

## Реферат

Магістерська дисертація складається зі 82 сторінок, в тексті наведено 29 рисунків. В даній атестаційній роботі використано 40 найменування бібліографічних посилань.

Метою роботи є дослідження теплового ефекту у процесі зворотного видавлювання порожнистих виробів, вплив теплового ефекту під час операції на робочий інструмент.

Об'єктом дослідження є технологічні процеси холодного зворотного видавлювання порожнистих виробів. В дисертаційній роботі були виконані наступні задачі:

- аналіз літературних джерел;
- постановка задачі по визначенню теплового ефекту;
- чисельне моделювання отримання порожнистих виробів;
- аналіз результатів дослідження

Ключові слова: зворотне видавлювання, заготовка, тепловий ефект, традиційна матриця, метод скінченних елементів, математичні моделі, зусилля видавлювання, напружено - деформований стан, ступінь використання ресурсу пластичності, інтенсивність деформацій, температура

## **Abstract**

Master's thesis consists of 82 pages in the text are 29 figures. In this paper Attestation name applied 40 citations.

The aim is to study the thermal effect of the process of reverse hollow extrusion products, the impact of thermal effects during surgery desktop tool.

The object of the study is to reverse processes of cold extrusion of hollow articles. The thesis was completed the following tasks:

- Analysis of the literature;
- Statement of the problem to determine the thermal effect;
- Obtaining numerical modeling of hollow products;
- Analysis of research results

**Keywords:** reverse extrusion, billets, heat of traditional matrix, finite element method, mathematical models, squeezing effort, stress - strained state, the degree of use of a resource of plasticity, deformation intensity, temperature

## Реферат

Магистерская диссертация состоит из 82 страниц, в тексте приведены 29 рисунков. В данной аттестационной работе использовано 40 наименования библиографических ссылок.

Целью работы является исследование теплового эффекта в процессе обратного выдавливания полых изделий, влияние теплового эффекта при операциях на рабочий инструмент.

Объектом исследования являются технологические процессы холодного обратного выдавливания полых изделий. В диссертационной работе были выполнены следующие задачи:

- Анализ литературных источников;
- Постановка задачи по определению теплового эффекта;
- Численное моделирование получения полых изделий;
- Анализ результатов исследования

Ключевые слова: обратное выдавливание, заготовка, тепловой эффект, традиционная матрица, метод конечных элементов, математические модели, усилия выдавливания, напряженно - деформированное состояние, степень использования ресурса пластичности, интенсивность деформаций, температура

## Зміст.

Вступ.....	8
Розділ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ ХОЛОДНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ВИРОБІВ.....	9
1.1. Основні методи холодного видавлювання порожнистих виробів.....	9
1.2. Теоретичні дослідження та використання чисельних методів для моделювання процесів видавлювання порожнистих виробів.....	24
Розділ 2. РОЗРОБКА МЕТОДИК ВИКОНАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	29
2.1. Методика теоретичних досліджень.....	29
2.1.1. Аналіз факторів, які впливають на холодне видавлювання порожнин в заготовках.....	29
2.2. Врахування факторів, які впливають на формоутворення при постановці задачі МСЕ.....	31
2.3. Основні аналітичні залежності МСЕ для аналізу великих пружно-пластичних деформацій.....	32
Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ХОЛОДНОГО ЗВОРОТНЬОГО ВИДАВЛЮВАННЯ СТАКАНІВ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	44
Розділ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ХОЛОДНОГО ЗВОРОТНЬОГО ВИДАВЛЮВАННЯ СТАКАНІВ.....	67
4.1. Методика проведення експериментальних досліджень.....	67

4.2. Експериментальне оснащення та обладнання.....	90
Висновки.....	77
Список використаних джерел.....	78

## Висновки

1. На основі проведеного аналітичного дослідження літературних джерел доведено актуальність теми дисертації по дослідженню теплового ефекту у процесах холодного зворотного видавлювання порожнистих виробів.

2. Проведено чисельні експерименти процесів холодного зворотного видавлювання порожнистих виробів, в результаті яких було визначено напружено-деформований стан, силові режими та зміцнення матеріалу.

3. Досліджено тепловий ефект в процесах холодного зворотного видавлювання порожнистих виробів, визначено залежність температури кінцевої заготовки в залежності від ступеню деформації – максимальна температура досягла  $458^{\circ}\text{C}$  при ступені деформації 60%, мінімальна температура заготовки дорівнює  $243^{\circ}\text{C}$  при ступені деформації 10%. При ступені деформації 50%, температура досягла  $415^{\circ}\text{C}$ , що перевищило температуру синьоломкості для сталі 20. Тому, робимо висновок, що можна отримувати готові і якісні вироби при ступенях деформації до 50%. Якщо ступень деформації більше 50%, необхідно використовувати додаткове обладнання для охолодження інструменту і заготовки.

4. Виконано експериментальне дослідження та визначено тепловий ефект при ступені деформації 55% в залежності від кількості операцій видавлювання. В середньому, за 8-годинну робочу зміну при кількості операцій дорівнює 400, температура заготовки та інструменту не перевищує поріг температури синьоломкості, що дає можливість визначитись з програмою отримання даного типу виробів ще на стадії розроблення технологічного процесу без ускладнення конструкцій штампового оснащення.