

SERT VE GEVREK MALZEMELERİN İŞLENMESİ

PRIMINER C500ultrasonic ile ultrasonik destekli taşlama

YÖNETİCİ ÖZETİ

Kuvars cam ve alüminyum oksidin ultrasonik destekli taşlanması

Kuvars cam ve alüminyum oksit gibi teknik seramikler, çok sayıda yüksek teknoloji sektöründe vazgeçilmez malzemelerdir. Örneğin kuvars cam, hem ısıl hem de kimyasal açıdan kararlı olduğu için yarı iletken endüstrisinde wafer tutucular ve aşındırma maskeleri için kullanılır. Optikte hassas mercekler, prizmalar ve ışık kılavuzları kuvars camdan üretilir. Ayrıca kuvars cam, modern tıp teknolojisinde, örneğin teşhis cihazlarında ve lazer sistemlerinde kilit bir rol oynar.

Alüminyum oksit de endüstride yaygın olarak kullanılır. Tıp teknolojisinde örneğin yapay kalça eklemi başları gibi biyouyumlu implantlarda kullanılır; bunlar yüksek aşınma dayanımından ve korozyon direncinden yararlanır. Diğer uygulamalar havacılık ve uzay alanındadır: burada kritik bileşenler için ısı kalkanı olarak veya aşırı mekanik ve ısıl yüklere dayanması gereken yataklar ve contalar için malzeme olarak kullanılır.

Kuvars camı ve alüminyum oksidi bu kadar değerli kılan malzeme özellikleri, aynı zamanda işlenmelerini de zorlaştırır. Her iki malzeme de yüksek sertlik ve gevreklikle öne çıkar; bu da mikro çatlaklara, yüksek takım aşınma oranlarına ve yetersiz yüzey kalitelerine yol açabilir. Bu nedenle işleme yöntemi olarak taşlama öne çıkar. Taşlama prosesi, yukarıda anılan uygulamaların gereksinimlerini karşılamak için özellikle karmaşık geometrilerde yüksek hassasiyet gerektirir.

Taşlama proseslerinde ultrason desteğinin kullanılması, bu zorlukların üstesinden gelmek için yüksek bir potansiyel sunar. Yüksek frekanslı titreşimlerin uygulanmasıyla proses kuvvetleri azalır, yüzey kalitesi iyileşir ve takım aşınması en aza iner. Bu whitepaper, ultrasonik destekli taşlama teknolojisinin kuvars cam ve alüminyum oksitteki etkilerini ve avantajlarını göstermektedir. Burada taşlama takımına yüksek frekanslı titreşimler uygulamak için VibroCut *ultrasonic* ultrason sistemi kullanılır. Bu yenilikçi sistem, özellikle yüksek titreşim genişlikleri için yüksek performansı ve hassas proses davranışıyla öne çıkar.

Yönetici özeti	02
Sert ve gevrek malzemelerde ultrasonik destekli taşlama	03
Teknolojik etkiler ve etki mekanizmaları	04
Sonuçlar	05
Müşteri faydası	06
VibroCut hakkında ek bilgiler	07
Makine: PRIMINER C500-5X ultrasonic	08
Uygulayıcı ortak UNITECH-Maschinen GmbH	09

VibroCut *ultrasonic* İLE ULTRASON DESTEĞİNİN UYGULANMASINA İLİŞKİN İNCELEME

Sert ve gevrek malzemeler grubunu temsilen, ultrasonik destekli taşlama kuvars cam ve alüminyum oksit parçalar üzerinde incelenmiştir.

Ultrason desteğini gerçekleştirmek için PRIMINER C500 işleme merkezi, UNITECH-Maschinen GmbH tarafından VibroCut *ultrasonic* sistemiyle donatılmıştır. Burada dönen takım tutucuda bir ultrason titreşimi üretilir ve talaş kaldırma prosesinin kinematiğine hedefli olarak bindirilir. Titreşim genliği NC programında M komutlarıyla belirlenir ve geniş bir aralıkta ayarlanabilir. Titreşim frekansı sistem tarafından otomatik olarak bulunur ve sürekli ayarlanır. Sistemi benzersiz kılan, ultrasonun yüksek dinamikli regülasyonu için kullanılan dahili bir sensöre dayanan yüksek performansı ve hassasiyetidir.
Deney parametreleri, işlenecek malzemelere bağlı olarak değiştirilmiş ve Tablo 1'de özetlenmiştir.

