

# МОДЕЛІ ПЛАСТИЧНОСТІ В ПРОЦЕСАХ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

Проведено аналіз найбільш вживаних моделей пластичності при імітаційному моделюванні процесів обробки металів тиском.

**Ключові слова:** напружено-деформований стан, моделі пластичності.

## Abstract

The analysis of the most used plasticity models is carried out during simulation of the processes of metal processing by pressure.

**Keywords:** the stress-strain state, plasticity model.

## Вступ

Одним з найбільш розповсюджених способів дослідження напружено-деформованого стану матеріалу заготовки під час обробки металів тиском є використання імітаційного моделювання. Коректність створеної моделі, а головне - коректність вибраної моделі матеріалу, буде суттєво впливати на достовірність отриманих матеріалів.

## Результати дослідження

Для опису пластичних властивостей матеріалу в сучасних програмах, що використовують метод скінченних елементів, використовуються наступні моделі пластичності:

- моделі нелінійної пружності;
- моделі кінематичного зміцнення;
- моделі ізотропного зміцнення;
- моделі анізотропного зміцнення.

Модель нелінійної пружності (рис. 1) описує реакцію матеріалу на зовнішній вплив незалежно від історії навантаження.

Модель кінематичного зміцнення (рис. 2) враховує ефект Баушінгера, але не забезпечує ізотропного зміцнення, що спостерігається при великих пластичних деформаціях, тому її рекомендують для загального використання при малих пластичних деформаціях.

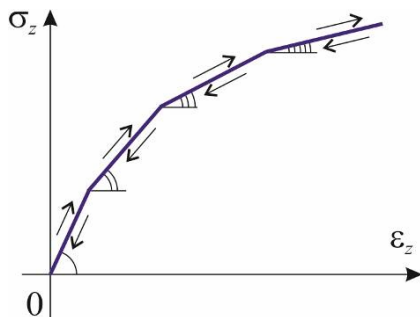


Рис. 1 – Модель нелінійної пружності

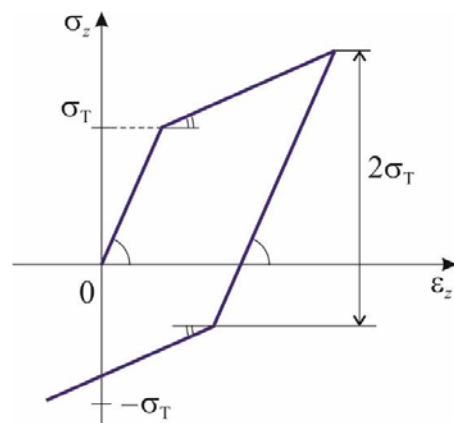


Рис. 2 – Модель кінематичного зміцнення

Модель ізотропного зміцнення (рис. 3) являє собою теорію плинину з ізотропним зміцненням. Вона не враховує ефект Баушінгера. Ця модель рекомендується для вирішення завдань з великими пластичними деформаціями, коли ефект Баушінгера можна не враховувати.

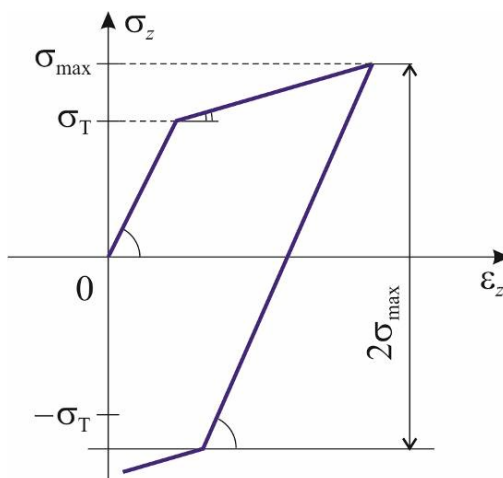


Рис. 3 – Модель ізотропного зміцнення

Модель анізотропного зміцнення враховує анізотропію властивостей матеріалу, тобто відмінність його властивостей в різних напрямках, а також різну поведінку при розтягуванні, стисненні і зсуві. Дана модель може бути застосована для опису властивостей деяких композитів, а також сталей і сплавів, які зазнали попередньої пластичної деформації.

#### Висновки

При використанні методу скінченних елементів для імітаційного моделювання процесів обробки металів тиском необхідно ретельно підходити до вибору моделі пластичності матеріалу. Некоректно обрана модель буде суттєво спотворювати результати моделювання.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://poznayka.org/s92906t1.html>.
2. Сухоруков С. И. Влияние параметров разбиения конечно-элементной модели на точность результатов моделирования процесса поперечно-клиновой прокатки / С. И. Сухоруков, И. О. Сивак, Е. И. Коцюбивская // Обработка металлов давлением. – Краматорск, 2012. – №3. – С. 35-39.
3. Грешнов В.М. Математическое моделирование многопереходных процессов холодной объемной штамповки на основе физико-математической теории пластического формообразования металлов. Ч. 1. Расчет напряженно-деформированного состояния / В.М. Грешнов, А.В. Боткин, А.В. Напалков, Ю.А. Лавриненко // Кузнеч.-штамп. пр-во. Обработка материалов давлением. 2001. № 8. С. 33–37.

**Сухоруков Сергій Іванович** – к-т техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Sukhorukov Serhii I.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Machine-building technologies and Automation Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia