

Haziran 2019

Eklemeli imalata uygun sıfır nokta bağlama sistemi

BÜLTEN

Seri imalatta post-processing

AM-LOCK ile



1.4404 paslanmaz çelikten imal edilmiş bir braketteki destek yapıları, hirtizasyon® işlemiyle çıkarılmış ve yüzeyler düzleştirilmiştir. Sadece distorsiyonu engelleyen yapılar bırakılmıştır.

(Resim: SLM Çözümleri ve M&H CNC Teknolojisi)

3D baskıyla metal parça imalatında endüstriyel seri imalatın ön koşulu olarak otomatik art işleme uygulamaları

Eklemeli imalatla metal parça imalatı uygulamaları son yıllarda kendini etkili bir şekilde kanıtladı. Prototip imalatından yedek parçaların 3D baskısına kadar çok çeşitli uygulamalar, endüstrinin tüm alanlarında yaygın bir şekilde gerçekleştiriliyor. Günümüzde ise sıra bir sonraki mantıklı adıma geldi: Tek parça imalatından seri imalata geçiş. Öte yandan, yüksek parça miktarlarının modern kalite kontrolü gereklere uygun bir şekilde yeniden üretilebilir olarak imalatına giden yolda, imalat adımlarının daha kapsamlı bir şekilde uyumlaştırılması ve otomatikleştirilmesi gerekiyor. Bu bağlamda post-processing sürecine önemli bir rol düşüyor.

Özellikle de yöntemin sunduğu imkanlar ve geleneksel imalat kısıtlamalarından bağımsız bir tasarım sürecinin sağladığı özgürlükler düşünüldüğünde, metal parçaların 3D baskıyla imalatı, bağımsız bir imalat yöntemi olarak kabul görmeyi güçlü bir şekilde hak ediyor. Seri imalata geçilmesinin gerektireceği otomasyon bağlamında elbette tek parça imalatındaki standart manuel işleme adımlarının ortadan kaldırılarak bunların yerine otomatik işlemlerin getirilmesi gerekiyor. Eklemeli imalat yöntemiyle imal edilmiş metal parçalar baskı ünitesinden çıktıklarında henüz kullanılabilir bir durumda olmuyor. Çoğu zaman destek yapılarla yapı plakasına sabitlenmiş olan parçaların önce plakadan ayrılması gerekiyor. Parçanın yapı plakasına sabitlenmiş olması ayrıca, özellikle de baskı işlemindeki ısı farkları yüzünden işlem



H3000 Finishing Modülü, bağımsız bir «Tak ve Çalıştır» makinesi olup, 3D baskıyla imal edilmiş parçaların patentli hirtizasyon® yöntemiyle tam otomasyonlu art işlemleri için tasarlanmıştır.

esnasında parça üzerinde oluşan iç gerilmelerin önüne geçilmesine yardımcı olma amacını taşıyor. Parçadaki gerilme, sonradan gerçekleştirilecek bir ısıtma işlemi sayesinde giderilebiliyor ve böylece distorsiyon tehlikesi de ortadan kaldırılabilir. Destek yapılar ayrıca, toz yataklamalı yöntemle baskı işlemi esnasında çıkıntı, alttan oyuk ya da daha büyük boşluk gibi geometrilerin de mümkün kılınabilmesini sağlıyor. Her ne kadar tasarımda yapılan değişikliklerle daha az destek yapı kullanımının sağlanması yönünde çalışmalar mevcut olsa da, bu durum, 3D baskının sunduğu en önemli avantajlardan biri olan tasarım özgürlüğünü kısıtlayıcı bir etkiye sahip. Ayrıca, parçalar üzerine toz kalıntıları yapışabiliyor ve bunlar kısmen eriyerek yüzeye yapışmış oluyor. Toz kimi zaman boşluklar içinde de birikebiliyor. Çıkışların, örneğin destek yapıları tarafından kapanmış olması durumlarında, tozların kolay bir şekilde çıkarılması mümkün olamıyor.

