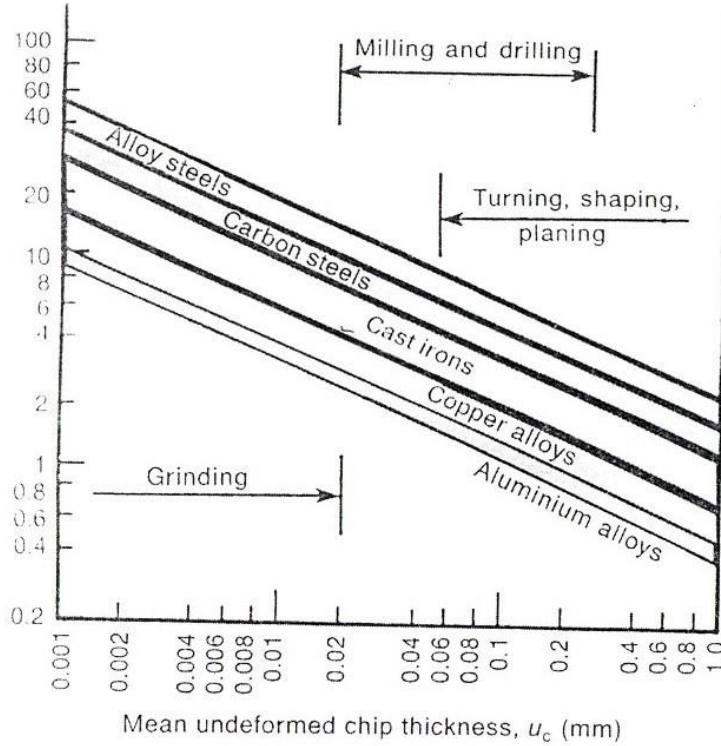


İŞLENEBİLİRLİK

İşlenebilirlik terimi talaşlı işlemlerde yaygın olarak kullanılmasına rağmen, tek boyutlu bir özellik olmayıp karmaşık boyutların oluşturduğu bir sistem özelliğidir. Kesici takım ve iş parçası malzemelerinin, işlem ortamı ve tezgah ile oluşturduğu talaşlı işlem sistemi, kesme koşullarıyla birlikte yeni oluşan iş parçası yüzey kalitesini ve maliyet faktörünü göz önünde tutarak işlenebilirliği belirler.

Şekil 1'de malzemelerin kesme enerjisi değerleri gösterilmiştir. Bu değerler işlenebilirliğin göstergesinde kullanılabilir. Bu değer malzemenin kesmeye karşı gösterdiği direncin göstergesidir. Buna rağmen kesme direnci işlenebilirliğe etki eden tek faktör değildir.



Şekil 1-Farklı malzeme ve işleme metodları için kesme enerjisi (p_s) değerleri

İşlemenin kolaylığı şu değerlerlerle de bağlantılıdır:

- Beklenen takım ömrü
- Yüzey kalitesi
- Ölçülerin hassasiyeti
- Kesme koşullarındaki değişiklikler
 - Hız
 - Kesme Derinliği
 - İlerleme
- Gerekli olan güç ve enerji

Bu faktörlerin bir veya bir kaçının kombinasyonuna dayalı faktörlere dayanılarak malzemelerin işlenebilirlik açısından sınıflandırılabilmesi için oranlama sistemleri geliştirilmiştir.

İşlenebilirlik, AISI 1112 çeliği temel alınarak diğer elementleri bu çeliğe göre kıyaslayıp işlenebilirlik tablosu oluşturulur. Bu çelik için işlenebilirlik değeri "1" verilmiş ve daha zor işlenebilen malzemelere daha düşük değerler verilmiş; kolay işlenebilen malzemeler ise daha büyük değerler ile gösterilmiştir. Burada tüm kesme parametreleri eşit kabul edilmiş olup, farklı malzemelerde uygun kesici ömrü için kesme hızı karşılaştırması amacıyla kullanılabilir. Örneğin AISI 1020 ile AISI 1112 malzemelerini kıyaslırsak AISI 1020 malzeme işlerken kesme

hızını AISI 1112 malzemesine göre aynı işlenebilirliği elde etmek için 0.6 oranında azaltmamız gerekecektir.