Ultrason desteğinin etkilerini değerlendirmek için taşlama prosesinin pasif kuvvetleri bir kuvvet ölçüm platformu (Kistler) yardımıyla kaydedilmiş ve konvansiyonel taşlama ile ultrasonik destekli taşlama için karşılaştırılmıştır.

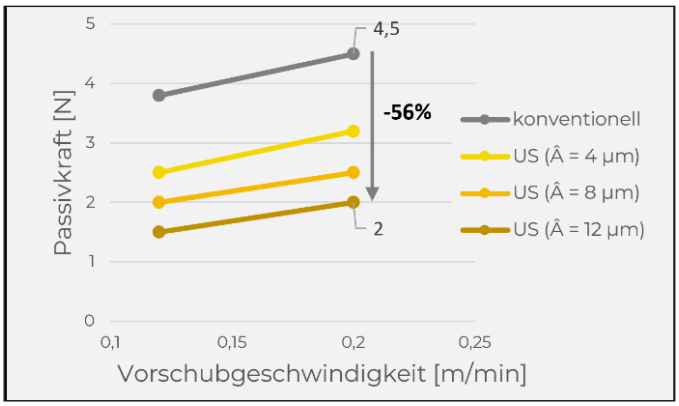
Yüksek hassasiyetli makine elemanlarını korumak için tahrik elemanları UNITECH tarafından, özenle kapsüllenerek aşındırıcı taşlama tozlarına dayanacak şekilde modifiye edilmiştir.

	Kuvars cam	**Alüminyum oksit**
Takım	Saplı taş – elmas taneli galvanik bağlı	Saplı taş – elmas taneli galvanik bağlı
Takım çapı	Ø10 mm	Ø10 mm
Kesme hızı v_c	2,5 m/s	2,5 m/s
Kesme derinliği a_p	0,2 mm	0,06 mm
Kesme genişliği a_e	1 mm	2 mm
İlerleme hızı v_f	120…200 mm/min	300…500 mm/min
Soğutma sıvısı basıncı	Emülsiyon 30 bar	Emülsiyon 30 bar
Titreşim frekansı	≈ 18,5 kHz	≈ 18,5 kHz
Titreşim genişliği	4 µm / 8 µm / 12 µm	4 µm / 8 µm / 12 µm

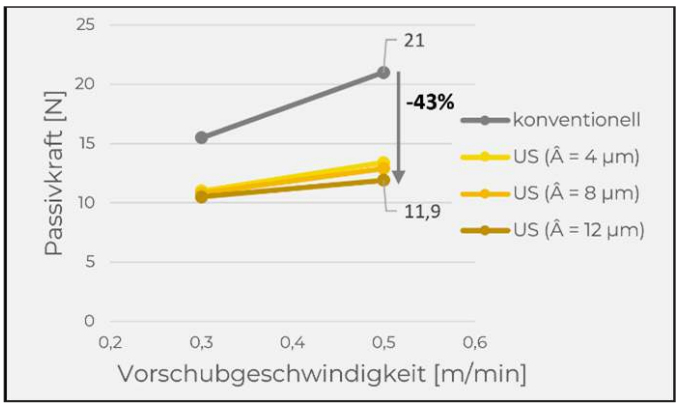
Tablo 1: Taşlama deneylerinin parametreleri