Yukarıda bahsi geçen ısıtma art işleme, basıncın eş zamanlı uygulanması olan sıcak izostatik presleme yöntemiyle de (HIP) tamamlanabiliyor. HIP yönteminin avantajı, malzemede kalan mikro gözeneklerin azaltılabilmesinin ve böylelikle baskısı yapılan parçaların yoğunluklarının çoğu zaman %99 üzerine yükseltilebilmesinin mümkün olması. Parçadaki toz bertaraf edildikten, parça ısıtma işlemi tabii tutulduktan ve yapı plakasından ayrıldıktan sonra, pek çok yerdeki destek yapıları mekanik olarak çıkarılır. Bu süreç, pense ve eğeler kullanılarak manuel olarak gerçekleştirilen frezeleme ve ayırma işlemlerini içerir. Bunun ardından da, ışın uygulaması ve herhangi bir titreşimli art işleme yöntemiyle parçaların, endüstriyel olarak kullanılmayan yüzey pürüzlülüğü azaltılır. Son zamanlarda kimyasal destekli titreşimli art işleme yöntemleri de uygulanmaya başlamıştır. Bu yöntemlerin ortak bir noktası, hem iç kısımların hem de geometrik alttan oyukların işlenemez olmasıdır. Ayrıca yukarıda ifade edilen art işleme uygulamaları zinciri, pek çok manuel adımı da barındırmaktadır. Kesintili bir niteliğe sahip olan süreç zincirinin, bu haliyle otomatikleştirilmesi mümkün değildir. Bu nedenle de yüksek hacimli bir seri imalat söz konusu olamamaktadır. Ayrıca burada en ilginç geometrilerden bazılarının gerçekleştirilmesi de mümkün değildir, bu da 3D baskının tasarım özgürlüğünün önüne geçmektedir. Yüksek miktarlarda parça imalatı, mümkün olan en yüksek otomasyon derecesini, birbirleriyle mükemmel koordineli süreç adımlarını ve yüksek bir takip edilebilirliği ve tekrar üretilebilirliği gerektirir.

Elektrokimyasal alternatif

Tam da bu noktada devreye elektrokimyasal (en geniş anlamıyla galvanik) yöntemler giriyor. Bu yöntemlerden en çok bilineni, klasik elektropolisaj yöntemi olmakla birlikte bu yöntem, parça geometrisi ve iç kısımlarla ilgili olarak bir takım kısıtlamalara sahip; bu alanlara elektropolisaj uygulama ya mümkün olmaz ya da son derece zor bir şekilde gerçekleştirilebilir. Bu işlemler için dinamik bir yöntem olarak sadece patentli hirtizasyon® yöntemi uygundur. Aslen elektrokimyaya dayalı olan bu yöntem, 3D baskıyla imal edilen metal parçaların art işleme uygulamalarındaki farklı görevler için özel olarak geliştirilmiştir. Kimyasal-elektrokimyasal bir yöntem olarak standart mekanik işleme adımlarına bir alternatif sunmaktadır.

Sıvı malzeme tabanlı sistemler sayesinde parçaların geometrik açıdan erişimi zor olan alanları ve iç kısımları da işlenebiliyor. Üç adımlı benzersiz bir işlem olan hirtizasyon® işleminde, ilk adımda destek yapıları çıkarılır ve parça üzerine yapışmış olan toz kalıntıları giderilir, ikinci adımda parça yüzeyi teknik açıdan kullanılabilir bir düzeye gelecek şekilde düzleştirilir (Ra < 2µm), üçüncü adımdaysa gerekirse yüzey iyileştirilir. Kimyasal-elektrokimyasal yöntem, yeni parça geometrilerinin gerçekleştiril-



solda: Gelecekteki yüksek hacimli seriler için yöntem, saat başına 500 parça kapasiteli bir şekilde H12000 sistemi yüzey işleme yollarına da entegre edilebiliyor. **sağda:** Paslanmaz çelik vakumlu tutucu, hirtizasyon® ile son yüzey işleme sonrasında desteklerden çıkarılmış ve yeniden kullanıma hazır durumda. (Resimler: Materialise)

