

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПЛОСКИХ ДОВГОМІРНИХ ДЕТАЛЕЙ ШЛЯХОМ КЕРУВАННЯ ДИНАМІКОЮ ПРОЦЕСУ

Для потреб харчової промисловості актуальним є виготовлення плоских довгомірних деталей. З метою полегшення логістичних завдань для виготовлення таких деталей часто використовується лист як заготовка, а отже обробка кромки є однією з найважливіших аспектів виготовлення даних деталей. Матеріалами для виготовлення таких деталей є конструкційні та леговані сталі. У технологічних процесах виготовлення таких деталей від 30 до 60 % повинні мати шорсткість оброблених поверхонь не більше 1,6 мкм.

Останнім часом чистова обробка плоских поверхонь все частіше виконується торцевим фрезеруванням, як правило, стандартними торцевими фрезами, які мають низку недоликів. Їх усунення є важливим завданням, що може вирішуватися у кількох напрямках. Одним з них є проектування більш досконалих конструкцій фрез із комбінованими схемами різання з використанням, у тому числі, комбінування методів різання і поверхневого пластичного деформування (ППД).

Здебільшого відповідальні поверхні зазначених деталей обробляються чорновим фрезеруванням з подальшим шліфуванням. При цьому процеси плоского шліфування характеризуються можливими дефектами поверхневого шару у зв'язку з високотемпературним характером різання та значними зусиллями різання. Також виникають труднощі забезпечення необхідної шорсткості обробки за всією довжиною деталей, пов'язані зі зносом абразивних кругів. Процеси абразивної обробки, як відомо, відрізняються значно меншою продуктивністю по відношенню до процесів чистового торцевого фрезерування (у 3...5 разів) [2].

З точки зору багатьох дослідників, найбільш перспективним напрямом механічної обробки деталей машин і механізмів є застосування комбінованих способів обробки, які поділяються [3] залежно від:

- виду зовнішнього впливу (тиск, різання, фізико-хімічний);
- співвідношення головних рухів (один, два, три головних рухи);

Перспективними є комбіновані процеси, що поєднують обробку різанням та пластичним деформуванням.

Запровадження комбінації лезової обробки з ППД має суттєві переваги перед іншими способами, що полягають у такому:

- зміцнення поверхні без застосування хімічних, електричних і теплових впливів;
- можливість утворення необхідного рельєфу поверхні;
- відсутність потреби у додатковому обладнанні й відповідних фахівцях для обслуговування;
- екологічна безпечність процесу;
- скорочення тривалості технологічного процесу виготовлення деталей;
- суттєве підвищення продуктивності праці й зниження собівартості виробів;
- зниження енергетичних витрат у 1,5–2 рази;
- скорочення виробничих площ і кількості обладнання.

Під час обробки плоских поверхонь зазвичай використовуються конструкції фрез, за яких видалення припуску здійснюється:

- нерухомими в процесі обробки відносно корпусу фрези різальними ножами;
- ножами, що змінюють своє положення відносно корпусу фрези у процесі обробки

Разом з тим, при обробці плоских поверхонь заготовок малої ширини чистовими торцевими фрезами характеристики процесу різання мають свої особливості (рис. 1).

При торцевому чистовому фрезеруванні необхідно враховувати що, незалежно від кількості різальних елементів фрези, формування обробленої поверхні здійснюється тільки одним різальним елементом, який має найменшу відстань до обробленої поверхні. Це пояснюється тим, що розташувати всі різальні елементи в одній площині для забезпечення шорсткості обробки технічно неможливо. Але, якщо навіть випадково різальні елементи будуть розташовані в одній площині, при подальшому закріпленні фрези у шпинделі верстата завжди виникають похибки базування і закріплення, що призводить до перекосів фрези і неоднозначного розташування різальних елементів в одній площині. Положення ускладнюється також тим, що осі шпинделів верстатів мають відхилення від перпендикулярності відносно площини столів верстатів і радіальне та осьове биття, що також змінює положення фрези у просторі. Ще одним фактором, який суттєво впливає на положення торцевих фрез у процесі різання, є теплові деформації шпинделя верстата, які змінюються у часі. А незначний вплив кількості різальних елементів на зниження шорсткості обробки проявляється тільки за рахунок зменшення коливань сил різання та покращення динаміки процесів врізання різальних елементів та їх виходу із зони різання.