Malzeme	İşlenebilirlik Oranı
Mg Alaşımı	5-10
AA-1100 Alüminyum	2,00
Brass	2,00
Inconel Ni Süper Alaşımı	1-2
AISI 1112	1,00
AA-7075-t6 Alüminyum	1,00
AISI Kurşunlu Çelik	0,70
AISI 1040	0,61
AISI 1020	0,60
AISI 3140	0,55
304 Paslanmaz Çelik	0,25

Tablo 1-Bazı metallerin yaklaşık olarak işlenebilirlik oranları

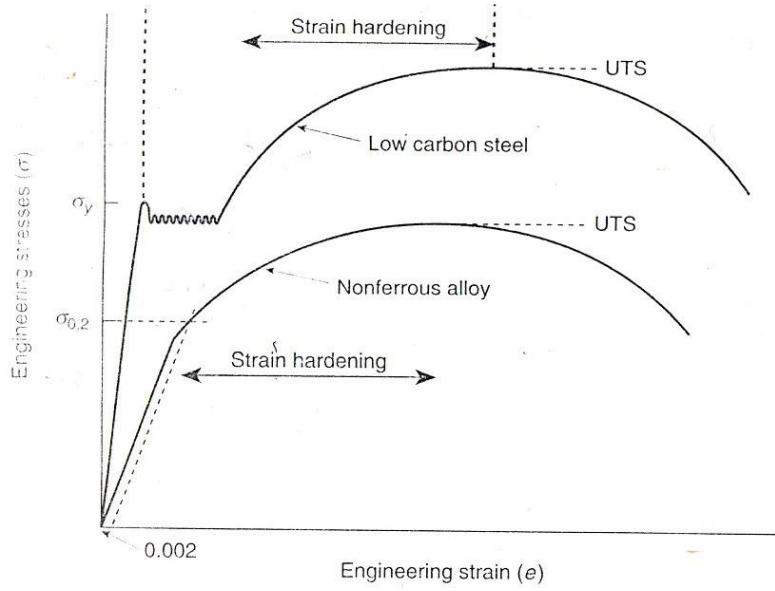
Ayrıca işleme esnasında iş parçası malzemesinin deformasyon karakteristiği de işlenebilirliğe etki eder. Austenitik paslanmaz çeliğin (300 serisi) işlenebilirliği genelde zordur. Bu malzemenin yüksek pekleşme üsteli ile ilişkilidir.

Material composition ^a	Hot worked			Cold worked				
	Temp (°C)	Strain rate strength constant, C (MPa) $\epsilon = 0.5$	Strain rate sensitivity exponent, m $\epsilon = 0.5$	Strength constant, K (MPa)	Strain hardening exponent, n	Yield strength $\sigma_{0.2}$ or σ_y (MPa)	Ultimate tensile strength (MPa)	Elongation (%)
<i>Steels</i>								
1008 sheet (0.08C)	1000	100	0.1	600	0.25	180	320	40
1015 bar (0.15C)	800	150	0.1	620	0.18	300	450	35
	1000	120	0.1					
	1200	50	0.17					
1045 (0.45C)	800	180	0.07	950	0.12	410	700	22
	1000	120	0.13					
	1000	190	0.13			350	620	30
8620 (0.2C, 1Mn, 0.4Ni, 0.5Cr, 0.4Mo)	1000	170	0.1	1300	0.3	250	600	55
302 stainless steel (18Cr, 9Ni)	1000	140	0.08	960	0.1	280	520	30
410 stainless steel (13Cr)	1000	140	0.08	960	0.1	280	520	30
<i>Al alloys</i>								
AA-1100 (99Al)	300	60	0.08	140	0.25	35	90	35
	500	14	0.22					
	400	90	0.12	380	0.15	100	180	20
AA-2017 (3.5Cu, 0.5Mg, 0.5Mn)	500	36	0.12					
AA-3004 (1.1Mn, 1Mg)						59	200	10
AA-7075 (6Zn, 2.5Mg, 1Cu)	450	40	0.13	210	0.13	100	230	16

Tablo 2-Çelik ve Alüminyum alaşımlarının Özellikleri

Pekleşme üsteli "n" bir çok işleme operasyonunda malzemelerin karakteristik özellikleri hakkında bilgi verir. Örneğin yüksek pekleşme üsteli değerine sahip 302 paslanmaz çelik için düşük işlenebilirlik söz konusudur. Bunun nedeni takımın kesme hareketinin takımın gerinim sertleşmesine neden olmasıdır. Yüksek pekleşme üsteli mukavemet ve sertlikte çok büyük artışlara neden olur. Bu da büyük kesme kuvvetlerine ihtiyaç doğurur.

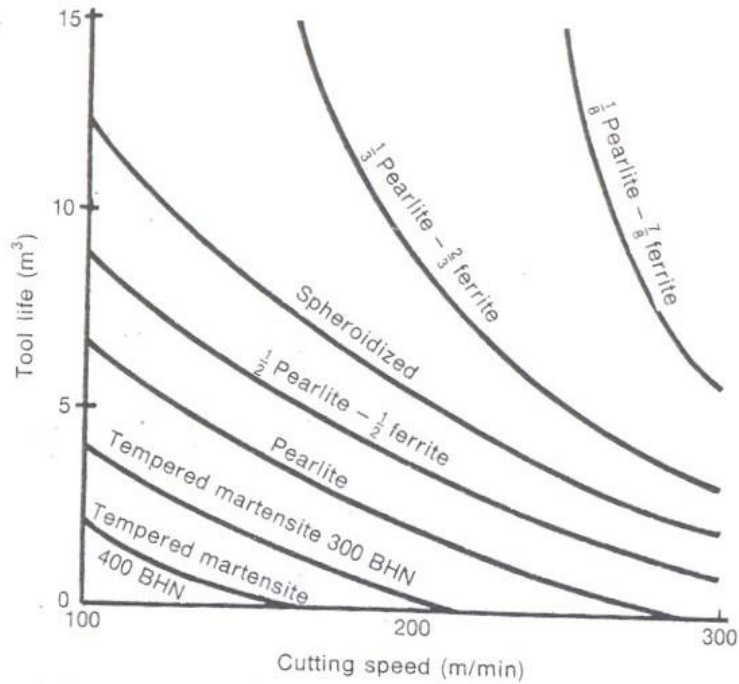
Sac şekillendirmede ise yüksek pekleşme üsteli değeri istenir. Çünkü yerel boy vermede ve sac kalınlığının azalmasında bir direnişe ihtiyaç duyulur.



Şekil 2-Mühendislik Gerilim-Gerinim Eğrileri

İşlenebilirliği arttırmak için bazı alaşımların kimyasal karışımları ayarlanabilir. Örneğin kurşun çelik, alüminyum ve bakır içinde hemen hemen hiç çözünmez. Buda kurşunun alaşım içinde partiküller halinde bulunmasına neden olur.

Mikroyapı da işlenebilirliğe etki eden bir faktördür. Şekil 3-Düşük karbonlu çelik için. Takım Ömrü ve Kesme Hızı arasındaki bağlantıyı gösterir. Örneğin iş parçasına tavlama uygulanırsa iç yapısındaki değişiklik işlenebilirliği değiştirecektir. İşleme sırasında malzemenin ısınması söz konusu oluyorsa ölçü kontrolü ve yüzey kalitesi değerleri dikkate alınmalıdır.



Şekil 3-Düşük karbonlu çelikler için mikroyapının kesme hızı ve takım ömrü üzerindeki etkisi

İyi işlenebilir bir malzemenin talaşlı işleminde kısa sürede yüksek talaş hacmi ile işlenmesi ve yeni oluşan yüzeyin kalitesi olması (düşük yüzey pürüzlülüğü göstermesi) beklenir. Aynı zamanda takım malzemesinin işlem esnasında az aşınması ve böylece uzun ömürlü olması gerekir. İyi işlenebilirlik daima maliyet faktörünü göz önünde tutarak talaşlı işlemin ekonomik olmasını ön görür. İşlenebilirlik adı altında arzulanan özellikler, genelde

karşıt karakterde olup ilgili kesme operasyonuna bağlı kalınarak optimum verim alınacak şekilde belirlenir.

İşlenebilirlik için önemli kraterler aşağıda sıralanmıştır:

- Takım ömrü:
Standart kesme koşulları altında, takımın kabul edilebilir bir miktar aşınmasına kadar geçen süre (T) veya bu süre içerisinde kaldırılan talaş hacmi (Vt).
- Kesme kuvvetleri:
Talaşlı işlem sürecinde takım üzerine etkili olan kuvvetler.
- Yüzey kalitesi:
Talaşlı işlem sonrası iş parçası malzemesinin yüzey pürüzlülüğü.
- Talaş oluşumu:
Talaşlı işlem esnasında iş parçası malzemesinden alınan talaş şekli.

