

ПРОБЛЕМИ ОБРОБКИ ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ МАТЕРІАЛІВ

Сучасне машинобудування все частіше потребує застосування важкооброблюваних матеріалів, які характеризуються особливими фізико-механічними властивостями, такими як висока стійкість, твердість, пластичність та в'язкість при великих температурах, в умовах значних тисків, корозії цих матеріалів в різних середовищах. До таких матеріалів належать жароміцні, нержавіючі, високоміцні та інші матеріали.

Застосування важкооброблюваних матеріалів для виготовлення деталей підвищує їх довговічність та надійність. Але обробка даних матеріалів супроводжується значними силовими напруженнями та високою температурою в зоні різання, що є основною причиною низької оброблюваності. Оброблюваність різанням важкооброблюваних матеріалів передусім залежить від хімічного складу, та наперед визначає експлуатаційні характеристики, такі як жароміцність, корозійну стійкість, механічну міцність тощо, разом з тим, обробка цих матеріалів призводить до інтенсивного зношування інструменту та негативно позначається на продуктивності обробки, показниках якості обробленої поверхні тощо.

Тому є необхідним розглянути властивості важкооброблюваних матеріалів, вплив на оброблюваність легуючих елементів, область застосування та проблеми, які виникають при обробці важкооброблюваних матеріалів.

За класифікацією Гуревича Я.Л., важкооброблювані матеріали поділяються на 8 груп:

I група – теплостійкі сталі (34ХНЗМ, 15Х5М та інші). Ці сталі характеризуються вмістом легуючих елементів: Сг – до 6 %, Ні – до 3 %, Мо – до 1 %, V – до 1 % та Si – до 2 %. Межа міцності цієї групи сталей $\sigma_B = 600 \div 800$ МПа. Оброблюваність цих матеріалів майже задовільна. Ці сталі застосовуються для виготовлення впускних і випускних клапанів двигунів, лопаток і дисків турбін, що дозволяє їх використовувати в умовах різних змін температур від -60 до +700 °С.

II група – корозійностійкі, високохромисті матеріали (12Х13, 20Х13, 25Х13Н2 та інші). Ці матеріали характеризуються підвищеним вмістом хрому – більше 10 % – та невеликим вмістом інших легуючих елементів – до 4 %. Підвищений вміст хрому збільшує міцність матеріалу, а нікелю – підвищує корозійну стійкість внаслідок чого знижується оброблюваність. Межа міцності цієї групи сталей $\sigma_B = 700 \div 1000$ МПа. При обробці застосовуються швидкості різання в 1,5–2 рази нижче за швидкість різання при обробці сталі 45. Використовуються при виготовленні арматури, дисків і лопаток турбін, хірургічного інструменту, шарикоїдшипників та інших деталей з високою корозійною стійкістю.

III група – аустенітні сталі (12Х18Н10Т, 20Х23Н13, 12Х21Н5Т та інші) з вмістом хрому більше 15 %, нікелю більше 5 % та інших легуючих елементів (кремній, титан, алюміній та інші). Межа міцності цієї групи сталей $\sigma_B = 550 \div 1100$ МПа. При обробці утворюється стружка сколювання, що призводить до значних коливань сил різання та потужності та застосовуються швидкості різання в 2 рази нижче швидкостей різання при обробці сталі 45. Використовуються ці матеріали при виготовленні деталей зварної апаратури, лопаток та заклепок компресорних машин та інші.

IV група – жароміцні, жаростійкі аустенітного (45Х14Н14В2М, 09Х14Н16Б, 10Х11Н20Т3Р та інші) з вмістом хрому більше 12–25 %, нікелю більше 10 % та інших легуючих елементів (марганець, вольфрам, молібден, ванадій, титан та інші). Межа міцності цієї групи сталей $\sigma_B = 700 \div 1000$ МПа. Оброблюваність цієї групи матеріалів в 3–4 рази нижче сталі 45. Застосовуються при виготовленні дисків і лопаток газових турбін, кільцевих деталей і деталей для кріплення.

Мала теплопровідність цих матеріалів призводить до різкого зниження відводу тепла в стружку і оброблювану заготовку, а отже, підвищення температури в зоні контакту різальної частини інструменту і заготовки з активізацією процесів адгезії та дифузії. У результаті цього значно збільшуються знос інструменту і явища налипання, що викликають руйнування різальних кромки.

