

Yüksek Hizda Isleme ve Makina Mekanigi

Turgay Mamur

Konvansiyonel isleme tekniklerine oranla yüksek hizda isleme özelliklerini de yapabilen bir CNC tezgaha sahip olunmasi özellikle kalp atölyeleri açısından kaçınılmaz bir istektir. Yüksek hizda isleme özelliklerine sahip olan bir tezgahın hem kontrol hem de mekanik özellikler açısından, normal konvansiyonel isleme şartlarında çalışan bir tezgaha göre çok daha üstün mekanik ve kontrol özelliklerine sahip olması gereklidir. Bu yazı dizisinde, yüksek hizda isleme özelliklerine sahip olan bir tezgahta mekanik özellikleri açısından ne gibi özelliklerin bulunması gerektiği üzerinde durulacaktır. Sunu akıldan çıkarmamakta fayda vardır. Kontrol sistemi özellikleri iyi olmayan bir tezgahta mekanik sistemin yapısının yüksek hizda isleme tekniklerine uygun olmasının, sadece tezgah mekanigi açısından bir üstünlüğü vardır. Sistem kontrol özelliklerinin de çok iyi olması yüksek hizda isleme tekniği açısından kaçınılmazdır.

Buna mukabil, hem yüksek hizda isleme tekniklerini yapabilecek hem de konvansiyonel isleme tekniklerine göre çalışabilecek olan bir tezgahın tercih edilmesi daha uygun olmaktadır. Genelde yüksek hizda isleme operasyonu, isleme zamanı uzun olan finis isleme operasyonlarında kullanılmak istenirken; konvansiyonel isleme teknikleri de kaba isleme operasyonlarında tercih edilir. Bazı durumlarda malzeme yapısı da isleme operasyonunun seçimini etkiler. Örneğin bakır, grafit, alüminyum gibi malzemeler her tür operasyon için yüksek hizda isleme teknikleri ile işlenmeye çok uygun malzemeler olmasına karşın, çelik v.b. malzemeler sadece finis isleme operasyonlarında yüksek hizda isleme özelliklerinin kullanımına olanak tanırlar. Doğal olarak kalıp atölyeleri gündüz takım çeligi ile yapacakları isleme operasyonlarını konvansiyonel isleme teknikleri kullanarak işlemek meylimindeyken, gece vardiyasında ise bakır veya grafit elektroları gibi isleme malzemelerini yüksek hizda işlemek isterler.

Yüksek hizda isleme operasyonları için tasarlanmış bir makina mi yoksa konvansiyonel isleme operasyonlarına göre tasarlanmış bir makinanın mi tercih edilmesi daha uygundur? Böyle bir ikilem en deneyimli makina kullanıcısının dahi tercih etmekte zorlandığı bir karar aşamasıdır. Her bir makina tasarımı fikri bir dizi kabullerden oluşur. Ve uygun makina seçim marifeti, muhtemel isleme operasyonlarındaki tüm aralıkta en iyi toplam performansı sunan bir tasarımın bulunmasıdır.

Yüksek hizda isleme operasyonu ile makinada isleme operasyonunun yaptırılabilmesi için göz önüne alınması gerekli en önemli makina mekanik tasarım elemanları şunlardır: Neden sadece mekanik üzerinde yoğunlaşıyoruz? Tek bir şey için, HSM(yüksek hizda isleme) işlemi için kontrol sisteminden beklenecek olan özellikler tamamiyle tanımlanmış ve bu tür yüksek hızlı kontroller aşağı yukarı standartlaşmıştır. Gerçekten de, kapsam o kadar geniştir ki; yüksek ilerleme değerleri ile bir CNC tezgahın isleme operasyonu yapabilmesi için kontrol sisteminden ne tür beklentilerin olacağı artık tamamiyle bilinmekte ve bu tür opsiyonların kullanıldığı kontroller hemen hemen tüm makinalarda yüksek hızlı isleme opsiyonu olarak verilmektedir. Fakat kontrol sistemi performansının yüksek olması, makinanın yüksek performanslı bir makina olması anlamına gelmez. Makina mekanik sisteminin de bu performansa ayak uydurabilmesi gereklidir. Bu yüzden bu makalede öncelikli olarak makina mekanigi üzerinde durulacaktır.

Baska bir şey, takım tezgahi imalatçıları arasında CNC kontrol performansının artık bir terazileme faktörü olduğu şikârdır. Çoğu takım tezgahi imalatçısı, esas olarak benzer CNC teknolojisini kullanmaktadır ve çoğu durumda, tamamiyle tüm özellikleri aynı olan CNC kontrol sistemi modelini. Eğer böyleyse bir makinayı bir başka makinadan ayırd eden şey ne olacaktır.

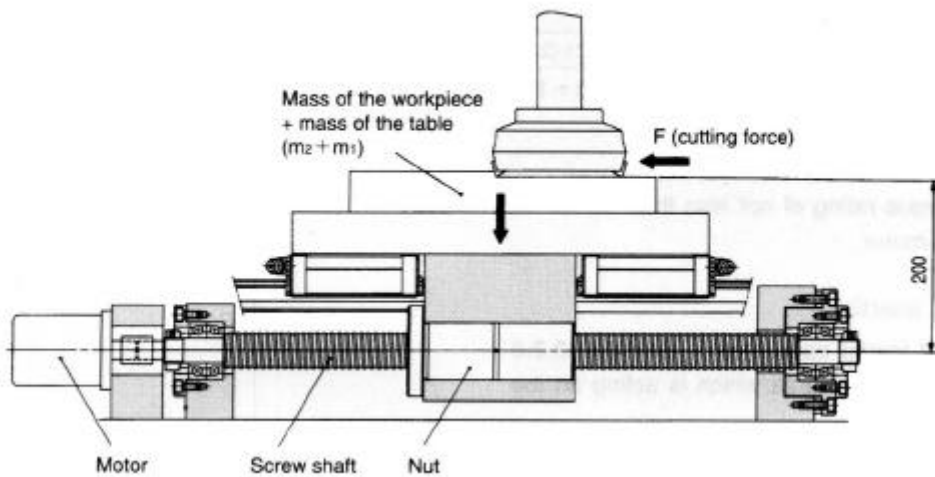
İste bu komple işleme sisteminin nasıl tasavvur edildiği, kurulduğu ve servo kontrol sistemi ile entegre edildiğidir.