1. TALAŞ ALMA KUVVETİ

Tezgah operatörü, iş parçasının işlemleriyle ilgili olarak tezgahın güç kapasitesini belirler ve böylece titreşimsiz ve rijit kesme operasyonu gerçekleştirmeyi arzular. Bu amaç için kesme anında etki eden kuvvetlerin bilinmesi gerekir. Tornalama işleminde devreye girerek talaş alma (talaşlı işlem) kuvveti (F) oluşturan kuvvet bileşenleri gösterilmiştir. Üç ekseninde etki yapan en önemlisi y-ekseninde takımın talaş yüzeyine (üzerinden talaşın aktığı takım yüzeyi) etki eden kesme kuvveti (Fc)'dir. İş parçasının dönme hareketiyle oluşturduğu bu kuvvet kesme köşesine dik etki eder. Takımın ilerleme yönünde (x-ekseni) etki eden kuvvete ilerleme (paso) kuvveti (Ft) denir. Bu iki kuvvet temelde kesme esnasında oluşan gerilmeleri belirler. z-ekseninde etki eden ve takım iş parçası üzerinden geri itilen üçüncü kuvvet bileşeni (pasif kuvvet, Fp) ise çok küçük olmasından dolayı önemsizdir. Genelde takım aşınmasının kuvvetler üzerine oldukça olumsuz etkisi vardır. Serbest yüzeyin 100 mili mikronluk aşınması Fc'yi %10, Ff'yi ise %25 artırır.

İlgili kuvvetler temelde iş parçası malzemesi içinde akmaya neden olarak talaş oluşumuna yol açar. Malzemenin akması şekil OD-ekseniyle gösterilen akma bölgesinde olur ve malzemenin akma dayancına eşittir. Akma alanının boyutu eşit kalması kabullendiğinde, her çeşit malzeme akma sınırını yükselten alaşımlama ve ısıl işlem, talaş oluşumu için gerekli kuvvet (F) artırır. Keza tezgah operatörünün kontrolünde olan ve talaş kesimini belirleyen paso ve kesme derinliğine paralel olarak kuvvetler artar.

Kesici köşe üzerinden akan talaş, takımın talaşla temas yüzeyinde sürtünme ve yapışma ile talaşın akışına direnç gösterir. Takım talaş yüzeyinde oluşan bu gerilme miktarı olarak akma yöresindeki gerilmeye oranla küçüktür, ancak kesme sürecinde talaştan (bu yüzey üzerinden) takıma ısı transferi olur. Artan takım ısınması, talaşın akma gerilmesiyle takım talaş yüzeyinin aşınmasına neden olur.

Tüm kuvvetlerin dışında iş parçası malzemesi, takımın kesici köşesinin altındaki serbest yüzeyin dar bir bölgesine basma kuvveti uygular. Çok keskin kesici köşeler bu kuvvet önemsizdir. Ancak kesici köşeler aşınması ile basma kuvveti artar ve serbest yüzeyin aşınması neden olur.

Talaş alma kuvveti ile malzemenin kimyasal kompozisyonu ve dayanım (mukavemet) değerleri arasındaki ilişki net değildir. Örneğin sade karbonlu çeliklerde artan karbon miktarı ile mikro yapıda ferrit miktarı azalırken perlit miktarı artar. Perlitin artması için iş parçası malzemesini dayancını artırırken deformasyon (şekillendirme) yeteneğini düşürür. Talaşlı işlem için gerekli kayma kuvvetini artırır. Öte yandan azalan deformasyon yeteneği ile hem talaş oluşumundaki kayma alanı, hem de talaş takım temas yüzey alanı küçülür. Karşıt karakterli bu etkiler nedeniyle talaş alma kuvveti iş parçası malzemesinin dayancı ile orantılı olarak artmasına rağmen orantı oldukça düşüktür.

2. TALAŞ OLUŞUMU

Talaşlı işlemde kesici köşenin iş parçası malzemesinin içine girmesi ile iş parçası malzemesi elastik ve plastik (kalıcı) şekil değişimine uğrar. Temelde malzemenin çok kısa bir zaman süreci içerisinde kayma yöresinde gerilmesi ile talaş iş parçasından ayrılır. İş parçası malzemesinin -gerilim altında- gerilme tutumu, oluşacak talaş tipini belirler. Sürekli ve süreksiz olarak iki ana kısım altında toplanabilen talaş şekillerinin oluşumu aşağıda belirtilmiştir.