Особливості процесу обробки поверхонь заготовок малої ширини торцевими фрезами			
Використання неоптимальних швидкостей різання	Використання фрез малого діаметра	Малі значення подачі на оберт та частоти обертання фрез	Низька якість обробки
Низькі зносостійкість РЕ та надійність процесу	Мала кількість РЕ, що одночасно беруть участь у різанні, та погіршена динаміка процесу	Недостатня продуктивність обробки	Неоднорідність фізико-механічних характеристик та шорсткості оброблених поверхонь

Рис. 1. Особливості процесу торцевого фрезерування поверхонь заготовок малої ширини

Суттєвий вплив на кінцеву якість обробки мають вібрації, що виникають при різанні. Процес фрезерування (у тому числі торцевого) з точки зору визначення причин та механізму збудження коливального процесу при різанні, відрізняється складністю та непостійністю умов – впливає періодичність входу (виходу) різального леза в різання, безперервна зміна перерізу зрізу, різна кількість різальних лез, що приймають участь у різанні [4].

Особливістю чистової обробки ступінчастими торцевими фрезами косокутного різання в тому, що оброблену поверхню формує тільки один чистовий різальний елемент, який розміщений в осьовому напрямі на найбільшій відстані від торця фрези, а в радіальному напрямі – на найменшій відстані від осі фрези (r). Відповідно, негативний вплив динамічної складової багатолезової обробки на шорсткість обробленої поверхні знижується.

Характерною особливістю торцевого фрезерування є неоднакова шорсткість за шириною обробки. Теоретична висота мікронерівностей обробленої поверхні (її геометрична складова) на певній базовій лінії залежить від її положення і розраховується за формулою:

$$Rz = \frac{S^2(r^2 - x^2)}{8Rr^2}, \quad (1)$$

де r – радіальне розташування формоутворюючого чистового РЕ, мм; x – відстань від осі фрези до базової лінії на площині, на якій вимірюється шорсткість, мм.

Висновок: Проведений аналіз робіт [1-4] показує, що застосування процесів обробки плоских поверхонь деталей ступінчастими торцевими фрезами косокутного різання, дозволяє підвищити продуктивність обробки та зменшити кількість дефектів поверхневих шарів по відношенню до процесів абразивної обробки.

Література:

1. Виговський Г.М., Громовий О.А., Балицька Н.О., Глембоцька Л.Є. Удосконалення процесу чистового торцевого фрезерування плоских поверхонь деталей малої ширини. Науковий журнал «Технічна інженерія» Державного університету «Житомирська політехніка». Рубрика: «Прикладна механіка». 2021. №1 (87). С. 13-20.
2. Глембоцька Л.Є., Мельничук П.П. Схеми різання при обробці торцевими фрезами плоских поверхонь деталей з важкооброблюваних матеріалів. Вісник ЖДТУ. Серія «Технічні науки», – 2006. №3 (38). С. 3-10.
3. Підвищення ефективності обробки плоских поверхонь фрезеруванням / П.П. Мельничук, Г.М. Виговський, О.А. Громовий та ін.; під ред. П.П. Мельничука. – Житомир : ФОП Євро-Волинь, 2017. – 287 с.
4. Мельничук П.П., Степчин Я.А. Динаміка процесу торцевого фрезерування при зношуванні різальних елементів. Вісник ЖДТУ. Серія «Технічні науки». – 2012. – №2 (61). – С. 33-40.