Hareketin Fizigi

Kontrol sistemi kavramlarının önemli olmadığını söylemek doğru olmaz. Yüksek hızda işleme operasyonuna sahip bir kontrol sistemi, çok küçük artım birimlerinde (örneğin 0.01 mm) ve yüksek ilerleme değerlerinde (5 000 mm/dak) çalışmaya imkan tanımalı ve eksenlerdeki ivmelenme ve yavaşlama fonksiyonlarını öyle ayarlamalı ki; yüksek ilerleme değerlerinde işleme hassasiyetinden hiç bir ödün vermemelidir.

Fakat aynı CNC kontrol sistemini sunan iki farklı makinede dahi, kesme performansında ayırdedilebilir mertebede farklılıklar gözlemlenebilir. Bu esnada, iş mili gücü, rijitlik ve diğer mekanik özellikleri bir yana bırakalım. Yüksek hızlı CNC kontrollerin temel vazifesi komut olarak verilen pozisyon değerlerine CNC tezgahın çok hızlı ve hassas bir şekilde hareket ettirebilmesidir. Program verilerinin hızlı işlenmesi işin yarısıdır. Aynı şekilde makinanın da 3 boyutlu uzayda, tablasındaki yeterli mertebedeki iş parçası ağırlığıyla, hızlı bir şekilde hareket etmesi gereklidir. Şekil 1’de yüksek hızda işleme yapısına uygun bir makineye ait yatay eksenlerine ait bir makin yapı gösterilmektedir.

Bu resmi kafanıza koyunuz: Eğer makinede kontur ile işleme operasyonu yaptırılmaktaysa, her biri mekanik dönme hareketini kızak ilerleme hareketine çeviren uzun mekanik bir bilyalı vidayı döndürmekte olan iki veya üç servomotorun tahrik edilmesi gereklidir. Makina bileşenlerinden kaynaklanan sadece relatif olarak tahmin edilebilen mekanik direnç değil, aynı zamanda iş parçası kütlesinin ve kesme kuvvetleri gibi çok değişken olan faktörler dolayısıyla motorlar asiri yüküdür. Takım tezgahının ne kadar hızlı ve hassas hareket edebileceği, yüksek hızda işleme operasyonunun yapıldığı işleme malzemesinin de işlenme kabiliyetlerine bağlıdır.



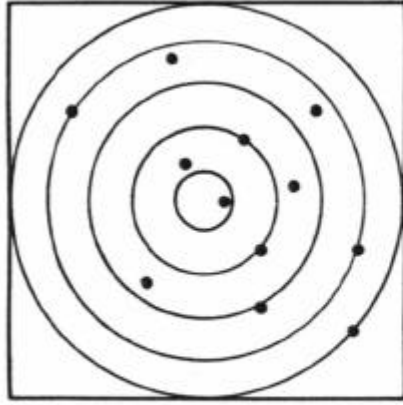
Şekil 1- CNC İşleme merkezinde yatay eksene ait kızak sürücü yapısı

Üstelik, sadece makinanın özelliklerine bakılması suretiyle makinanın gerçek hareket kabiliyetleri daha detaylı ayırd edilemez. Niçin? Örneğin, makina spekslerinde kesme ilerlemesi

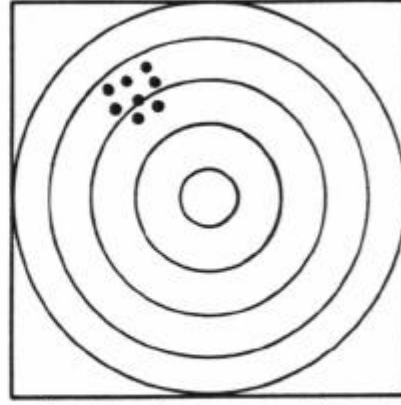
degerinin son derece yüksek oldugunu farzedelim. Eger farkli iki makina 25 400 mm/dak ilerleme degeri ile kesme yaptigini iddia ediyorsa, bunlarin kabaca esdeger oldugu yargisina kapilinabilir. Fakat iki servomotorun ayni hiz degerini vermesi, ayni ivmelenme degerleri ile ivmelendikleri anlamina gelmez. Diger tüm seyler esdeger olsa dahi, en iyi ivmelenme ve yavaslama karakteristiklerine sahip makina (servomotor gücü ve cevap kabiliyetini bir fonksiyonu olan) herhangi bir kalip isleme programini daha hizli ve hassas bir sekilde isleyecektir.

Hatta, katalogda belirtilen ivmelenme/yavaslama egrileri de bazi durumlarda bilinmesi gerekli seyler konusunda bir sey ifade etmeyebilir. Bos bir makinadaki ölçüm degerleri ile 500 kg yük baglanmış makinadaki ölçüm degerlerinin farkli olacaginin hatırd tutulması gereklidir. Bos bir makinadaki tezgah hareketi, 500 kg yük baglanmış bir makinaya oranla daha hizli yerine getirilir. Ayni sey tekrarlanabilirlik (repeatability) ve hassasiyet (accuracy) degerleri için de geçerlidir. Kontrollu hassasiyet ölçümleri ile elde edilen hassasiyetle, 7500 mm/dak ile kesme islemi neticesinde hassasiyet testleri arasında farklılık vardır.