- *Sürekli Talaş:* Şekil değiştirme yeteneği olan malzemelerde oluşur. Yüksek şekil değiştirme yetenekli malzemelerde talaş düz olarak akarken (akıcı talaş), yeteneğin azalmasına paralel olarak talaş yüzeyi katmerleşmeye veya segmentleşmeye (dilimlenmeye) başlar ve kalıcı, periyodik pürüzlülük gösterir. Sürekli talaş, oluşumundaki yüksek gerilme nedeni ile soğuk sertleşir ve yüksek sertlik değerlerine erişerek takımın aşınmasında katkıda bulunur.

- *Süreksiz Talaş:* Şekil değiştirme yeteneği düşük olan veya hiç olmayan malzemelerin işlenmesinde kayma yöresinde, kesme koşullarına neden olduğu yüklenmede oluşan çatlak ilerleyerek küçük parçacıkların kopmasına neden olur. Dökme demir gibi gevrek malzemelerde oluşan bu tip talaş doğal olarak kötü bir işlenme yüzeyine neden olur.

Ekonomik ve pratik açıdan talaş oluşumunun iyi bilinmesi gerekir. Tezgah operatörünün çalışma şartlarında elde ettiği talaş şekilleri, işlenebilirlik açısından Stahl-Eisen-Prüf blatt 1178-69'a göre değerlendirilerek gösterilmiştir. Sürekli talaşlar bant şeklinde veya spiral ve değişik helisel şekilde oluşmalarına rağmen talaşlı işlem açısından ideal talaşlar kısa spiral ve helisel şekilli talaşlardır. Uzun talaş oluşumu, kesme işlemi rahatsız etmesi açısından arzulanmaz.

3. TAKIM ÖMRÜ

İşlenebilirliğin takım malzemesi açısından en önemli kriteri olan takım ömrü ile genelde takımın belirli bir aşınma miktarına veya tam aşınarak kesememesine kadar geçen talaşlı işlem süresi kastedilir. İşlem koşulları altında iş parçası malzemesine uygun olarak takımın ömrünün bilinmesi, talaşlı işlemin otomatikleştirilmesinin ön koşuludur.

Kesici takım malzemelerinde kesme ömrünü, takım geometrisinin yanı sıra talaş kesiti (yaklaşık olarak ilerleme ile kesme derinliği çarpımı) ve kesme hızı belirler. Takım malzemelerinin geliştirilmesinde birincil etken olan kesme hızı maliyetin düşürülmesinde de en önemli rolü oynar. Bu nedenle genelde kesme hızı yüksek tutularak diğer değişkenler yüksek hıza uygun olarak seçilir.

Takım ömrü (T) ile kesme hızı (v) arasındaki ilişki TAYLOR tarafından belirlenmiştir:
 $v \cdot T^n = C$ C ve n malzeme ve kesme şartlarıyla ilgili sabitlerdir.

İlişki

$\log v = \log C - n \cdot \log T$ şekline dönüştürülerek çift log diyagramda doğru olarak tasarımlanır.

3.1. TAKIM AŞINMASI ve AŞINMA MEKANİZMALARI

Talaşlı işlemde takım malzemesi ısıl ve mekanik yüklenmeler altında aşınır ve kesme yeteneğini kaybeder. Bu nedenle herhangi bir talaşlı işlem sisteminde hangi aşınma mekanizmalarının devreye girdiğini belirlemek için takım üzerindeki yüklenmelerin bilinmesi gerekir.

Tezgahın devreye girmesi ile üretilen enerji, yeni yüzeyler (iş parçasının işlenen yüzeyi ve talaş yüzeyi)'in yaratılması için kullanılır. Ancak iş parçası içindeki kayma yöresinde ve takım/talaş temas yüzeyinde gerçekleşen kayma ve viskoz akma işleri nedeniyle ısı oluşur. Tornalama işleminde ısı akımı ve belirli bir kesme şartı için takım/iş parçası/talaş içi sıcaklıklar gösterilmiştir. Takım ve iş parçası malzemelerinin ısıl iletkenlikleri ve ısı kapasitelerinin

belirlediği takım sıcaklığı, artan kesme hızı ile (ısı iletimi için gerekli sürenin azalmasıyla) artar .Sıcaklık bölgesel olarak oldukça yüksek değerlere erişerek takımın yumuşamasına ve böylece sertliğini kaybetmesine neden olur.

Talaş/takım temas yüzeyinde basma ve kayma gerilmeleri etki eder. Basma gerilmesinin max. etkisi kesme köşesinde görülürken, kayma gerilmesi tüm talaş/takım yapışma (kaynaklanma) yöresi boyunca eşit viskoz akma nedeniyle sabit kalır ve talaş/takım etkileşiminin noktasal sürtünmeye dönüşmesiyle düşer.

