

Изключително големи - 2000 x 1800 mm с 5 μ m точност на контура

Високопрецизно 3-осно фрезование и контурно шлифование

В много промишлени сектори се наблюдават две паралелни тенденции: клиентите искат да обработват компоненти с по-големи размери, като в същото време изискват повишена точност и качество на повърхнината. Това засяга не само производството на инструменти и матрици, но и други високотехнологични области на приложение като машиностроенето, секторът на електрониката и метрологията и медицинските технологии. Как среден производител на металообработващи машини взема предвид тези факти, когато конструира машина за изпълнение на такива задачи?

„Нашият нов фрезови обработващ център RXU 2000 може да обработва особено голямогабаритни компоненти с максимална прецизност“, казва дипл. инж. Юрген Рьодерс, управляващ директор на Rödgers GmbH, базирана в гр. Солтау, Германия.

3-осният фрезови и шлифовъчен център RXU 2000, който е наскоро разработен за такива цели, има работни размери от 2000 x 1800 x 800 mm и постига в рамките на това точност на позициониране по-малка от 5 μ m, както и стойности на кръглост от 1-2 μ m, в зависимост от размера на отвора. Товароносимостта на масата е 5 т. В съответствие с философията на компанията, акцентът е поставен върху машина

с възможно най-голяма степен на прецизност на работа, съчетано с високата производителност. С оглед на размерите и високата производителност и точност на обработката, това представлява истинско предизвикателство.

Обработката на закалени детайли е печелившата карта

„Въз основа на нашия опит в производството на инструменти и матрици, ние конструираме нашите машини по такъв начин, че да могат да обработват много твърди детайли с високо ниво на производителност“, обясни Ю. Рьодерс. Например, стандартният шпиндел на RXU 2000 има въртящ момент от 101 Nm при 22 000 RPM. В зависимост от приложението, обаче, могат да се използват и шпиндели до 80 000 RPM, ако целта е обработка с най-гладка повърхнина. В сравнение с конвенционалната философия за предварителна обработка на детайлите първо в меко състояние, след това закаляването им и едва след това да се премине към финишната им



„Благодарение на нашия опит в производството на инструменти и матрици, ние изграждаме нашите инсталации по такъв начин, че да могат да обработват и много твърди детайли при високо ниво на производителност“, дипл. инж. Юрген Рьодерс (Снимка: Клаус Волпрат)



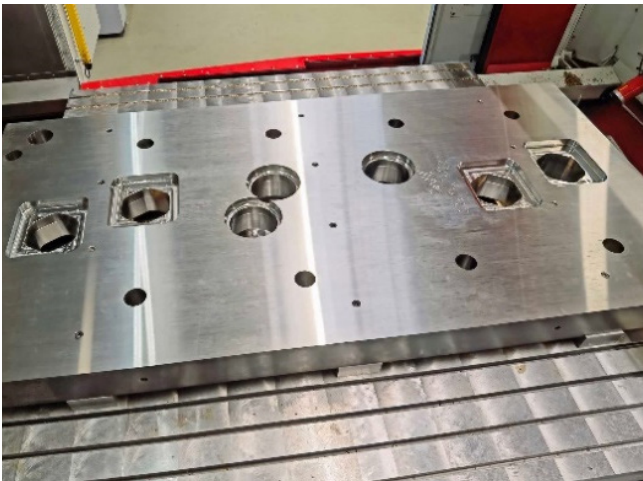
С работни размери от 2000 x 1800 x 800 mm, RXU 2000 е подходящ за бързо и високо прецизно фрезование и шлифование, дори на изключително твърди детайли (Снимка: Rödgers)



Стандартният шпиндел (101 Nm, 22 000 rpm) фрезова тестовия детайл с режеща глава с диаметър 52 mm (Снимка: Клаус Волпрат)



Принципът Quadroguide с четири направляващи в четирите ъгъла придава на Z-оста особено висока устойчивост (Снимка: Клаус Волрат)



Основна плоча за матрица, изработена от X33CrS16 (1.2085) с твърдост 48 HRC като демонстрационен детайл (Снимка: Клаус Волрат)

обработка, това предлага значителни предимства. От една страна се спестяват време и разходи, тъй като детайлът трябва да се зареди на машината само веднъж. Транспортните разходи и закъсненията във времето, дължащи се на междинно закаляване и отвърщане, също могат да бъдат напълно елиминирани. По отношение на изискванията за висока точност, допълнително предимство е, че се избягва деформацията при закаляването на детайлите. При старата технология за обработка това изкривяване води до допълнителни разходи, дължащи се на прибавки за безопасност по време на меката обработка, които след това трябва да бъдат отнети с механична обработка в твърдо състояние като по този начин се увеличават разходите. Друго значително предимство на концепцията на машината е, че системата може да се използва, както за фрезование, така и за контурно

шлифоване. Освен това са възможни варианти и за профилно шлифоване. Тъй като всички операции се извършват с една и съща настройка, няма нужда да се притеснявате за отклонения причинени от освобождаване и повторно затягане: детайлът излиза от машината готов за употреба. Освен това незначителните отклонения в размерите, открити след груба обработка, все още могат да бъдат компенсирани по време на довършителната обработка, тъй като измерването се извършва в същата установка.