mesini sağlayan etken olarak 3D baskının en önemli yanlarından biri olan tasarım özgürlüğünü destekliyor. Ayrıca, elektrokimyasal işlemlerin istenildiği şekilde ölçeklenebilirliği, 3D baskının seri imalat için güçlü ve güvenilir bir yöntem dönüşürülmesine de yardımcı oluyor. Hirtizasyon® işlemi, istenirse «Hirtenberger Engineered Surfaces» firması yüzey işleme merkezlerinde bir servis olarak, istenirse de kompakt, tam otomatik yüzey işleme modülü üzerinden doğrudan imalat yerinde 3D baskı ünitesinde gerçekleştirilebiliyor. Gelecekteki yüksek hacimli seriler için yöntem ayrıca, saat başına 500 parça kapasiteli bir şekilde H12000 sistemi yüzey işleme yollarına da entegre edilebiliyor.

Post-processing sürecine kadar dijital ikiz

Yüksek hacimli seri imalata geçişte, işleme zincirinin tamamındaki tüm ara birimlerin tanımlanmış, eksiksiz bir bütünlüğe sahip ve kalite güvencesi açısından izlenebilir olması gerekir. Bu bağlamda, dijital ikiz yaratımına son derece önemli bir rol düşüyor. Dijital ikiz, bir ürünün, fiziksel karşılığına bir ömür boyu eşlik edecek olan sanal kopyasıdır. Söz konusu simülasyon modeli, belli bir ürüne atanır ve ilk adımda (geçiş adımında) mevcut sensör verileri kaynaklı gerçek yük verileriyle beslenir. Makine ya da sistemlerin dijital platformdaki sanal temsili, özellikle de verimlilik söz konusu olduğunda şirketlere, yaşam döngüsünün tamamı boyunca çok çeşitli avantajlar sunuyor - ürün tasarımı, imalat planlaması ve mühendisliğinden makine ve sistemlerin



500 x 500 x 300 mm'lik boyutlarıyla H6000, H3000'e oranla çok daha büyük bir çalışma alanına sahip. Farklı malzemelerde birden çok parçayı eşzamanlı olarak art işleme tabi tutabiliyor.

devreye alınması, işletilmesi, servisi ve modernizasyonuna kadar tüm evrelerde. İkizler - dijital ve reel makine - sürekli olarak birbirleriyle bağlantılı olup böylece ortak bir nesne hafızası geliştirirler. İdeal durumda bu, daha ilk çalışmalardan itibaren oluşur. Bu sayede de simülasyon modeli, makinenin/sistemin güncel fiziki durumunu gösterir. Dijital ikiz, sadece olduğu haliyle parçayı değil, imalat zincirinin tamamını kapsayacak bir şekilde parçanın oluşumunu tanımlıyor olmalıdır. Başlangıç malzemesinden, tüm işleme adımlarını kapsayacak şekilde bitmiş parçaya kadar, adım adım sadece tüm geometrik değişiklikler değil, aynı zamanda tüm özellik değişiklikleri de eksiksiz bir şekilde kaydedilir. Bu sayede, dijital ikiz aracılığıyla gerçek parça, oluşumunun her aşamasında kesin olarak bilinir ve parçanın imalatı, kapsadığı tüm süreçlerle birlikte dijital seviyede gerçekleştirilebilir. Akıllı 3D modeli şeklindeki bu sanal kopya ayrıca, geliştirme hatalarının ve sadece imalat süreci esnasında kendini gösterecek potansiyel sorunların erkenden tanımlanabilmesini de sağlar.

Özellikler, seçilmiş olan işleme adımlarına ve imalat parametrelerine bağlı olarak tahmin edilebilir. İşte tam da bu noktada neredeyse kendini hiç fark ettirmeksizin son derece önemli bir adım gerçekleşiyor! İmalat zincirinin başından sonuna, par-

çanın oluşumu tamamen sanal ortamda gerçekleşiyor. İmalat süreci ve parçanın kendisi, henüz fiziki karşılığı yokken, önce bir Cloud (bulut) içinde var oluyor. Burada radikal nitelikte farklı bir yaklaşıma ihtiyaç var. Dijital alanda dijital bir şekilde mevcut olan parçanın bu sanal dünyadan fiziksel dünyaya geçirilerek somutlaştırılması gerekiyor. Bu geçişle ilgili planlamalara mutlaka entegre edilmesi gereken bir unsur da post-processing süreci. Art işleme uygulamalarının, daha parça tasarımı aşamasında göz önünde bulundurulması gerekiyor, örneğin, art işlemeyle parça boyutunun değiştirilmesi gibi. Ancak böyle bir yaklaşımla son yüzey işleme de dahil olmak üzere sürecin tamamı, takip edilebilir ve denetlenebilir bir özelliğe sahip olabilir.

Endüstriyel kaplama teknolojisinin dahil edilmesi

Son olarak, 3D baskı endüstrisinde şu ana kadar çok az dikkat çeken önemli bir noktaya değinmek istiyorum. Klasik yöntemlerle imal edilen parçalar, doğal olarak son adımda kaplanıyor. Bu uygulama, korozyona karşı koruma, optik, dekoratif görünümün iyileştirilmesi, kullanılan kimyasal stabilitenin yükseltilmesi ya da aşınmaya karşı korumaya hizmet ediyor. İsteğe göre uygun olan bir kaplama seçiliyor. Seçilen kaplama yöntemi, galvanik kaplama, cilalama, katodik daldırma kaplama, anotlama (eloksallama) ya da seramik kaplama (genellikle PVD gibi fiziksel işlemler üzerinden) olabilir. Bu tür bir yüzey koruma bugün büyük ölçüde endüstri standardı olarak yerleşmiş olduğundan, bu konunun er ya da geç 3D baskı yöntemiyle imal edilen parçalar için de söz konusu olacağı aşikar. Özellikle de otomotiv sanayindeki büyük hacimli seri imalattaki uygulamalarda. Sonuç olarak bu uygulama da post-processing sürecinin bir parçası ve yukarıda sözü geçen ara birimler üzerinden süreç zincirinin tamamına entegre edilmesi gerekiyor.



Elektrokimyaya dayalı olan hirtizasyon® yöntemi, 3D baskıyla imal edilen metal parçaların art işleme uygulamalarındaki farklı görevler için özel olarak geliştirildi.



Sıvı malzeme tabanlı sistemler sayesinde parçaların geometrik açıdan erişimi zor olan alanları ve iç kısımları da işlenebiliyor.

Art işleme uygulamalarının tasarım aşamasında göz önünde bulundurulması

Kısaca söylemek gerekirse tek parça imalatından yüksek hacimli seri imalata geçişte post-processing süreci son derece önemli bir unsur. 3D baskı imalat yöntemi, bağımsız bir imalat yöntemi olarak kendini sağlam bir şekilde kabul ettirmek istiyorsa, yüksek hacimli seri imalata geçiş hamlesinin başarıyla gerçekleştirilmesi gerekiyor. Bunun için art işleme uygulamaları alanında, tanımlanmış ve eksiksiz bir bütünlüğe sahip ara birimlere, mümkün olduğunca tam bir otomasyona ve münferit işleme adımlarının ölçeklendirilmesine gerek duyuluyor. Entegrasyonun en iyi şekilde gerçekleşmesi, dijital ikiz kullanımına ve daha tasarım dosyasında art işleme uygulamalarının göz önünde bulundurulmasına bağlı.

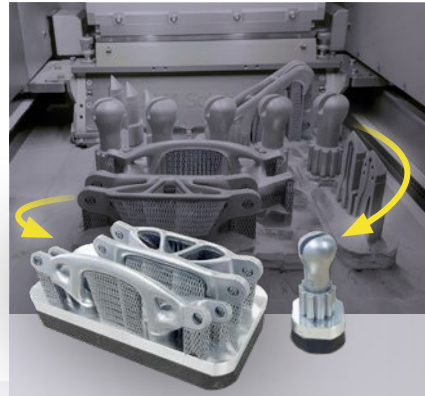
Parça tasarımı konusunda yeni yollar arandığı ve yıllar boyunca optimize edilmiş mevcut imalat işlemleri basit bir şekilde 3D baskıyla değiştirilmeye çalışılmadığı sürece, metal parçaların 3D baskı yöntemiyle imalatı endüstriyel seri imalat alanına girecektir. Tasarımdaki sonsuz özgürlük imkanlarının kullanıldığı akıllı çözümler, buradaki maliyet baskısını da azaltıyor. Tasarımdan baskı işlemine ve art işleme uygulamalarına, birbirleriyle koordineli ve otomatik imalat zincirleri, maliyetlerin bir kez daha düşerek cazip bir hale gelmesini sağlıyor ve gerekli, izlenebilir kalite yönetimini mümkün kılıyor. Tam da burada post-processing sürecinin engelleyici özellikte olmaması gerekiyor.

