 3 і два пуансона - нижній 4 і верхній 5 [1].

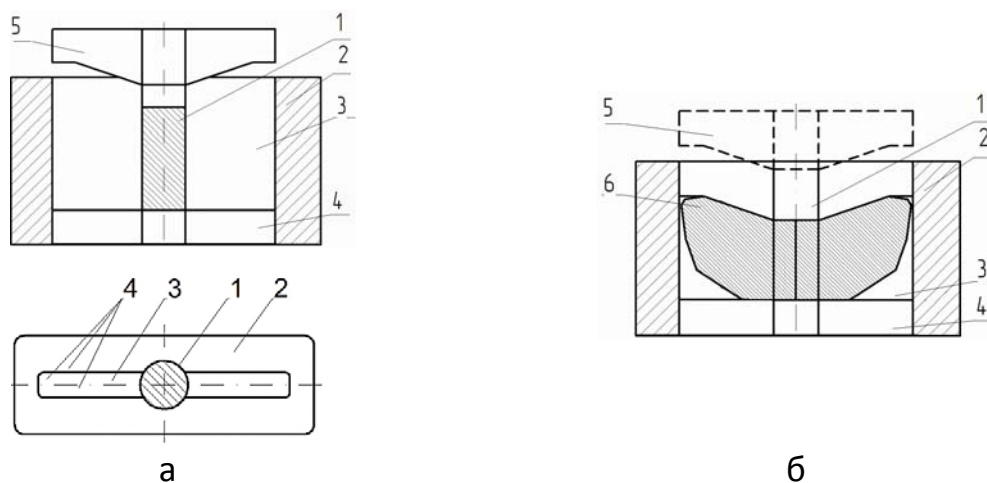


Рисунок 1 – Схема деформування заготовки:

а – вихідний вигляд; б – проміжний результат деформації заготовки;  
1 – заготовка, 2 – матриця, 3 – ребра течії металу, 4, 5 – пуансоны

Проведення досліджень виконували для заготовок у вигляді циліндра, щоб з'ясувати вплив схеми течії металу в матриці на НДС заготовки. В даному випадку виконували суміщення процесу плоскої течії металу в двох протилежних напрямках з одночасним осадженням заготовки. Для формування необхідної мікроструктури матеріалу виконували декілька етапів деформації зі зміненням форми пуансонів.

В ході моделювання застосовували варіанти верхнього пуансону з різними кутами нахилу граней до горизонталі, з метою знаходження раціональних значень, для пошуку найкращих значень параметрів пуансонів застосовували метод прямого перебору з деякої вибірки. Кути нахилу граней верхнього пуансона змінювалися від  $7.5^\circ$  до  $20^\circ$ . Для моделювання використовували заготовки з спеченого порошкового титану ВТ6, з геометричною моделлю заготовки  $\text{Ø}40 \times 80$  мм. Температура пресування становила від  $750^\circ\text{C}$  до  $1000^\circ\text{C}$ , ширина пазів матриці змінювалась від 8 до 15 мм. Під час моделювання використовували закон тертя запропонований А. Н. Левановим, приймали фактор тертя у діапазоні від 0.05 до 0.3.

Моделювали поетапне переміщення верхнього пуансона (рис. 1, б) та повертання матриці із заготовкою на кут  $180^\circ$  вздовж горизонтальної осі на декількох етапах деформування. При проходженні циклу переміщення верхнього пуансона та повертання матриці відбувається повторна деформація зі зміною напрямку деформування. Реалізовано декілька варіантів маршрутів деформування.

В результаті, накопичена інтенсивна пластична деформація заготовки в найбільшій області мала значення  $\varepsilon > 2$ . Біля вільної грані накопичена деформація заготовки складала  $\varepsilon \leq 1,5$ .

Під час видавлювання на гранях заготовки утворювалися області з розтягувальними та стискальними напруженнями, при цьому найбільш небезпечною з приводу руйнування металу є область на відстані 15–30 мм від центру заготовки, де з'являються найбільші розтягувальні напруження, оскільки при повертанні матриці із заготовкою відбувається зміна напрямку деформування заготовки в пазах матриці, що призводить до виникнення розтягувальних напружень на нижній грані заготовки. Чисельно розтягуючі напруження заготовки в області близько нижньої грані дорівнювали 120–140 МПа.

Запропонована схема моделювання процесу видавлювання ребер з осадкою заготовки із застосуванням схеми ПД циліндричних заготовок МСЕ дозволяє виявити розподіл деформацій та розтягувальні напруження на гранях заготовки.

Аналіз впливу технологічних параметрів процесу осаджування на напружено-деформований стан заготовок з ребрами показав, що кут верхнього пуансону не повинен бути більшим ніж  $10^\circ$ , оскільки при більших значеннях кута верхнього пуансону, зростають розтягувальні напруження; зменшення ширині пазу матриці також призводить до збільшення розтягувальних напружень, ширина пазу  $b$  має бути не менше ніж  $b = d / 8$ , де  $d$  – діаметр заготовки; зростання температури призводить до утворення бочки на вільній грані заготовки.

Застосування виявлених залежностей дозволить зменшити трудомісткість процесу моделювання процесу виготовлення циліндричних заготовок з ребрами за схемою ІПД.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 122492 Україна, МПК В22F 3/00, В22/F 3/02. Спосіб бокового видавлювання деталей з радіальними ребрами / О. Ф. Тарасов., О. В. Алтухов, А. К. Коваленко. – № и 201707816 ; заявл. 25.07.2017 ; опубл. 10.01.2018, Бюл № 1.

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІДДАЛЕНОГО УПРАВЛІННЯ САД-СИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

**Колюкін Я. О., Добряк С. К.**

*ДДМА, м. Краматорськ*

Актуальність теми. В даний час йде широкий розвиток інтернет-технологій. Збільшується швидкість передачі даних, а з ними збільшується і можливість використання інтернету в різних сферах. Зараз швидкість інтернету досягло такого рівня, що стало доступно використання віддаленого управління комп'ютером. Додаток, який може віддалено підключитися до комп'ютера або сервера, де встановлена САД-система, дозволить працювати в будь-якому місці, де є швидкісна мережа інтернет, з можливістю застосування малопотужного комп'ютера, адже в даний час не у всіх є фінанси для придбання потужного устаткування для безперебійної роботи в САД-системі. Тому дана тема є актуальною.

Програмний комплекс буде розроблятися на мові програмування C# з застосуванням середовища розробки Microsoft Visual Studio. Ця мова підходить для виконання даного завдання, так як вона підтримує .NET, а так же, дає можливість працювати з API САД-системи, що полегшує розробку програми.

Для реалізації віддаленого управління буде використовуватися X Window System – це віконна система, що забезпечує стандартні інструменти та протоколи для побудови графічного інтерфейсу користувача. А так же пропріетарний протокол віддаленого робочого стола прикладного рівня – RDP.

Основною САД-системою для виконання початкового програмного комплексу є SolidWorks. Дана система багата API, що є обов'язковою умовою для роботи нашого програмного комплексу.

Мета роботи – дослідження питання реалізації віддаленого управління САД-системою на основі глобальної мережі інтернет, для економії часу та зменшення витрат.

Для досягнення мети поставлені такі завдання:

- проаналізувати літературні джерела;
- розробити методи дослідження варіантів реалізації віддаленого управління;
- провести дослідження щодо вибору оптимальної САД системи для роботи програмного комплексу;