

УДК 004.9

Тарасов О.Ф.¹, Алтухов О.В.², Васильєва Л.В.³

¹ проф. Донбаської державної машинобудівної академії

² старш. викл. Донбаської державної машинобудівної академії

³ доц. Київського національного економічного університету ім. В.Гетьмана

ЯДРО СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ІНТЕНСИВНОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Процеси інтенсивної пластичної деформації (ПД) дозволяють отримувати матеріали з дрібнозернистою структурою та покращеними фізико-механічними властивостями. Процеси ПД активно розвиваються в

останні роки, але їх дослідження та впровадження в промисловість є складнішими, ніж класичні процеси обробки металів тиском. Незважаючи на труднощі отримання таких матеріалів, вони потрібні в літакобудуванні, автомобілебудуванні, медицині та інших високотехнологічних галузях. Сучасні інтегровані системи на основі промислових CAD/CAE систем не дозволяють якісно моделювати багатостадійні технологічні процеси ПД. Це пов'язано з обмеженими можливостями інтегрованих автоматизованих систем моделювання, зокрема систем CAE, щодо реалізації користувальницьких моделей поведінки нових матеріалів, вирішення задач аналізу результатів моделювання та оптимізації процесів інтенсивної пластичної деформації.

При моделюванні технологічних процесів, а особливо процесів ПД, необхідна автоматизація переміщення заготовки в міжтехнологічному просторі та позиціонування відносно інструменту при використанні їх параметричних моделей із збереженням параметрів між операціями, а також при зміні деформуючого інструменту. Це важливо, тому що при автоматизації зміни інструменту реалізується можливість оптимізації конструкції для вибору маршрутів деформування різними операціями.

При моделюванні процесів ПД виникають додаткові проблеми, пов'язані з особливостями самого процесу: необхідність моделювання різних варіантів схем завантаження заготовок, великих пластичних деформацій, зміни маршруту деформації, теплового режиму тощо. Особливістю процесів ПД є те, що при кожній наступній операції деформування положення заготовки змінюється за рахунок її обертання навколо однієї або двох осей у просторі, що в кінцевому підсумку забезпечує рівномірність розподілу властивостей за об'ємом заготовки. Побудова моделі процесу ПД, що включає 4-5 операцій деформування з постійним рухом інструменту та обертаннями заготовки, потребує побудови моделі системи CAE, яка на 1 операцію деформування включатиме 2-3 допоміжні кроки, при яких відбувається саме обертання заготовки і переміщення інструменту до нових положень. Ручна підготовка та налаштування такої складної моделі займає багато часу дослідника. Автоматизація побудови таких моделей дозволить отримати робочу модель з першої спроби з невеликими налаштуваннями.

Дослідження, що проводяться [1, 2], спрямовані на розробку структури ядра інтегрованої автоматизованої системи моделювання (АСМ). АСМ забезпечує збільшення функціональності систем CAD і CAE шляхом поєднання їх з декількома зовнішніми незалежними модулями. АСМ моделює технологічні схеми процесів інтенсивної пластичної деформації, поведінку матеріалів у процесах деформації та здешевлює вибір схеми та параметрів процесів деформації. Було розроблено об'єктно-орієнтоване програмне забезпечення для аналізу впливу різних початкових форм

заготовок і наборів штампів на зміни поперечного перерізу заготовки під час деформації. Програмне забезпечення написано мовою C# з використанням інтерфейсу WPF і структури сторінок головного вікна програми.

Використання параметричних моделей процесів дає можливість автоматизувати розрахунки в CAE-системах і генерувати 3D-геометричні моделі штампів в CAD-системах. Автоматизація дослідження процесів інтенсивної пластичної деформації зменшує витрати на дослідження. Імпорт та накопичення результатів розрахунків у системі CAE дозволило знайти оптимальні значення параметрів технологічних процесів ПД. Отримані на основі моделювання параметри деформаційних моделей є основою для побудови геометрії штампів в САПР з подальшою інтеграцією з CAE для розрахунку напружено-деформованого стану в об'ємі заготовки. Було запропоновано шляхи розширення програмних функцій для підтримки різних процесів інтенсивної пластичної деформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. O. Tarasov, D. Pavlenko, L. Vasylieva, V. Kotsyuba and Vadym Shkarupylo. Application of a systems engineering and SysML in the development of a universal die set for hydraulic presses (2024). In: 12th International Conference Information Control Systems & Technologies (ICST 2024). Odessa, Ukraine, September 23-25, 2024, pp. 435-445. CEUR-WS.org. <https://ceur-ws.org/Vol-3790/paper38.pdf>
2. Tarasov, O., Vasylieva, L., Altuhov, O., Pavlenko, D., & Tkach, D. (2023). Development of Integrated CAD/CAE Systems Based on Parameterization of the Simulated Process. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering - 2022, 679–691. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36201-9_56.