Двойна функция: В допълнение към фрезите и свредлата, в това приложение се използват и шлифовъчни дорници с абразивни инструменти от Krebs & Riedel (Снимка: Клаус Волрат)

Подобрена твърдост благодарение на 4-направляващи и директно линейно задвижване

„За да издържат на високите натоварвания по време на груба обработка в дългосрочен план, при проектирането на оси Z и Y възприехме подход за четворно водене“, обяснява Ю. Рьодерс. При тази концепция ос Z няма две направляващи, както обикновено, а четири във всичките четири ъгъла. Това значително увеличава твърдостта и здравината на тези оси. Друга ключова характеристика са прецизните и високо динамични директни линейни задвижвания и в трите оси. Те разгръщат своя пълен потенциал благодарение на уникалната система за управление на Rödgers, която използва 32 kHz контролери за бързо и прецизно компенсиране и на най-малките отклонения, дължащи се на механична обработка, тегло или сили на триене.

Тъй като топлината е враг на прецизността...

„За нашата демонстрация на търговското изложение AMB ние избрахме детайл, закален и темпериран до 48 HRC, изработен от хромирана стомана X33CrS16 (1.2085)“, добавя Юрген Рьодерс. С това е представена геометрия, която се основава на тази на истинска основна плоча за прогресивен



Лазерното устройство за измерване на инструменти е само едно от многото измервателни устройства, които системата използва, за да се самонаблюдава и да оптимизира процесите на обработка (Снимка: Клаус Волрат)

инструмент. Грубата обработка се извършва със стандартни инструменти със сменяеми пластини и високопрецизно окончателно шлифоване с помощта на шлифовъчни инструменти от Krebs & Riedel. Тази стомана има коефициент на топлинно разширение от около $10,5 \mu\text{m}/(\text{m} \cdot \text{K})$ в диапазона на стайна температура. С повишаване на температурата само с 1 K диагоналят на плосък детайл с размерите на повърхността на масата ще се увеличи с почти 30 μm . Погледнато от друга страна, за да се поддържа гарантираната точност на контура от 5 μm , промяната на температурата му по време на процеса на обработка не трябва да надвишава 0,15 K. В сравнително малкия работен обем от прикл. 3 кубически метра, само фрезовият шпиндел генерира до няколко kW мощност. Към това се добавят линейните двигатели на трите главни оси. Поддържането на нивото на температурата на детайла и работната зона в рамките на 0,1 K при тези условия през дългите времена на обработка ни накарва да бръкнем дълбоко в торбата с трикове.

...мерките за контрол на температурата трябваше да се променят многократно...

„Следователно RXU 2000 има цял набор от различни вериги за контрол на температурата, всички от които се поддържат до 0,1 K“, казва Юрген Рьодерс. Особено внимание обърнахме на шпиндела, както и на линейните задвижвания, които следователно имат мощни първични охлаждащи кръгове, за да отвеждат генерираната там топлина възможно най-бързо и директно. Освен това, компонентите от решаващо значение отново са термично отделени от околните конструктивни елементи като оси или леглото на машината чрез допълнителни "топлинни уловители". Това предотвратява дифузията на топлината, която не е уловена от първичната охладителна

система, в основната структура. Масивното легло на машината, изработено от предварително напрегнат UHPC бетон (Ultra High Performance Concrete), високотехнологичен материал, използван, наред с другото, в силно натоварени мостови конструкции, също има свои собствени топлоотвеждащи канали. В сравнение с минералната отливка, материал, който често се използва за направата на машинни основи, този бетон няма пластично съдържание и по този начин предлага значителна устойчивост на деформация. „За нас този подход е стандартна технология и допълнително допринася за оптималната термична стабилност и в другите ни модели машини“, казва Юрген Рьодерс. „Особеното предизвикателство с RXU2000 беше големият мащаб, в който това трябваше да бъде приложено.“

...и като допълнително се прибегва до охлаждащо масло и климатик



Съвсем незабележимо, но много ефективно: Входните отвори за климатизацията околна въздух са разположени под пожарогасителната система (Снимка: Клаус Волрат)

„Друга мярка за термична стабилизация е използването на масло за охлаждане вместо емулсии на флуиди за рязане на водна основа“, отбелязва Юрген Рьодерс. Недостатъкът на смесите на водна основа е изпаряването на водното им съдържание, което не подлежи на контрол, и по този начин влошава значително температурната стабилност в работното пространство. За сравнение, шлифовъчното масло, което се поддържа в много тесен температурен диапазон от собствения си контур, значително допринася за изравняване на температурните условия в детайла и в машината. Като „черешка на тортата“ RXU 2000 предвижда климатизация на работната камера. За тази цел въздухът, всмукан от халето, се охлажда точно до необходимата в работната зона температура и след това се продухва през машината. Преди да бъде изпуснат в залата, той, разбира се, се филтрира.