Termal ve mekanik gerilmeler altında takım aşınır. Aşınma, kesme şartlarına bağlı olarak değişik nedenlerle olup takım üzerindeki oluşumu gösterilmiştir.Tüm değişik aşınma tipleri için geçerli olan mekanizmalar aşağıda verilmiştir:

- Abrazyon = sürtünme aşaması
- Adhezyon = yapışma/kaynaklanma aşınması
- Atrasyon = termal yorulma/yetersiz tokluk nedeniyle parçacık kopmaları
- Plastik şekil değiştirme = şekil değiştirme nedeniyle kesme geometrisi bozulması
- Difüzyon = difüzyon nedeniyle takım mikro yapısının değişmesi

3.1.1 ABRAZYON :

Sürtünme aşınması, triboloji biliminde bir sürtünme sistemi içerisinde sert malzemenin yumuşak karşısını çizerek aşındırmasıdır.Abrasif aşınmada yumuşak malzeme mikrosabanlama, mikrotalaş kaldırma, mikrokırılma ve mikroyorulma yoluyla aşınır.Genelde takım malzemeleri, abrasif aşınmalarının engellenmesi için mikro yapısal evrelerle oluşturulur.Ancak iş parçası malzemesinde, örneğin çelik içi benzer veya daha yüksek sertlikte oksit (örneğin alüminyum oksit) ,nitür (örneğin titan nitür) ve karbür (örneğin sementit) fazları bulunabilir.Mikro yapısal dizayn için karbürler standart fazlar olmasına rağmen oksitler (ve bazen nitürler) kalıntı olarak mikro yapıda bulunur.**Şekil 9'da** iş parçası malzemesinden gelen kaba bir titankarbonnitür tanesinin yüksek hız çeliği takımını abrasif aşındırmasını gösterilmiştir.

3.1.2 ADHEZYON:

Adhezyon, yetersiz tokluk nedeniyle talaşlı işlem esnasında takım malzemesinden küçük parçacıkların kopmasıyla oluşan bir aşınma tipidir.Düşük ve orta hızlarda, vibrasyon etkili kesmelerde oluşan bu aşınma mekanizması, kesici köşenin aynı şekilde oluşan yığıntı köşesinin altında kalması nedeniyle zor belirlenir.Kesme sırasında vibrasyon oluşması (dinamik yüklenme) tezgahın zayıf rijitliğinden gelebileceği gibi, kaba pürüzlü yüzey kesiminden, süreksiz (darbeli) kesme şeklinden ve hatta lamelli (dilimli) talaş oluşumundan da gelebilir.Titreşimli ve seri darbeli talaşlı işlemde, sıcaklık etkisi altında kritik bir periyodik yüklenme sayısının aşınması ile takım malzemesi termal yorulur.Yorulma sonucu oluşan çatlaklar ilerleyerek takım malzemesinden mikroskobik boyutta küçük parçacıkların kopmasına neden olur.

3.1.3 .PLASTİK ŞEKİL DEĞİŞTİRME:

Talaşlı işlemde oluşan yüksek statik basma gerilmeleri ve kesme sıcaklıkları, takım malzemesinin elastik sınırının aşılmasına izin vermesi ile takımın kesici köşesinde ve talaş yüzeyinin şekil değiştirmeler olur ve takım aşınır.

Kesici köşenin plastik deformasyonundaki ana etken, köşe üzerindeki basma gerilmelerini max. konumda olmasıdır. Bozulan takım kesme geometrisi-kesici köşe genel anlamda aşınmamasına rağmen-kuvvetlerin ve sıcaklığın yöresel olarak artmasını ve böylece takımın aşınmasının ivmelendirir.

Yüksek sıcaklıklarda takımın talaş yüzeyindeki-kayma nedenli-plastik şekil değiştirmesi ise takım yüzeyinin giderek artan aşınmasına neden olur. Kraterleşme olarak adlandırılan

takımın talaş temas yüzeyinin aşınarak oyuklaşması sonucu zayıflayan kesici köşe kırılır.Takımın serbest yüzeyinde de görülen bu aşınma tipi, özellikle çelik gibi yüksek sıcaklıkta ergiyen malzemelerin karakteristiğidir.Bu tip malzemelerin kayma yüklenmesindeki yüksek akma dayançları nedeniyle kesme işlemi sırasında oluşturdıkları yüksek sıcaklıklar böyle bir aşınma mekanizmasını öncelikle devreye sokar.