Teknolojik etkiler ve etki mekanizmaları

Ultrasonik destekli **kuvars cam** taşlamasının incelenmesi için parçanın alın yüzeyi düzlem taşlanmıştır. Şekil 2, kuvars camın taşlanmasında farklı ilerlemeler için ve 4 µm ile 12 µm arasında artan titreşim genişliğinde konvansiyonel ve ultrasonik destekli proses için ilerleme kuvvetlerinin seyrini göstermektedir. İlerleme kuvvetlerinin daha yüksek ilerlemeyle arttığı ve konvansiyonel taşlamadaki kuvvetlerin en fazla 4,5 N olduğu görülmektedir. Sert ve gevrek malzemelerde, malzemenin hassas olması nedeniyle talaş kaldırma kuvvetleri taşlama prosesi için önemli bir değerlendirme ölçütüdür; çünkü malzeme kaldırma prosesinin verimliliği bunlarla belirlenir. Aşırı yüksek kuvvetler verimliliği ve yüzey kalitesini sınırlar ve mikro çatlaklar veya kopmalar gibi kalite sorunlarına yol açabilir. Şekil 2'den, ultrason desteğinin her iki ilerlemede de pasif kuvvette belirgin bir azalma sağladığı görülmektedir. Kuvvetler, titreşim genişliği arttıkça düşmektedir. 0,2 m/min ilerleme hızında ve 12 µm titreşim genişliğinde pasif kuvvet, ultrason desteği sayesinde 4,5 N'den 2 N'ye düşer. Bu, %56'lık çarpıcı bir kuvvet azalmasına karşılık gelir. Bu etki, gevrek malzemeyi mikroskobik ölçekte kıran ve böylece kontrollü bir malzeme kaldırmaya olanak tanıyan ultrasonun "mikro çekiçleme" etkisinden kaynaklanır. Ayrıca takımın hızlı hareketi, kinematiğin değişmesine ve taşlama tanelerinin çok eksenli yüklenmesine yol açar.



Şekil 2: Kuvars cam pasif kuvvet diyagramı



Şekil 3: Alüminyum oksit pasif kuvvet diyagramı

İkinci malzeme olan **alüminyum oksit** için kuvvetler benzer bir yöntemle ölçülmüştür. Şekil 3, seramiğin taşlanmasındaki pasif kuvvet değerlerini göstermektedir. Burada da kuvvetler artan ilerleme değerleriyle yükselmektedir. Konvansiyonel taşlama prosesinde ve 0,5 m/min ilerleme hızında alüminyum oksit için pasif kuvvet 21 N'dir. Bu malzemede de talaş kaldırma kuvvetleri taşlama prosesinin verimliliği açısından belirleyicidir. Taşlama prosesinin ultrasonla desteklenmesi burada da işleme kuvvetlerinin çarpıcı biçimde azalmasını sağlar. 0,5 m/min ilerlemede ve 12 µm titreşim genişliğinde pasif kuvvet %43 azalarak 11,9 N'ye düşer. Kuvars camın aksine, burada titreşim genişliğinin etkisi daha azdır. Bu bağlamda 4 µm ile 12 µm arasındaki titreşim genişliklerinin etkileri neredeyse aynıdır. Malzemenin gevrek davranışı nedeniyle burada da ultrason sayesinde malzeme kaldırma daha verimli ve daha kontrollü hale gelir; bu da taşlama prosesinin performansını olumlu etkiler.

Sonuçlar

Sonuçlar, ultrason desteğinin taşlama prosesinin özelliklerini ve performansını olumlu etkilediğini göstermektedir. Ultrason takım tutucuları taşlama takımını yüksek frekanslı bir titreşime sokar; böylece hem proses kinematiği hem de talaş oluşumundaki etki mekanizmaları değişir. Etkiler ve sonuçları şu şekilde özetlenebilir:

1. Taşlama tanesinin ultra hızlı hareketi

Taşlama gövdesi ultrason sayesinde son derece hızlı hareketlere sokulur; böylece her bir taşlama tanesi dönme hareketine ek olarak eksenel yönde salınım yapar. Bu durum taşlama tanelerinin kavrama koşullarını önemli ölçüde etkiler.

2. Verimli malzeme kaldırma

Ultrason, taşlama tanelerinde bir “mikro çekiçleme” etkisi yaratır; bu sayede sert ve gevrek malzeme yüzeyde tanımlı biçimde kırılır. Böylece malzeme kaldırma daha verimli ve daha kontrollü olur.

3. Kendi kendini temizleme

Ultrason sayesinde taşlama takımındaki birikintiler azalır ve taşlama takımının dolması önlenir. Böylece takımın keskinliği ve kesme kabiliyeti daha uzun süre korunur.

4. Tanelerin bilenmesi

Çok eksenli ve darbe benzeri yüklenme taşlama tanelerinin kırılmasına yol açar; böylece yeni keskin kesici kenarlar oluşur.



Müşteri faydası

Çarpıcı biçimde azalan işleme kuvvetleri, taşlama prosesinin verimlilik, proses güvenliği ve parça kalitesi açısından mevcut sınırlarını öteler. Şekil 4, kuvars cam gibi sert ve gevrek malzemelerin veya alüminyum oksit gibi seramiklerin taşlanmasında ultrason desteğinin avantajlarını özetlemektedir.



Şekil 4: Ultrasonik destekli taşlamanın avantajları

Verimli ve kontrollü malzeme kaldırma sayesinde parça kalitesi yüzey pürüzlülüğü açısından iyileşir, mikro çatlaklar ve kopmalar önlenir. Takım ömrünün artmasının yanı sıra, özellikle kesme değerlerini ve dolayısıyla taşlama prosesinin verimliliğini artırma potansiyeli, VibroCut ultrasonic kullanımıyla maliyet tasarrufu sağlamada önemli bir etkendir.

Sert ve gevrek malzemelerin taşlanmasında VibroCut *ultrasonic* ile maliyet tasarrufu

Hesaplama örneği: kesme parametrelerinin artırılması

- Makine saat ücreti: 75,- € / h
- Planlı çalışma süresi: 4.000 sa / yıl (yılda 500 vardiya)
- Çevrim süresinde taşlama payı: 80%

Kesme parametresi artışı	Verimlilik artışı	Makine/yıl başına tasarruf
20%	13,3%	39.900 €
50%	26,7%	80.100 €
100%	40%	120.000 €

Şekil 5: Kesme değerleri artırıldığında ekonomik faydaya ilişkin örnek hesaplama

Örnek bir ekonomiklik hesabı Şekil 5'te gösterilmiştir. Birçok uygulamada bir yılın altında bir yatırım geri dönüşü (ROI) elde edilmektedir.

Ultrason desteğinin önemli bir avantajı da proses güvenliğinin artmasıdır. Ultrason uygulamasıyla sağlanan verimli ve koruyucu işleme, özellikle karmaşık ve maliyetli parçalarda proses arızaları ve kaliteyi etkileyen sapmalar riskini azaltmaya, böylece maliyetli ve zaman alıcı ıskartayı önlemeye yardımcı olur. Bu, özellikle birden fazla vardiya boyunca insansız işleme için geçerlidir.

Ek bilgiler

VibroCut *ultrasonic*, VibroCut GmbH'nin patentli bir sistemidir. Üretiminizde ultrasonik destekli talaşlı imalatın kullanımı için ürün ve teknoloji sağlayıcısı olarak hizmet veriyoruz. Bu kapsamda yeni ve mevcut makinelerin donatılması için ultrason sistemleri satıyor ve size ilgili servis hizmetlerini sunuyoruz.

VibroCut ultrasonic ultrason sistemi, piyasadaki en güçlü ve en hassas ultrason anlamına gelir. Muazzam performansı sayesinde yüksek titreşim genişliklerine ulaşılır ve daha büyük taşlama takımları da titreşime sokulur. Entegre bir sensör ultrason titreşimini doğrudan ölçer. Yüksek dinamikli regülasyon sayesinde tekrarlanabilir titreşim özellikleri güvence altına alınır ve ultrasonun hassasiyeti yeni bir boyuta taşınır.

Sistem, takım tezgâhınıza uygun çeşitli güç sınıflarında, boyutlarda ve arayüzlerde sunulmaktadır. Kullanıcı, işleme prosesinin gereksinimlerine göre dört farklı güç sınıfı arasından seçim yapabilir – 30.000 dev/dk'ya kadar devirlerde çalışan ince takımlar için Precision-Line'dan büyük ve kütleli takımlarla yapılan uygulamalar için Performance-Line'a kadar. Precision-Line (100 W), Standard-Line (250 W) ve Performance-Line (500 W), otomatik takım değiştiricili işleme merkezleri için öngörülmüştür.



VibroCut *ultrasonic* güç parametreleri			
Titreşim frekansı	f_{Vib}	=	16 ... 50 kHz
Titreşim genişliği	Â	=	0,1 ... 80 µm
Güç	P_{Wmax}	=	100 ... 1.000 W

Şekil 6: VibroCut ultrasonic için ultrason takım tutucuları

Bizimle doğrudan iletişime geçin veya web sitemizden bilgi alın:

VIBROCUT

VibroCut GmbH
Annaberger Str. 240
09125 Chemnitz
info@vibrocut.de
www.vibrocut.de

PRIMINER CNC freze makinesi
VibroCut *ultrasonic* ile iş başında

PRIMINER C500-5X, üstün hassasiyeti ve esnekliğiyle öne çıkan 5 eksenli bir işleme merkezidir. 9,5 tonluk ağırlığıyla iş parçalarının beş eksende karmaşık işlenmesi için ideal biçimde tasarlanmıştır ve çelik, alüminyum ve plastik gibi farklı malzemelerden yüksek hassasiyetli parçaların üretilmesine olanak tanır. Çok yönlülüğü sayesinde prototipten seri üretime kadar pek çok uygulama için çok uygundur.

C500-5X, teknik özellikleriyle VibroCut *ultrasonic* donanımını en iyi şekilde destekler. Sert ve gevrek malzemelerin ultrasonik destekli proseslerle taşlanması ve delinmesinin makineden beklediği gereksinimler çok iyi karşılanır.



Teknik özellikler		C500-5X
Tabla		
Maks. iş parçası çapı	mm	700
Tabla ölçüsü	mm	Ø 500 x 400
T kanalı (genişlik x adet x aralık)	mm	14 ×80 ×5
Maks. yük	kg	300
Eksen hareketi		
X/Y/Z eksen hareketi	mm	700 / 550 / 500
A/C eksen hareketi	derece	+30° ~ -120° / 360°
İş mili burnu – tabla mesafesi	mm	120 - 620
İş mili		
İş mili koniği	-	SK40/BBT40/CAT40
İş mili motoru gücü	kW	9 / 22
İş mili motoru torku	Nm	63 / 135
İş mili devri	dev/dk	12000
İlerleme		
Hızlı ilerleme X/Y/Z	m/min	48
Dönme hızı A/C	dev/dk	50/60
Kesme ilerlemesi	mm/min	1-12000

Teknik özellikler		C500-5X
Takım değiştirici		
Takım sayısı	adet	40
Maks. takım boyu	mm	300
Maks. takım çapı	mm	Ø 80 / Ø 125
Maks. takım ağırlığı	kg	8
Hassasiyet (VDI 3441, tam hareket) Konumlama		
hassasiyeti (lineer cetvelsiz)	mm	0,008 (X/Y/Z)
Tekrarlama hassasiyeti (lineer cetvelsiz)	mm	0,006 (X/Y/Z)
Konumlama hassasiyeti (lineer cetvelli)	mm	0,006 (X/Y/Z)
Tekrarlama hassasiyeti (lineer cetvelli)	mm	0,004 (X/Y/Z)
Boyutlar ve ağırlık		
Boyutlar	mm	3976×4965×3050
Ağırlık	kg	7000

Bizimle doğrudan iletişime geçin veya web sitemizden bilgi alın:

PRIMINER

PRIMINER
Werkzeugmaschinen GmbH
Tungendorfer Str. 10
24536 Neumünster
info@priminer.de
www.priminer.de

UNITECH-Maschinen GmbH — makine imalat sektöründe saygın bir iş ortağı

UNITECH-Maschinen GmbH, Chemnitz bölgesinde makine imalat sektörünün köklü firmaları arasındadır. Faaliyet alanı, birçok takım tezgâhı tipi için tasarımdan imalat ve satışa, oradan eksiksiz servise kadar uzanır. Komple çözümlerin geliştirilmesi, teknolojik danışmanlık ve kullanıcı eğitimleri de hizmet yelpazesine dahildir.

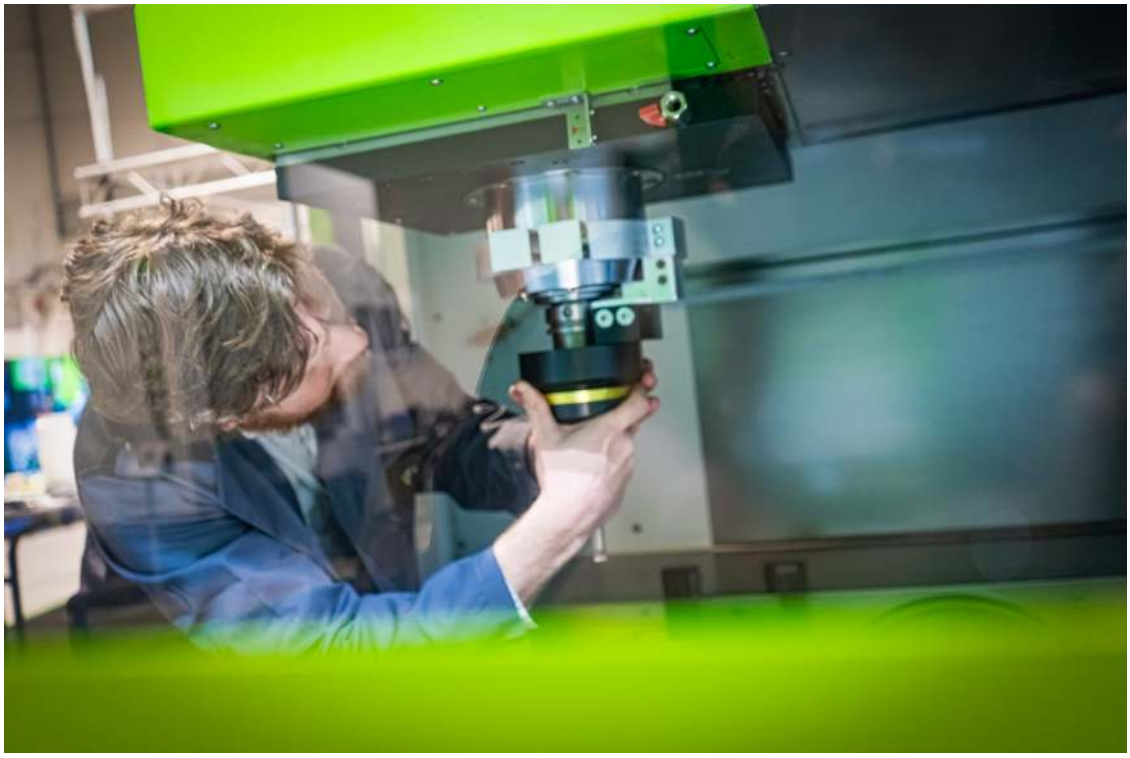
VibroCut GmbH'ye yakınlık ve Priminer makinelerinin satışı sayesinde mükemmel bir iş birliği doğdu.

Sert ve gevrek malzemelerin işlenmesinde VibroCut GmbH'nin entegrasyon ortağı: UNITECH-Maschinen GmbH. Takım tezgâhı için teknoloji odaklı modifikasyon uzmanı ve deneyimli servis ortağı olan UNITECH, yüksek hassasiyetli 5 eksenli işleme merkezi PRIMINER C500'ü sınıfının en güçlü ultrasonik taşlama makinesine dönüştürdü.

Bu kapsamda VibroCut ultrasonic taşlama takımı, operatör yönlendirmesi ve proses izleme ile birlikte makineye tümüyle entegre edildi. Makinenin kendisi de, uzun ömürlü kalite hedefiyle, başka önlemlerin yanında kapsamlı bir kapsülleme ile aşındırıcı işleme tozlarına karşı korundu.

İşleme akışkanı tozlardan ayrılır ve işleme prosesine hedefli olarak beslenir. Patlama eğilimli akışkanların kullanılması halinde makine, ihtiyaca göre yangından korunma önlemleriyle tamamlanabilir.

Birden fazla vardiya boyunca insansız işlemeyi güvence altına almak için proses ve kalite izleme entegre edilmiştir.



UNITECH-Maschinen GmbH ve VibroCut GmbH'den Dr. Oliver Georgi tarafından teknoloji entegrasyonu

Bizimle doğrudan iletişime geçin veya web sitemizden bilgi alın:

UNITECH

UNITECH-Maschinen GmbH
Clemens-Winkler-Straße 6
09116 Chemnitz
www.unitech-maschinen.de