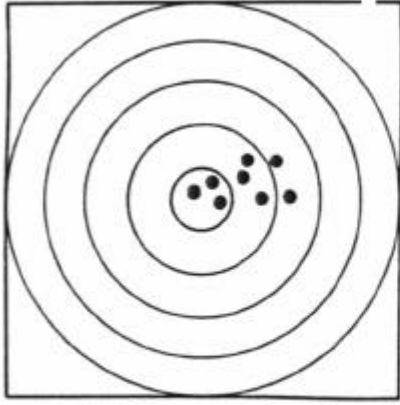
Yeri gelmiskem tezgah özellikleri arasında gösterilen tekrarlanabilirlik(repeatability) ve hassasiyet(accuracy) kavramlarına kısaca değinelim. Hassasiyet tezgahin hareket sınırları içinde komut olarak verilen pozisyona gitme kabiliyetidir. Pozisyon ve/vaya hiz degerleri genel olarak tezgah eksenini boyunca ölçülür. Hassasiyet belirtilen pozisyona tezgahin hareket ettirilmesi sırasında komut olarak verilen pozisyon ile tezgahin gerçekte gittiği pozisyon arasındaki farktır. Pozisyon hassasiyeti gerçekte pozisyon ile komut olarak verilen pozisyon arasındaki farkın ölçülmesi suretiyle belirlenebilir. Tekrarlanabilirliğin iyi olması demek, ayni pozisyona bir kaç kez belirtilen tolerans aralığında ulaşabilmesi demektir. Tekrarlanabilirlik bu şekilde genel olarak tanımlanmasına karşılık, tekrarlanabilirliğin hassasiyetten daha önemli bir kriter olduğunu söyleyebiliriz. Buna karşılık hassasiyetin de önemli olmadığını söylemek doğru olmaz. Şekil 2’de hassasiyet ve tekrarlanabilirliğin ne anlama geldiği gösterilmektedir. Hassasiyet 12’den vurmak, tekrarlanabilirlik ise bir kaç atış sonunda hep 12’den vurmak şeklinde yorumlanabilir.



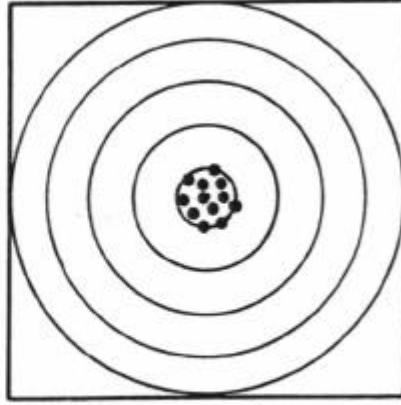
kötü hassasiyet
kötü tekrarlanabilirlik



kötü hassasiyet
iyi tekrarlanabilirlik



iyi hassasiyet
kötü tekrarlanabilirlik



iyi hassasiyet
iyi tekrarlanabilirlik

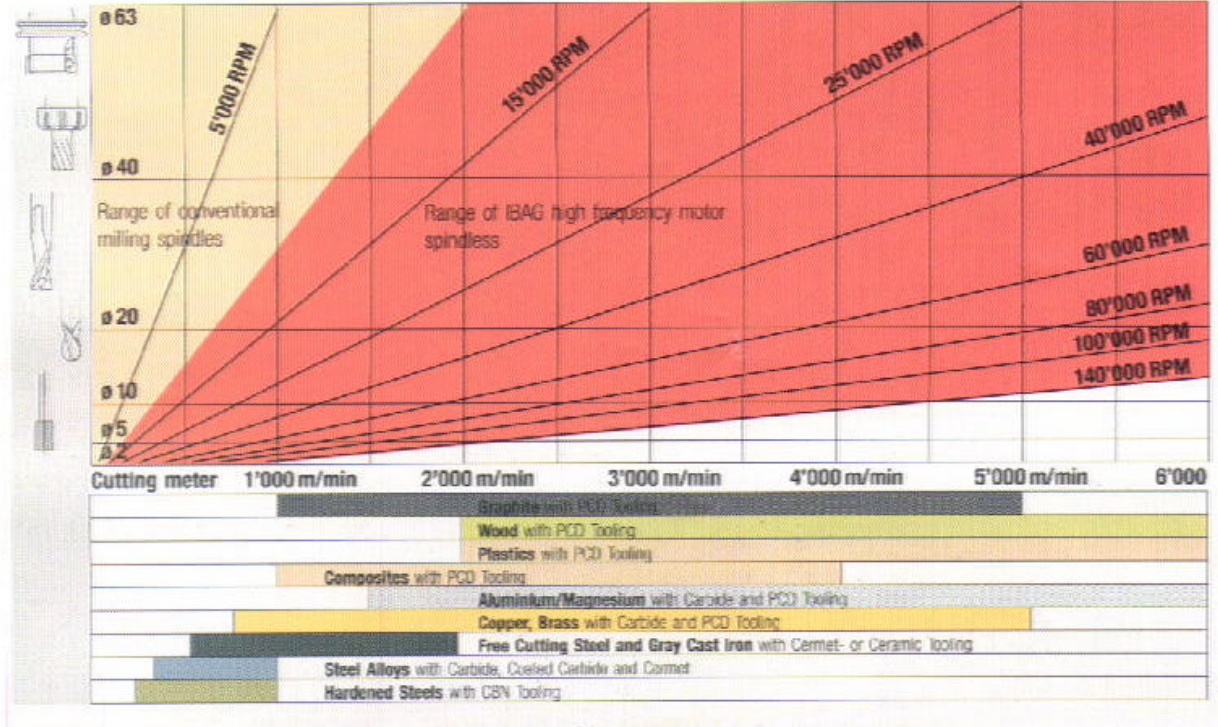
Sekil 2- Hassasiyet ve tekrarlanabilirlik

Is Milleri Hakkında Bir Kaç Söz

Değişik uygulamalar için yüksek performans temin etmek için, sadece kâğıt üzerinde iyi şekilde tanımlanmış bir iki şeyi değil komple her türlü işlemi iyi yapan bir makina tasarımına gereksinim duyulur. Sistemin tek bir bileşeni üzerinde yoğunlaşmak, is mili devri gibi, bazı dar olarak tanımlanmış uygulamalar için uygun olabilir. Muhtemelen bu diğer kısımlarda bir takım kabuller konusunda zorlayacaktır. Bu amaçla makina bileşenleri detaylı olarak incelenmek zorundadır.