3.1.4 DİFÜZTON (YAYILMA):

İş parçası talaşı ve takım malzemesi arasındaki temas yüzeyinde artan sıcaklık difüzyona (atomsal düzeyde malzeme yayılmasına) neden olur ve böylece takım/talaş arası her iki yöne gerçekleşen malzeme hareketi (transport) nedeni ile takım malzemesi mikro yapısal değişime uğrayarak yumuşar.Örneği çeliğin talaşlı işleminde sert metal mikro yapısına yayılan demir, kobalt içi karbon çözünürlüğünü artırır.Bu sıcaklıklarda gerçekleşen kısmi tungsten karbür çözülmesiyle ve karşı yönde oluşan karbon difüzyonuyla kobalt içersinde yüksek metal atomlu karbür oluşur ve böylece mikro yapı yumuşar.

Değişik kesme sistemleri ve parametrelerine bağlı olarak tanımlanan aşınma mekanizmalarından biri veya bir kaç devreye girerek takım ömrünü sonuçlandırır. Genelde mikro yapı için aşınmaya dayanıklı, sert karbür miktarı, takım ömrünü ve çalışma hızını belirler. Sertleşebilir martenzitik matris içersinde, hacimsel % 8-15 seviyesinde karbürlerden oluşan yüksek hız çeliği mikro yapısı düşük kesme hızlarına ($< =60$ m/dk.) izin verir. Hacimsel % 95 'e varan miktarlarda karbürlerden oluşan sert metallerde kesme hızları genelde birkaç misli yüksektir.Ancak yüksek tokluğundan ötürü yüksek hız çelikleri özellikle darbeli, süreksiz kesmelerde sert metallere daha yüksek performans gösterirler.

Genelde yüksek hız çeliklerinde düşük ve orta hız kapasiteleri kullanılır. Bu hızlarda örneklenen aşınma mekanizmalarının çoğu aynı anda devreye girer. Yüksek hızlarda ise yoğun sıcaklık etkisi ile ($>=600$ C) hız çelikleri çok çabuk yumuşayarak aşınır.Sert metallerde ise hız kapasitesinin üst seviyelerinde çalışıldığından, yoğun difüzyonal aşınma takım ömrünü belirler.

Takım üreticileri, özellikle sert metal üreticileri piyasaya sürdükleri plaketleri için serbest yüzey aşınmasını ve/veya talaş yüzey aşınması belirli değerlerle sınırlayarak takım ömrünü kullanıcıya tavsiye ederler. Bu değerlerin üzerine çıkılması bir yandan takımın hızlandırılmış aşınmasına, öte yandan kaba pürüzlü yüzey eldesine yol açar.

4. ÜRETİMDE İŞLENEBİLİRLİK

4.1 İŞLENEN MALZEMENİN TESİRİ – İŞLENME KABİLİYETİ

Bu terim kesin olarak tarif edilmiş değildir. Bununla beraber genel manası bizzat terimin ifade ettiği üzere, verilen bir iş parçası malzemesinin ne derece kolaylıkla işlendiğidir.

İşlenme kabiliyeti değerlere göre değişir. Bununla beraber malzemeleri aynı işleme şartları altında birbirleri arasında mukayese etmek mümkündür.

İşlenme kabiliyetini ölçmek için esas tutulacak en mühim kriterler şunlardır:

1) Muayyen kesme şartları altında kalem ömrünün veya muayyen kesme şartları altında kesme hızının büyüklüğü

Bu halde , kesme hızı veya takım ömrü ne derece büyükse , o malzemenin işlenme kabiliyetinin o derece iyi olduğu kabul edilir.

2) Kesme kuvvetlerinin büyüklüğü veya güç sarfiyatı

Muayyen kesme şartları altında , bir malzeme ne kadar az kesme kuvveti veya güç sarfiyatı ile işlenebiliyorsa , o malzemenin işlenme kabiliyetinin o derece iyi olduğu kabul edilir.

3) İş parçası üzerinde husule gelen yüzey düzgünlüğü derecesi

Bu halde de muayyen kesme şartları altında o malzemenin yüzey düzgünlüğü ne derece iyi ise o malzemenin işlenme kabiliyetinin o derece iyi olduğu itibar eder.

Bunlar arasında da en önemlisi birinci maddedir, yani takım ömrü veya kesme hızıdır. Bununla beraber kesme kuvvetinin ve güç sarfiyatının derecesi de büyük rol oynar. Çünkü bu değerler büyük ise daha rijit ve daha büyük bir tezgaha lüzum vardır. Bu da tesis masraflarını artırır. Bundan başka işlenen parçalarının yüzey düzgünlüğü , parçaların reddine sebep oluyorsa bu husus ta maliyet üzerine tesir eder.

Belli bir malzeme işlendiği zaman elde edilen takım ömrü , güç sarfiyatı ve yüzey düzgünlüğü , talaş kaldırma faktörlerine tabi olarak değişir. Ayrıca bir malzeme grubunun mesela takım ömrü esas tutularak talaş kaldırma faktörlerinin muayyen bir değer takımı için , işlenebilme kabiliyetlerini sıralamış oluruz. Şayet talaş kaldırma faktörlerinin değerleri değiştirilirse bu sıra her zaman aynı kalmaz. İşte mevcut malzemeyi işlenme kabiliyetine göre kesin olarak sıralamak bu bakımdan mümkün değildir.

Normal işleme şartları :

Relatif işlenme kabiliyeti : Bu kabiliyet , diğer talaş kaldırma faktörlerinin aynı kalması şartıyla , belli bir takım ömrü için , kaba talaş almada malzemelerin kesme hızlarını mukayese etmek sureti ile ölçülür. Mukayese malzemesi olarak umumiyetle işlenmesi en güç, yani muayyen bir takım ömrü, mesela 60dk için en küçük kesme hızını icap ettiren bir malzeme esas alınır ve diğer malzemelerin aynı talaş kaldırma şartları altındaki kesme hızları bu hıza nispet edilir, yani bölünür. Böylece relatif işlenme kabiliyetlerinin ifade eden bir takım rakamlar elde edilir.

Relatif işlenme kabiliyeti , netice itibarıyla relatif kesme hızından ibarettir.

Sertlik ,kopma mukavemeti ve relatif işlenme kabiliyeti :

Bir çok malzemenin Brinell sertliği ile kopma mukavemeti arasında takribi bir münasebet mevcuttur. Aynı şekilde , bu gibi malzemelerin Brinell sertliği veya kopma mukavemeti ile relatif işlenme kabiliyeti arasında takribi bir münasebet kurmak mümkündür. Genel olarak, bir malzemenin Brinell sertliği veya kopma mukavemeti ne kadar büyükse o malzemenin relatif işlenme kabiliyeti , yani relatif kesme hızı , o derece düşüktür.

Relatif işlenme kabiliyeti üzerinde kimyevi terkinin tesiri

Bir madeni teşkil eden alaşım elamanlarının takım ömrü üzerindeki tesirleri muhtelifdir. Diğer malzeme için henüz az bilinmekle beraber çeliğe katılan elamanların relatif kesme hızı üzerindeki tesirleri genel olarak bellidir.

Karbonun tesiri: 0,1-0,3 arasında karbonun artışı relatif kesme hızını orantılı olarak az miktarda arttırmaktadır. 0,3-0,9 arasında ise relatif kesme hızı sıcak haddelenmiş , dövülmüş veya normalize edilmiş halde karbon artışı ile orantılı olarak az miktarda düşmekte ve tavllanmış halde artmaktadır.

Manganezin tesiri: Manganez 0,25-2,0 oranları arasında relatif kesme hızı üzerinde menfi tesir yapmaktadır.

Fosforun tesiri: 0-0,15 oranları arasında müspet tesir yapmakta , yeni relatif kesme hızını orantılı olarak artmaktadır.

Kükürt'ün tesiri: 0-0,3 oranları arasında orantılı olarak gayet kuvvetli müspet tesir yapmaktadır.

Silisyumun tesiri : 0-2,0 arasında orantılı olarak zayıf bir menfi tesir yapmaktadır.

Kromun tesiri: 0-1,10 arasında orantılı olarak zayıf bir menfi tesir yapmaktadır.

Nikelin tesiri : 0-5,0 arasında orantılı olarak gayet kuvvetli bir şekilde menfidir.

Molibdenin tesiri: 0-0,75 arasında orantılı olarak orta dereceli menfi tesir yapmaktadır.

Vanadyumun tesiri: relatif kesme hızına tesiri yoktur . yalnız tam tavlanmış çeliklerde pek kuvvetli menfi bir tesir gösterir.