V група – жароміцні на нікелевій та залізонікелевій основі (ХН60ВТ, ХН77ТЮР, ХН80ТБЮ та інші) з більшим вмістом легуючих елементів: хрому (10–20 %) та меншим вмістом титану, алюмінію, вольфрама, молібдена та інших. Межа міцності цієї групи сталей $\sigma_B = 800 \div 1200$ МПа. При обробці цієї групи матеріалів утворюється зливна стружка, що призводить до коливань сил різання та потужності. Коефіцієнт оброблюваності 0,1–0,3 відносно сталі 45. Застосовуються при виготовленні дисків, робочих та направляючих лопаток та інших деталей газових турбін.

VI група – окалиностійкі та жароміцні ливарні сплави (ВХ-4, ВЖ36-Л2 та інші) з більшим вмістом легуючих елементів, внаслідок чого ці матеріали більш жароміцні, ніж матеріали V групи. Межа міцності цієї групи сталей $\sigma_B = 800 \div 1100$ МПа. Застосовуються ці матеріали при виготовленні соплових лопаток, суцільнолитих роторів та інших деталей газових турбін.

В авіакосмічній промисловості сучасними вимогами є зменшення ваги літальних апаратів та збільшення міцності, що потребує застосуванню нових важкооброблюваних матеріалів таких, як композити, сплави Інконель та титанові сплави (VII група – ВТ1-1, ВТ1-2, ВТ4, ВТ5, ВТ5-1, ВТ15, ВТ14 та інші).

Композити характеризуються високою міцністю та абразивною дією на інструмент. Так, наприклад, в компанії Seco Tools при обробці композитів пропонують використовувати цільні твердосплавні фрези зі спеціальними покриттями.

Сплави Інконель характеризуються вмістом нікелю (50–72 %), хрому (14–23 %), молібдену (до 10 %) та іншими легуючими елементами та мають дуже низьку теплопровідність та високу ступінь деформаційного зміцнення, вище ніж у титана, стійкі до окислення та корозії. Ці сплави використовують для роботи при температурах до 980 °С. Межа міцності сплавів Інконель $\sigma_B = 1300 \div 1500$ МПа. Обробку сплаву Інконель проводять при швидкостях різання 25–30 м/хв. та використовують геометрію фрези з великим заднім кутом, щоб мінімізувати контакт між фрезою та матеріалом. Застосовують ці сплави для виготовлення лопаток компресора авіаційних двигунів, хімічних апаратів, газотурбінних двигунів.

Межа міцності титанових сплавів $\sigma_B = 500 \div 1500$ МПа. Низька теплопровідність, висока адгезія, мала пластичність ускладнюють обробку титанових сплавів та знижуються показники оброблюваності. Застосовуються титанові сплави при виготовленні деталей фюзеляжу літального апарата, компонентів холодних секцій реактивних двигунів та системи посадочних шасі.

VIII група – високоміцні сталі (30X2ГСН2ВМ, 42X2ГСНМ та інші) з великим вмістом легуючих елементів: хрому, нікелю, вольфраму, молібдену, ванадію. Після термообробки оброблюваність цих матеріалів різко знижується. Межа міцності цієї групи сталей $\sigma_B = 1600 \div 2100$ МПа. При обробці утворюється елементна стружка, затрати потужності високі. Тому, при різанні зрізають тонкий шар матеріалу, що призводить до згоряння стружки. Застосовуються для виготовлення високонавантажених деталей, дроту, тросів, кріпильних деталей тощо.

До цієї класифікації останнім часом додають ще IX – тугоплавкі сплави – та X групи – різного роду неметалічні матеріали.

Для IX групи характерна висока температура плавлення, тому їх застосовують для виготовлення деталей, що працюють при температурі до 2000–2500 °С. Це сплави на основі вольфраму, молібдену, берилію, танталу та ніобію. З них найбільш важкооброблюваними є вольфрам та молібден.

Таким чином, при обробці різанням важкооброблюваних матеріалів виникають вищенаведені проблеми, які пропонується вирішувати застосуванням різальних інструментів з правильним підбором інструментального матеріалу, геометрії різальної частини інструмента, режимів різання.