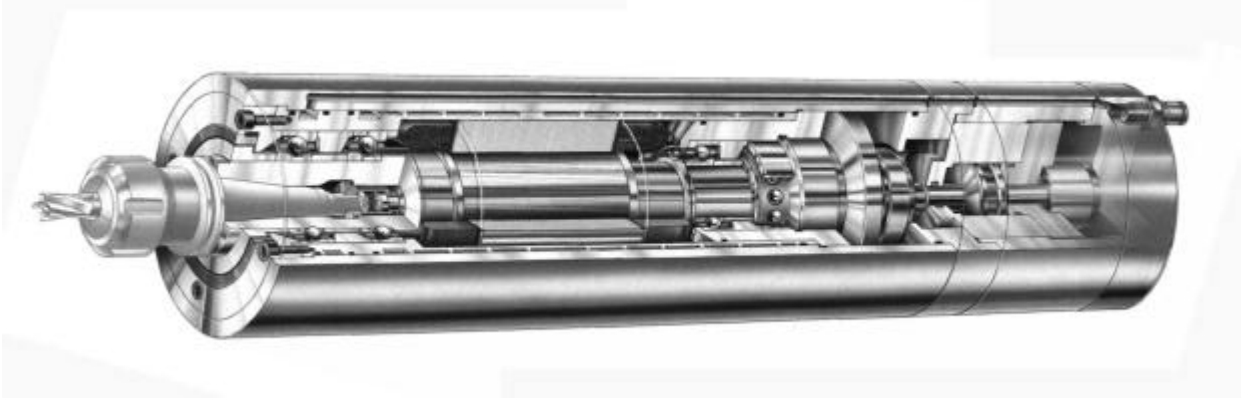
Baslanılacak iyi yerlerden bir tanesi is milleridir. Günümüzde is mil teknolojisi ile 40 konikli sistemlerde 20 000, 30 000 dev/dak veya üst seviyelerdeki devir değerlerine ulaşılabilir. Eğer işlenmesi kolay olan malzemelerde, alüminyum, bakır, grafit gibi hafif talas kaldırma işlemleri ile işleme operasyonu, veya işlenmesi zor olan titanyum gibi sert metallerde son derece küçük pasolarla (0.005 mm) talas kaldırma işlemi yapılmaktaysa, neticede son derece yüksek is mil devirlerine sahip is millerinin seçimi en uygundur. Fakat bu tür is millerinden senelerce

ömür beklemeyin, ve aynı zamanda bindirme durumunda bunların dayanıklı olacaklarını da düşünmeyin. Şekil 3 yüksek hızda işleme tekniği kullanarak işlenebilecek malzemeler ve bu malzemelerin işlenmesi sırasında kullanılacak devir, kesme hızı ve ilerleme değerleri gösterilmektedir. Sasırmayın!...



Şekil 3- Çeşitli malzemeler ve yüksek hızda işleme değerleri

Eğer değişik malzemeler kullanılarak talas kaldırma işlemi yaptırılmak istenmekteyse, ve bazı kesme işlemlerinde kullanılacak devir ve ilerleme değerleri konvansiyonel kesme işlemlerinde kullanılan işleme değerleriyle yapılmak isteniyorsa, bir üst is mili devrinin tanımlanması yararlı olacaktır ki bu da is mili ömrünün uzaması anlamına gelir. HSM işleminden geniş bir alanda fayda sağlanmak istenmekte ve artı olarak konvansiyonel makinalardaki dayanıklılık mertebesine yakın mertebelerde kalınmak isteniyorsa, 10 000 ... 15 000 dev/dak aralığında kalınması en uygun seçim olacaktır. Şekil 4'de hazır is-millerine ait bir örnek ve yapısı gösterilmektedir.



Sekil 4- Hazir is mili ve yapisi, BT40 maksimum 40 000 dev/dak

Her iki durumda da, devir ne kadar fazlaysa, is mili kaçıklığı ve balans olayı da o kadar kritik bir önem arzeder. Bu is mili parçalarına ait işleme operasyonlarının kaliteli ve hassas işlenmesi ve montajın hassas yapılmasına ek olarak, aynı zamanda satın alınan bileşenlerin de kalitesiyle alakalıdır, özellikle rulmanlar. Rulman kalitesinin makinadan makineye nasıl değiştiğini sanırım şurpriz olarak teşhis etmişsinizdir. En basit terimleriyle, yüksek kaliteli rulmanlar, geometrik mükemmelliğe son derece yakındır. Bu ise kaçıklık miktarının en az mertebeye indirilmesine yardımcı olur, neticede ise is mili ömrünü uzatır. Gerçekten de atelyenizde eski model bir makine varsa, ve hala hayret edilecek derecede iyi kesme şartlarını yerine getirebiliyorsa, is milinde yüksek kaliteden rulmanların varlığına inanabilirsiniz. Bu özellikle yüksek devirli işleme operasyonlarında son derece önemlidir; ki kaçıklıktan kaynaklanan etkilerin minimize edilmesini sağlar. Kaçıklık is milinde ve kesici takımlarda erken aşınmaya ek olarak önemli mertebede yüzey kalitesini de bozmaktadır.

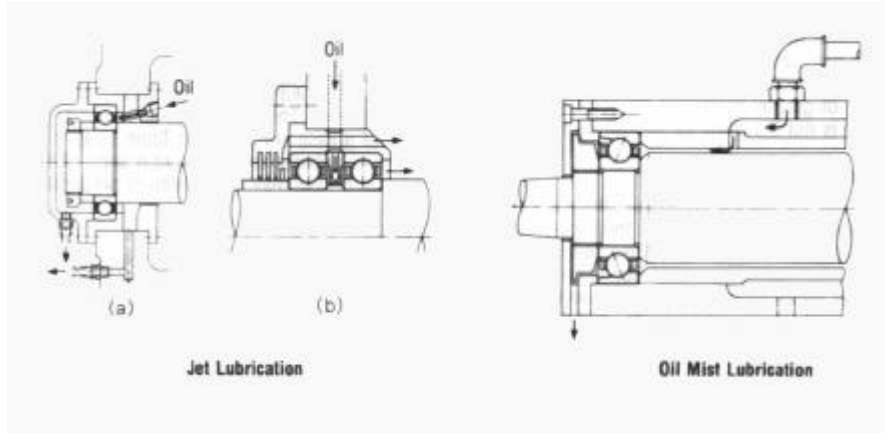
İs mili tasarımındaki bir başka önemli kavram, is mili rulmanlarındaki ön gerilmedir. Söyle ki; herhangi bir dinamik yük tatbik edilmeden evvel rulmanlara bir miktar ön-gerilme verilir ki; böylece is-milinin daha kararlı ve rijit(kesici takımındaki yan yükleri karşılama) dinamik karakteristiklere sahip olması sağlanır. Neticede değişik uygulamalar için “ne kadarlık bir ön gerilmenin tatbik edilmesi gerekmektedir” sorusu ile karşılaşırız. Her ne kadar rulmanlara verilen ön-gerilme miktarının çalışma şartlarına göre otomatik olarak değiştirilebilmesine olanak tanıyan is-mili teknolojileri varsa da, bu teknolojiler son derece pahalı olan işleme merkezlerinde bulunmaktadır.

Eğer ağır ve düşük devirde çalışan kesme işlemleri yapılmak isteniyorsa, is mili radyal rulmanlarında relatif olarak yüksek ön gerilmenin bulunması gereklidir. Aksi takdirde, is milinden istenilen performansı temin etmek için spindle yeterince rijit olmayacaktır. Diğer yönden, eğer mümkün mertebe yüksek is mili devirlerinde çalışılmak isteniyorsa, direnç ve sürtünmenin asgari olması için, is mili rulmanlarında hafif bir ön gerilmenin olması gereklidir.

İs milinin yağlanması da son derece önemlidir. Eğer 5 000 dev/dak altındaki devirlerde çalışılmaktaysa, gres yağlama tekniği mükemmel bir şekilde çalışır. Fakat 10 000 dev/dak devirlerine yaklaştıkça, gres yağlama tekniği artık yeterli olmaz. Niçin? Aşınan yüzeylere yapışma meyilimi dolayısıyla, büyük parçalarda düşük devirlerde gresin katılığı istenir. Yüksek devirlerde, bununla birlikte, gres istenenden fazla direnç gösterir, neticede aşırı derecede aşınmaya sebep verir. Yeni yağlama teknolojisi, rulmanlar çalıştığı sürece bunlara sürekli olarak enjekte edilen yağ ve hava karışımını kullanır. Yağın hafif olması dolayısıyla grese oranla rulmanların dönmesine karşı daha az direnç gösterir ki neticede daha az ısı oluşur. Yağ ve hava

karisiminin daha az isi üretmesi ve aynı zamanda enjekte edilen havanın da isi tasnimina etkisi olması dolayısıyla rulmanlar fark edilebilir mertebede soguk çalışır.

Yeni teknolojiler yağ-hava karisim oranlarının daha da aza indirilmesi üzerine devam etmektedir. Bu sistemler toplamda daha az yağ tüketmekte ve neticede atelye ortamının daha temiz olmasına katkıda bulunmaktadır. Sekil 5' de is-mili rulmanlarına yağ-hava karisiminin verilme yöntemleri gösterilmektedir.



Sekil 5- Is mili rulmanlarına yağ-hava karisiminin verilmesi

Hassasiyet ve Isi

Yüksek hızda işleme ile ilgili bir diğer çözüm bulunacak konu, mekanik hassasiyetin son derece yüksek işi oluşturmalarına sebep olan mekanik aksamlarda devamlı bir şekilde elde edilmesidir. Mekanik bileşenlerin tamamı, rulmanlar, bilyalı vidalar, kızaklar birbirleri ile sürtünmektedir ve işi üretmektedir. Motorlar işi üretmektedir. Kesme işlemi sırasında işi üretilmektedir. Ve tüm bu işi makina mekanik bileşenlerinin fiziksel şeklini değiştirilebilir ki isindikça uzayacaklar ve sogudukça büzüleceklerdir. Şimdi biraz gerçekçi bir hesap yapalım ve ısınma sonucu bilyalı vida mekanizmasında oluşan boy artışının ne kadar olduğunu görmeye çalışalım. Hatırda tutulması gereken, bilyalı vida sistemini yataklayan rulmanların 0.004 mm'yi aşmayacak şekilde radyal salgı ile çalışması gereklidir. Peki ısınma sonucu oluşan bu ek boy uzaması nasıl alınacaktır. İşte bu önemli olan konulardan birisidir. Şimdi hesabımıza başlayalım.

Vida saftının termal genişlemesi

$$\Delta l = \alpha \times \Delta t \times l$$

şeklinde belirlenir. Burada

α : Genleşme katsayısı, çelik için $12 \mu / ^\circ\text{C}$

Δt : Sıcaklık artışı $^\circ\text{C}$

l : Bilyalı vida boyu mm

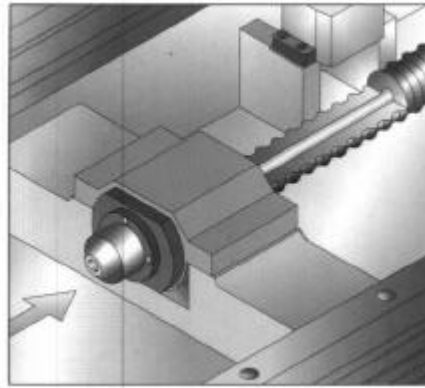
5 °C lik sıcaklık artışı için

Boy (mm)	Uzama Miktarı (mikron)
----------	------------------------

500	30
1000	60
1500	90
2000	120

Değişik hareket boylarına sahip tezgah sistemlerinde 5 °C'lık bir sıcaklık artışında bilyalı vida boyunda meydana gelen uzama miktarı aşağıdaki tabloda verilmektedir. Bilyalı vida destek rulmanlarının 4 mikronu aşmayacak şekilde aksel oynamalara olanak tanınmasına karşın bu sıcaklık artışı ile elde edilen değerler oldukça yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu işe, kızak sisteminde elimine edilmesi gereken en önemli tasarım kriterlerinden biridir. Bilyalı vida sisteminde oluşabilecek olan sıcaklık artışlarını asgariye indirmek için aşağıdaki tasarım kriterleri dikkate alınmalıdır:

- Bilyalı vida ve destek rulmanlarındaki ön gerilmenin asgariye indirilmesi
- Bilyalı vida adiminin daha büyük seçilmesi ve bilyalı vida devrinin mümkün olduğunda düşük seçilmesi
- Bilyalı vida sisteminin yağlanması uygun sistemin seçimi
- Yağlayıcı, hava veya benzeri elemanların kullanılması suretiyle bilyalı vida çevresel yüzeyinin soğutulması
- Bilyalı vida sistemini soğutmak için, vida merkezinden, vida boyunca açılan bir kanaldan yağın sürekli temin edilmesi. Böyle bir sistem yapısı Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6- Bilyalı vida sisteminin merkezi sistemle soğutulması

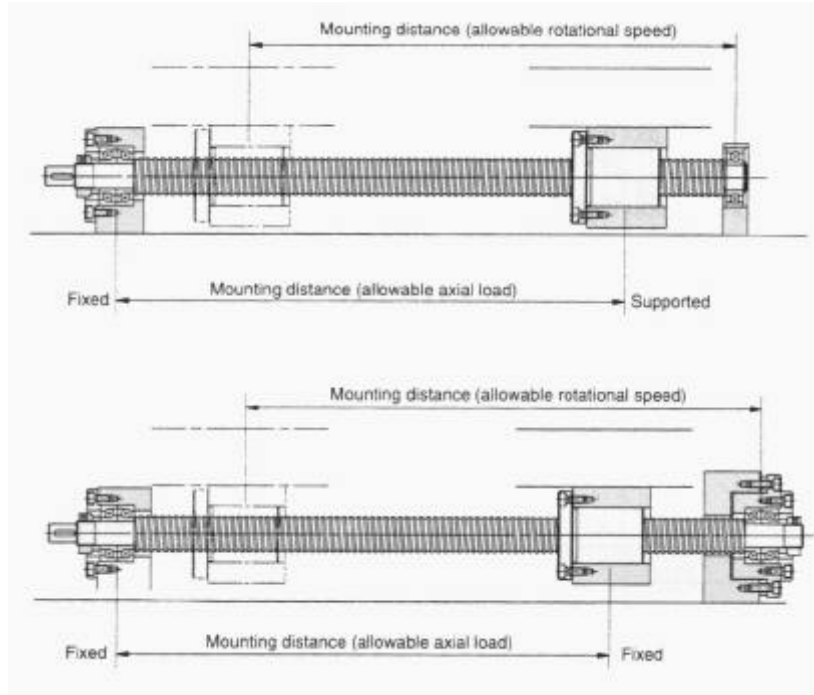
Hareket ne kadar hızlı olursa, daha fazla ısı üretilir. Hassasiyet konuları yanında, işinma makina aşınmasını hızlandırmakta, bunun sonucu olarak ön-gerilmeli rulmanlarda ve diğer mekanik bileşenlerde yüksek temas yükleri oluşmakta, ve yüksek sıcaklıklar dolayısıyla sistemi oluşturan her bir parçada aşınma kaçınılmaz olmaktadır.

Bilyalı vidanın soğutulması ısı oluşumunun asgariye indirilmesine yardımcı olur. Çoğu makina imalatçısı, servomotorlar etrafından ve/veya bilyalı vidanın içinden soğutma suyu dolandıran sistemler kullanmaktadır. Buna mukabil sıcaklık farkları dolayısıyla termel gerilmelerin oluşumu kaçınılmazdır. Özellikle tezgah uzun bir süre kapalı kaldıktan sonra, çalıştırılmak için

açıldığında makina elemanları arasındaki sıcaklık farklarını asgariye indirmek için, makina ilk açıldığında, düşük devir ve ilerleme değerlerinde bosta çalıştırılmak suretiyle ısıtma işlemine tabi tutulur.

Bazı makina imalatçıları, sıcaklık artışından kaynaklanan termal gerilmeleri asgariye indirmek amacıyla, bilyalı vida sisteminin her iki ucunda kullanılan açılabilir rulmanlara karşılıklı ön-gerilme vermek suretiyle, bilyalı vida montaj sırasında bu ön gerilme dolayısıyla bir miktar uzatılır. Bu uzama miktarı sıcaklık artışından dolayı oluşabilecek olan uzamayı bir miktar kompanse edebilir. Bu tür bir yöntem, bir uçtan sabitlenmiş diğer ucu serbest olan bilyalı vidalara oranla bir miktar üstünlük arzetsede de; yine de mükemmel bir çözüm değildir. Buna mukabil hatırlanmalıdır ki; hiç bir mekanik sistem mükemmel değildir. Isınma dolayısıyla oluşabilecek olan gerilmelerin, bir miktar bu tür önlemlerle alınması, ısınma etkisinin hafifletici olmasına sebep olmaktadır.

Şekil 7’de yaygın yataklama sistemleri gösterilmektedir. Yüksek hızda işleme için tasarlanmış bir makinede, bir ucu sabitlenmiş diğer ucu serbest veya her iki ucu da sabitlenmiş yataklama sistemi kullanılmaktadır.



Şekil 7- Bilyalı vida yataklama sistemleri

Kalip işleme programlarından, hem hassasiyet hem de yüksek yüzey kalitesi temin etmek için, CAM programından elde edilen işleme operasyonuna ait koordinat bilgileri çok küçük aralıklardan oluşan doğrusal interpolasyon hareketleri şeklinde verilmesi gereklidir (Programların eğrisel veya dairesel interpolasyon komutlarını kullanmasına gerek kalsa da, kontrol sisteminde bulunan interpolatör mekanizması neticesinde, servo sisteminin artımsal aralıklar şeklinde tahrik edilmesi gerekmektedir). Bu işe, mekanik sistemin son derece küçük hareketleri, hassas bir şekilde icra etmesine, bir kaç yıl önce hesaplaması bile bu kadar zaman alan bir zaman dilimi içinde, sebep olmaktadır. Günümüzün standart kontrolleri bu hareketleri 4 milisaniye gibi zamandan daha kısa aralıklarda yaptırabilmektedir. Fanuc OMC kontrol

sisteminde, bi deger 3 milsaniedir. Bu ise, 1 saniyelik zaman dilimi için de yaklasik 333 adet blogun ard-arda islenebilmesi demektir. Galil firmasinin firmasinin kullanmis oldugu DSP entegreli kontrol karti sayesinde, 250 mikrosaniyede (0.250 milisaniye), sistem hareket ettirilebilmektedir. Bu ise, saniyede 4000 satirin islenmesi anlamina gelir. Kontrol sistemi ile yüksek hizda yaptirilan bu hareketlerin mekanik sistem tarafından icra edilebilme kabiliyetinin yüzey hassasiyeti üzerinde olganüstü etkisi vardır. Yüksek hizda isleme için kontrol sisteminin nasıl özelliklere sahip olması konusu bir sonraki makalemizde ele alınmak istenmektedir.

