

УДК 621.7-621. 983

АНАЛІЗ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОЦЕСУ БЕЗВІДХІДНОГО ВІДРІЗАННЯ ЗАГОТОВОК ІЗ КРУГЛОГО ПРОКАТУ ЗСУВОМ В ШТАМПІ НА ПРЕСІ

Калюжний В.Л., Русаков Р.Л., Касян Д.В.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація. Методом скінченних елементів створено математичну модель та проведений аналіз процесу неповністю відкритого відрізання заготовок із круглого прокату зсувом в штампі на пресі. Наведена і описана схема штампа для неповністю відкритого відрізання заготовок із круглого прокату за допомогою рухомого пластинчатого ножа в нерухомому втулочному ножі. Встановлені залежності осьового та поперечного зусиль відрізання на рухомому ножі від його переміщення. Визначено напружено-деформований стан в осередку деформації при відрізанні. По величині інтенсивності напружень виявлено напрямок розвитку в прутку тріщини від нерухомого до нерухомого ножа. Представлений розподіл питомих зусиль на ножах при максимальному зусиллі відрізання.

Ключові слова: відрізання заготовок, круглий прокат, метод скінченних елементів, зусилля відрізання, пластинчатий ніж, втулочний ніж, напруження, деформації.

Вихідні заготовки із круглого прокату під подальше формоутворення виробів процесами холодного об'ємного штампування в основному отримують способами відрізання на токарних верстатах та відрізанням зсувом в штампах на пресах. Процес відрізання зсувом в штампах на пресах характеризується високою продуктивністю та являється практично безвідхідним в порівнянні з отриманням заготовок на токарних верстатах [1].

Схема процесу неповністю відкритого відрізання заготовок із круглого прокату зсувом в штампі на пресі приведена на рис. 1. Пруток 1 діаметром d встановлюють для відрізання заготовок через нерухомий втулочний ніж 2, який розміщений в корпусі 3. Втулочний ніж має отвір діаметром d_n . Корпус 3 закріплений на нижній плиті штампа 4. Переміщення прутка обмежено упором 5, який визначає довжину заготовки l , що відрізається. Рухомий втулочний ніж 6 закріплений в корпусі 7, а корпус 7 зафіксований до верхньої плити 8 штампа. Обидва ножі мають ширину розміром b . Відрізання заготовки виконується при переміщенні верхньої плити 8 з ножом 6 вниз і отримана заготовка скочується по похилій конусній поверхні лотка 9. Між прутком 1 і нерухомим ножом 2 має місце поперечний зазор z_n . Рухомий і нерухомий ножі встановлені на плитах штампу з осьовим зазором z_{oc} між собою.

Метою роботи є використання метода скінченних елементів для встановлення параметрів

неповністю відкритого відрізання заготовок із круглого прутка в штампі на пресі.

Моделювання процесу відрізання виконували за допомогою метода скінченних елементів з використанням програми DEFORM. Розрахункова схема на початку відрізання зображена на рис. 2. Розрахункова схема на початку відрізання зображена на рис. 2. Пруток 1 діаметром $d=10$ мм із низьковуглецевої гарячекатаної сталі 10 встановлений в отворі нерухомого втулочного ножа 2. Відрізання виконується за допомогою рухомого пластинчатого ножа 3. Розміри ножів по ширині $b=12$ мм. Осьовий зазор між ножами має величину $z_{oc}=0,5$ мм. Діаметр отвору втулочного ножа $d_n=1,5$ мм, а пластинчатий ніж має проточку діаметром 10,5 мм (зазор $z_n=0,5$ мм). Заготовка, що відрізається, має ширину $l=10$ мм. Положення ножів при максимальному значенні зусилля відрізання та в кінці відрізання представлені на рис. 3. На рис. 3а наведене положення ножів при максимальному значенні зусилля відрізання. При цьому переміщення рухомого ножа склало 3 мм. Положення ножів в кінці відрізання зображене на рис. 3б. Проходить відокремлення заготовки з отриманням впадини на торці прутка.

Залежності зусиль, яке витримує рухомий ніж, при відрізанні представлені на рис. 4. На рис. 4а наведена залежність осевого зусилля P_o на рухомому ножі від його переміщення показана на рис. 4а. Зусилля спочатку зростає до моменту співпадіння розвитку тріщин, які

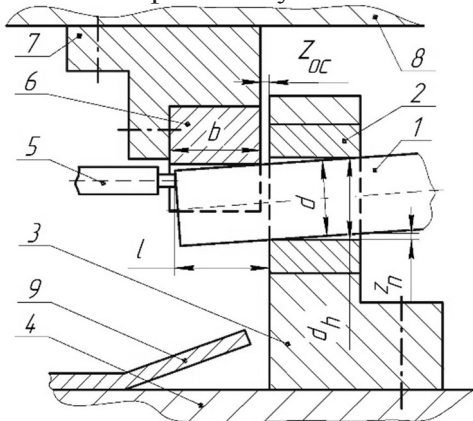


Рис. 1 - Схема процесу неповністю відкритого відрізання заготовок із круглого прокату зсувом в штампі

