

УДК 621.71

Л.М. Данильченко, канд. техн. наук, доц.; Д.Л. Радик, канд. техн. наук, доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕРТЯ В ОБОРОБЛЕННІ ТИСКОМ

UDC 621.71

L.M. Danylchenko, Ph.D., Assoc. Prof.; D.L. Radyk, Ph.D., Assoc. Prof.

ANALYSIS OF FRICTION MATHEMATICAL MODELS IN METAL FORMING

Математичні моделі, які застосовуються для визначення сил тертя в сучасних процесах оброблення металів тиском, можна поділити на три групи, що: 1) містять в якості аргументу будь-який фізичний фактор (контактний тиск, межу плинності деформованого матеріалу, в'язкість мастила тощо); 2) описують розподіл сил тертя в зоні контакту та містять за аргумент координату точки на поверхні контакту; 3) визначають усереднену питому силу тертя з урахуванням зміни осередження деформації. З точки зору фізики законами тертя є лише формули першої групи. Найбільш відомим і широко застосовуваним є закон Амонтона-Кулона $\tau_T = \mu \cdot \tau_N$, який визначає прямопропорційну залежність між дотичним напруженням τ_T і нормальним тиском τ_N за умови постійного коефіцієнту тертя μ . Фізичний зміст цієї залежності полягає в тому, що фактична площа контактних поверхонь зростає зі збільшенням нормального тиску.

Друга група найповніше характеризує силову взаємодію поверхонь металу та інструменту в тангенційній площині. Векторне поле сил тертя можна отримати, побудувавши в кожній точці контактної поверхні сили тертя з урахуванням напрямку її дії. Залежно від схеми деформації та особливостей перебігу металу на поверхні контакту векторне поле сил тертя може бути простим або складним. Найпростіше осеметричне векторне поле має місце при осадженні циліндричного тіла. Також просте векторне поле існує під час волочіння, пресування й поверхневого пластичного деформування [1]. У процесах прокатування за наявності двох зон осередку деформації та поперечної течії металу (розширення), при об'ємному та листовому штампуванні деталей складної форми, а також при обробленні тиском дискретних матеріалів, векторне поле сил тертя є складним. При осадженні й прокатуванні на поверхні контакту можуть існувати дві області: зона ковзання й зона гальмування (прилипання, склеювання, зчеплення). Визначення умов виникнення й розмірів зони гальмування є важливою умовою правильної побудови і аналізу розподілу сил тертя на поверхні контакту інструменту та заготовки. Зона гальмування утворюється на всій контактній поверхні, якщо робота сил тертя ковзання перевищує роботу внутрішніх зрушень. Чинники, які ускладнюють поверхневе ковзання й полегшують внутрішні зрушення, сприяють збільшенню зони гальмування. У процесах волочіння і пресування з огляду на примусову течію металу через порожнину в інструменті має місце суцільне ковзання на всій поверхні контакту.

До третьої групи належать емпіричні залежності для визначення величини коефіцієнта тертя для конкретних операцій оброблення тиском.

Представлені математичні моделі тертя забезпечують адекватний опис контактної взаємодії робочих поверхонь інструменту й заготовки, мають важливе значення для теорії і практики, можуть успішно застосовуватись для аналізу й оптимізації процесів прокатування, пресування, волочіння, кування, об'ємного та листового штампування.

Література.

1. Данильченко Л.М., Радик Д.Л. Дослідження методів зміцнення деталей поверхневим пластичним деформуванням // Л.М. Данильченко, Д.Л. Радик // Збірник тез доповідей ХХ наукової конференції Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя 17-18 травня 2017 р. - Тернопіль: ТНТУ, 2017. – С. 21.