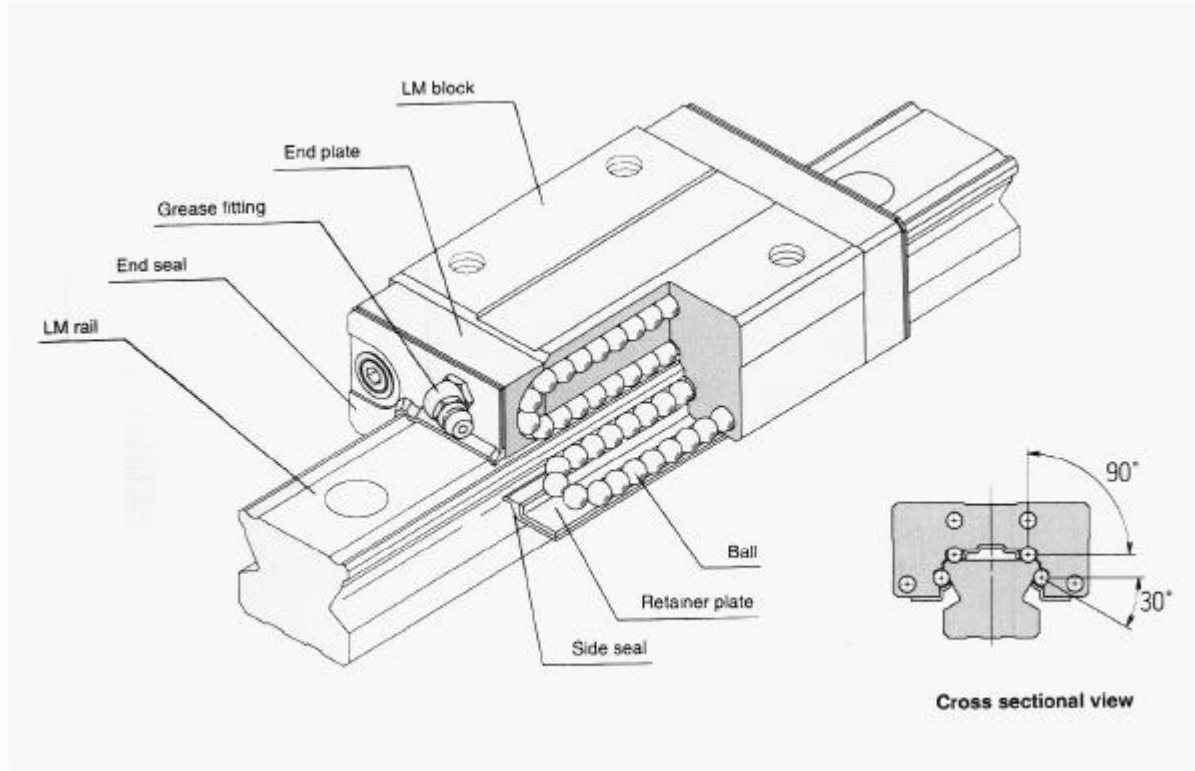
Hassasiyet sadece bilyali vidanın termal şartlarının korunması ile sağlanacaktır denilemez. Bu aynı zamanda bilyali vidanın islenme hassasiyeti ile ilgili bir meseledir de. Neden lineer cetveli makineler, cetveli olmayan sistemlere oranla çok daha hassastır? Lineer cetveler kullanılarak tasarlanmış bir tezgah sisteminin, servomotorun arkasına konulan pozisyon kodlayıcı sisteme oranla daha hassas olduğu bilinmektedir. Fakat meselenin gerçeği, lineer cetvellerin mekanik sistemde olabilecek olan mekanik hassasiyet bozukluklarını kompanze etmesidir. Bunun gerçek zamanlı faydası, makina pozisyon okumasının mekanik hassasiyet bozukluklarının işlemde görevini icra ettikten sonra yapılmasıdır. Aynı zamanda, CNC kontrol sistemlerinin çoğunda var olan bir fonksiyon vasıtasıyla (adım hatası kompanzasyonu ve boşluk kompanzasyonu) makinanın belirli hareket bölgelerinde oluşabilecek olan mekanik hassasiyet bozuklukları kompanze edilebilmektedir. Takim tezgahi imalatçıları bu fonksiyonu makina hareket profilinin kompanze edilmesinde kullanırlar.

Bu hassasiyet-artırıcı tekniklerin kullanılmasında hiç bir yanlışlık yoktur ve hemen hemen tüm takım tezgahi imalatçıları bunları belirli bir mertebede kullanmaktadırlar. Fakat gerçek şu ki; eğer makina hassasiyeti montaj edildiği yerde istenilen hassasiyet derecesinde monte edilmişse, lineer cetvel benzeri hassasiyet değerlerine, servomotora monte edilmiş pozisyon kodlayıcı sistemlerde de ulaşılabilir. Makinanın, asılan bileşen sayısının en aza indirilmesi açısından bu şekilde montesi daha da uygundur.