Maksimum bir esneklik ve süreç stabilitesi için bölmeli imalat platformları ve sıfır nokta bağlama sistemi

Post-processing süreci, baskısı yapılan iş parçasına göre kapsamlı bir şekilde değişebilen bir süreç. Yukarıda bahsi geçen

«tanımlanmış ve eksiksiz bir bütünlüğe sahip ara birimlerden» biri de, iş parçası taşıyıcı sistemi. İşte tam da burada pL LEHMANN ürünü olan AM-LOCK devreye giriyor. Pim delikleri, dişler, hassas yüzeyler ya da 3D baskıdan sonra parça ölçümü gibi otomatik art işleme uygulamaları için, münferit parçaların imalat platformundan sökülmeden ayrılabilmesi gerekir. İş parçası sıfır noktası ancak bu sayede elde edilebilir. Eklemeli imalat yöntemiyle imal edilmiş iş parçalarının, ihtiyaç duydukları art işleme uygulamalarına göre özel bir şekilde kanalize edilebilmeleri sağlanmalıdır. Maksimum bir verimlilik ve hassasiyetin sağlanabilmesi için iş parçalarının taşıyıcı paletten ayrılmasının mümkün olduğunca geç gerçekleştirilmesi gerekir.

Toz yataklamalı yöntemde sıfır nokta bağlama sisteminde özel bir takım koşullar söz konusu olduğundan, alışılmış bir hareket mekanizmasından kaçınılması yerinde olacaktır. Proses ısısını kullanan AM-LOCK, bir Thermo-Lock ile bu talebi karşılıyor. Öte yandan post-processing sürecinde kullanıcıların çoğu tanınan sistemlere baş vuruyor. Eklemeli imalata uygun bir sıfır nokta bağlama ve iş parçası taşıyıcı sisteminin bu uygulama için de hazır olması gerekir. Bu yüzden de, baskısı gerçekleştirilen 3D parçaların altlık levhadan ayrılmasına gerek duyulmaksızın, AM-LOCK çok çeşitli sistemlere kolayca adapte edilebilir.



Maksimum bir hassaslık ve süreç stabilitesinde mümkün olan en yüksek esneklik. (Resim: pL LEHMANN)

Metal iş parçalarının 3D baskıyla imalatına genel olarak bakacak olursak, sanayileşmiş bir imalat teknolojisine varılana kadar imalat zincirinin tamamının göz önünde bulundurulması gerekiyor: tasarımdan veri işlemeye, baskı işlemlerine ve art işleme uygulamalarına, yazılım tabanlı veri tutarlılığından, donanım tabanlı iş parçası transferine, izlenebilir kalite yönetimine kadar hala cevaplanmamış birçok soru söz konusu - tüm bunlara rağmen yine de çok iyi sistem çözümleri de var. Söz konusu çözümlerden biri de AM-LOCK üzerinde hirtizasyon.

İletişim: **Peter Lehmann AG**
Bäraustrasse 43
CH-3552 Bärau
Tel. +41 (0)34 409 66 66
Faks +41 (0)34 409 66 00
pls@plehmann.com
www.lehmann-rotary-tables.com

Hirtenberger Engineered Surfaces GmbH
Leobersdorfer Strasse 31-33
2552 Hirtenberg / Austria
Tel. +43 2256 811 84 835
Faks +43 2256 811 84 849
surfaces@hirtenberger.com
hes.hirtenberger.com