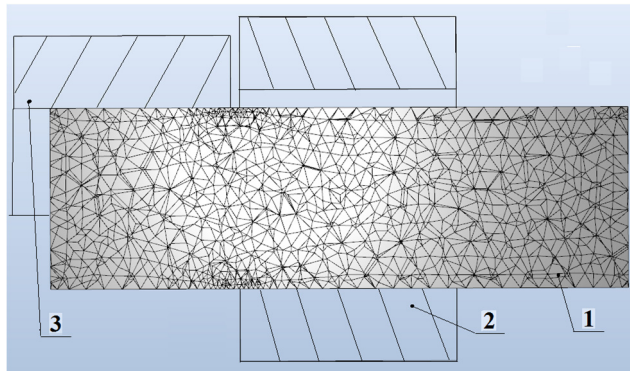
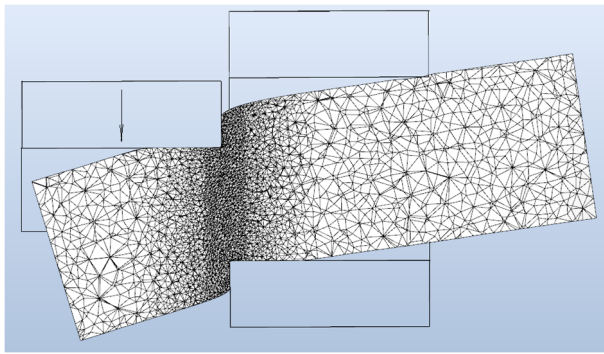
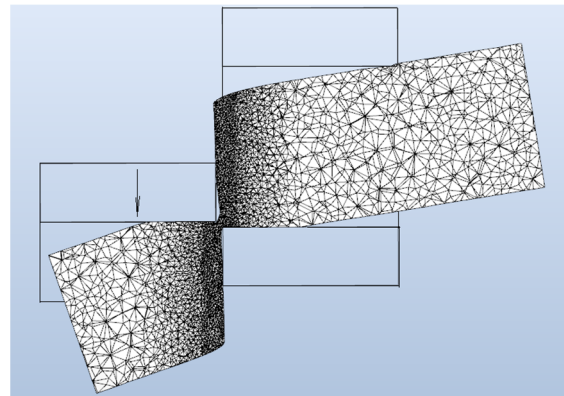


Рис. 2 – Розрахункова схема процесу неповністю відкритого відрізання заготовок із круглого прокату зсувом в штампі



а



б

Рис. 3 - Положення ножів: а – при максимальному значенні зусилля відрізання, б – в кінці відрізання



а



б

Рис. 4 – Залежності зусиль, яке витримує рухомий ніж, при відрізанні: а – залежність осевого зусилля на рухомому ножі від його переміщення, б – залежність поперечного зусилля на рухомому ножі від його переміщення

розвиваються в прутку від рухомого ножа та нерухомого ножа в напрямку осі прутка. Далі зусилля зменшується до повного відокремлення заготовки від прутка. При відрізанні обидва ножі витримують зусилля в поперечному напрямку (розпирююче зусилля P_p), яке необхідно враховувати при проектуванні штампового оснащення для відрізання. Залежність

поперечного зусилля від переміщенні рухомого ножа приведена на рис. 4б. Максимальне значення поперечного зусилля складає величину $P_p \approx 0,3P_0$, що відповідає даним джерела [1].

Розрахунковим шляхом встановлений напружено-деформований стан в осередку деформації, який виникає в прутку при відрізання. На рис. 5 наведений розподіл інтенсивності напружень σ_i , яка виникає при максимальному зусиллі відрізання. Розподіл показує розвиток тріщин від рухомого та нерухомого ножів в напрямку осі прутка при різанні.

Для проектування штампового оснащення необхідно знати розподіл величини питомих зусиль на ножах. Найбільші значення вказаних зусиль також виникають при максимальному зусиллі відрізання. Питомі зусилля можна оцінити по розподілу нормальних напружень σ_n , який наведений на рис. 6. Величини цих напружень в межах $\sigma_n = 1300 \div 1400$ МПа виникають на поверхні прутка в зоні торців рухомого та нерухомого ножів.

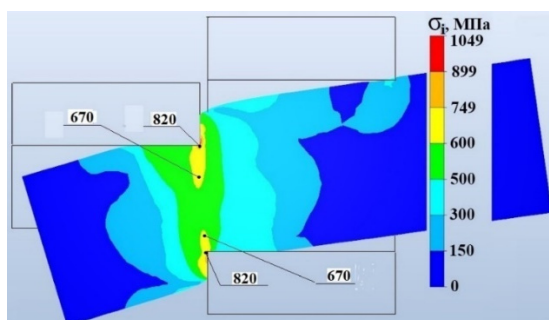


Рис. 5 – Розподіл інтенсивності напружень σ_i при максимальному зусиллі відрізання

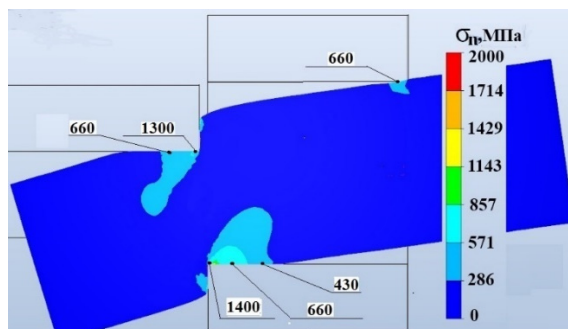


Рис. 6 – Розподіл нормальних напружень σ_n на ножах при максимальному зусиллі відрізання

Висновки. Моделюванням методом скінченних елементів встановлені параметри процесу неповністю відкритого відрізання в штампі заготовок з круглого гарячекатаного прокату із сталі 10. Моделюванням визначені осьове і поперечне зусилля відрізання, які витримує рухомий ніж на протязі відрізання, форма і розміри відрізаної заготовки, питомі зусилля на поверхнях рухомого і нерухомого ножів при максимальному зусиллі відрізання.

Список літератури:

1. Соловцов С.С. Бесотходная разрезка сортового проката в штампах / С.С.Соловцов // – М.: Машиностроение, 1985. – 176 с.