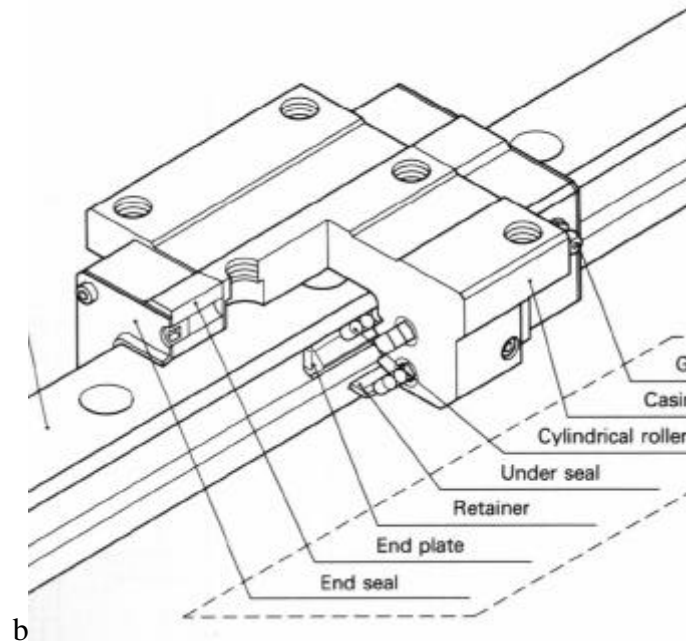
Makina Ömrü

Makina tasarımı bir takım bileşenler vardır. Örneğin, günümüzde genel olarak anlaşılmaktadır ki; yüksek hızlı bir makina kutu tipi kızak yapısına nazaran lineer kızaklı sistemlerin kullanımı yaygındır. Makinanın ana hareketli aksamlarının rulmanlar üzerine konulması dolayısıyla sürtünme azaltılır, eksen hareketlerinin icra edilmesi için daha az kuvvete gereksinim duyulur ve daha az ısı oluşur. Bununla birlikte lineer kızak sistemleri arasında da çok büyük farklılıklar bulunmaktadır. Şekil 8’de farklı tipteki lineer kızak sistemleri gösterilmektedir. Bu tip kızak sistemlerinden en uygun olanı makaralı kızak sistemidir.

- a. Bilyalı kızak sistemi
- b. Makaralı kızak sistemi



a



b

Şekil 8- Farklı lineer kızak sistemleri

Sadece alüminyum ve benzeri malzeme islemesi ile uğrasiliyorsa, bilyali kızak sistemi yeterlidir. Fakat çelik gibi malzemelerde ağır yükler ile çalışmak gibi bir mecburiyet de varsa, en iyi çözüm makara rulmanlı lineer kızakların kullanımidir. Bilyali kızaklara verilen ön gerilme de bir başka konudur. Lineer kızakların sadece üstlerinde değil, aynı zamanda yanlarında da bilyalar vardır. Is millerinde olduğu gibi, ön gerilmenin yüksek olması makina rijitliğini artırır, fakat bu ise yüksek yuvarlanma direnci ve eylemsizlik problemi oluşturur. Lineer kızakların monte edildiği yüzey de son derece önemlidir. Düzgün müdür? Parlatılmış mıdır? İyi kalite bir makinada, bu yüzeyin mümkün mertebe düz olması konusunda büyük özen sarfedilir, ve lineer kızakların mümkün olan en iyi düzgünlükte takılmasına önem gösterilir.

Makinanın hareketli yapısal bileşenlerinin tasarımı, kesinlikle kritik önem arzeder. Makinaları sadece ağırlıklarına göre alma günleri artık geçmiştir. Buna mukabil hala dinamik mukavemet ihtiyacı vardır; gerçekten de buna öncekinden daha fazla gereksinim vardır. Fakat bu rijitlik hafif bileşenlerle elde edilebilmektedir. Sonlu elemanlar modelleme tekniklerinin yardımıyla, dökümlerin ağırlığını en aza indirmek için takım tezgahi imalatçıları iyi bir ilerleme kaydetmişlerdir.

Kullanıcılar için, çoğu makina bileşenlerinin değerlendirilmesi zordur, kuskusuz. Çünkü bunlar makinanın derinliklerine gömülmüşlerdir. Tek bir tasarım elemanının etkisi sistemin geri kalanından nadiren izole edilebilir. Bunlar sadece kıyaslayıcı kesme testleri ile değerlendirilebilir.

Bazı makinalar düz bir doğru üzerinde çok iyi şartlarda kesme yapıyor gözükebilir, buna mukabil dairesel kesme işlemlerinde oldukça feci sonuçlar verebilir. Buna zıt olarak, dairesel interpolasyon işlemi ile daire kesme işlemi çok iyi yapıyor olabiliriz, fakat yeterince hızlı kesme işlemi yapılamayabilir. Neticede, bunlar sadece servosürücülerin nasıl ayarlandığından kaynaklanabilir.

Söyle ki; servosistemin cevabi, belirli bir aralıkta ayarlanabilir, temel görüş olarak hız ve hassasiyet değerlendirmesine göre. Geçmişte, servosistemler sürücü kartlarda bulunan potansiyometreler vasıtasıyla ayarlanmaktaydılar ki; bunların ayarı için de son derece yetenekli teknisyenlere ihtiyaç duyulmaktaydı. Günümüzde, bu parametreler kontrol sistemi yazılımında ayarlanabilmektedir. Takım tezgahi imalatçıları, sistemi tipik olarak fabrikada ayarlarlar, ki bu ayar genellikle makina hareket aralığının ortalarında yapılır. Fakat bu ayarlar sık sık değiştirilebilir, hatta makina operatörleri tarafından bile.

Sonuç

Bu makalede yüksek hızda işleme operasyonu için tasarlanmış olan bir takım tezgahi mekanizmasının nasıl yapıda olacağı incelenmeye çalışılmıştır. Yüksek hızda işleme operasyonları sadece makina mekanizmasının iyi olması ile yerine getirilemez; aynı zamanda kontrol sisteminin de son derece yüksek performanslı olması gerekmektedir. Kontrol sisteminden ne gibi özellikler bekleneceği konusuna gelecek makalede değinmek istiyoruz.

Kaynaklar:

1. Modern Machine Shop internet sitesi
2. THK LM SYSTEM, Linear Motion Systems, Catalog No: 200-1AE
3. THK LM SYSTEM, Ball Screws, Catalog No:200-1BE
4. IKO Linear Roller Way Super X Series, LRX, Cat-5776
5. NSK Rolling Bearings, Cat No: E140B, 1989
6. Quick Jet, High Speed-Precision, Double Column Milling and Machining Center Katalogu; Tezgah hakkında daha detayli bilgi yazardan temin edilebilir.
7. FISCHER, MFW High Speed Spindle with Automatic Tool Change Katalogu
8. IBAG, High Frequency Motor Spindles, Edition 99 Katalogu
9. Fanuc; Siemens, Delta-Tau, Galil, Camsoft, Mitsubishi, Yaskawa, Fagor, Num, Haidenhain kontrol sistem kataloglari