

Endüstriyel plastik yarı mamül ve mamüller, malzemenin yüksek molekül ağırlığı ve yüksek viskozitesinden dolayı, diğer termoplastikler için uygulanan enjeksiyon, ekstrüzyon gibi imalat yöntemleri ile üretilmezler. Endüstriyel plastik parçaların üretimi, bu yöntemlere göre oldukça güç ve özel bazı teknikler gerektirir. Genellikle endüstriyel plastik yarı mamüller, takoz, levha, çubuk gibi basit geometrik şekillerde üretilir ve mekanik olarak işlenerek son ölçü ve şekillerine getirilirler. Endüstriyel plastik parçalara, universal metal ve ağaç işleme tezgahlarında, standard takımlarla bütün işleme yöntemleri (tornalama, frezeleme, planyalama, taşlama, raybalama, delme, diş çekme, kesme vb.) uygulanabilir. Endüstriyel plastik malzeme, piriç malzemeye benzer işleme özelliklerine sahiptir, fakat takım aşındırması oldukça fazladır. Ayrıca, metallerden farklı, kaygan, yumuşak, esnek ve bükülebilen bir malzemedir.

Bununla beraber, eğitilmiş bir işçi, universal tezgahlarda endüstriyel plastik parçaları istenilen hassasiyetle ve kolaylıkla işleyebilir. Bunun için bazı kurallara dikkat etmek gerekir. Polikim, kendi tesislerinde, endüstriyel plastik yarı mamüllere bütün işleme yöntemlerini uygulamaktadır. Sipariş üzerine endüstriyel plastik yarı mamüllerden, istenilen ölçü ve şekilde her türlü mamül işlenmektedir. Endüstriyel plastiğin bazı özellikleri ve işleme sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar göz önüne alınmadan yapılacak mekanik işleme, endüstriyel plastik parçanın verimliliğinin ve çalışma ömrünün azalmasına yol açabilir. Polikim, endüstriyel plastik malzemeyi kendi tesislerinde işlemek isteyen müşterilerine, ihtiyacı olan endüstriyel plastik mamül için en uygun yarı mamül seçimi, dizayn ve mekanik işleme konusunda da her türlü teknik yardımı yapmaya hazırdır.

Mekanik İşlemede Önemli Konular

Soğutma Suyu

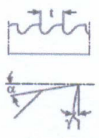
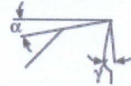
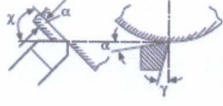
Endüstriyel plastik parçalar işlenirken, genellikle soğutma suyuna gerek yoktur. Ancak yüksek hızlarda, takımın kesici ağzında oluşan ısının endüstriyel plastiğin düşük ısı iletkenliği nedeniyle dağıtılamaması, takımların aşınmasına ve endüstriyel plastiğin yüksek termal genleşme katsayısı nedeniyle bu bölgede parça deformasyonuna neden olur. Bu nedenle yüksek hızlarda soğutma suyu kullanılması tavsiye edilir. Soğutucu olarak 10:1-20:1 oranlarında su+suda çözünen yağ karışımları (örneğin bor yağı) kullanılabilir.

Ölçü ve Toleranslar

Normal olarak endüstriyel plastik parçalar $\pm 0.1\text{mm}$ toleranslarla rahatlıkla işlenebilir. Daha düşük toleranslar çok özel yerlerde istenir. Endüstriyel plastik malzemenin yumuşak oluşu ve esnekliği, çalışma yerlerindeki toleranslara kendiliğinden uymasını sağlar. Buna rağmen daha düşük toleranslar isteniyorsa, kaba işlemekten sonra, parça $+280^{\circ}\text{C}$ civarında tavlansın iç gerilmeler alınır ve sonra son işlem uygulanır. Bu da tabii ki maliyeti yüksek bir işlemdir. Endüstriyel plastikten işlenmiş parçalar üzerinde ölçü alırken çok dikkatli olmak gerekir. Endüstriyel plastiğin esneme özelliğinden dolayı, ölçü aleti ile parça üzerinde belli bir seviyenin üzerinde baskı yapmamak gerekir. Bu konuda tecrübeli olmayan bir kişi mikrometre ile ölçü alırken bile 0.1mm 'ye kadar hata yapabilir. Hassas parçalar üzerinde ölçü alırken dikkat edilecek diğer bir konu ortam sıcaklığıdır. Endüstriyel plastiğin termal genleşme katsayısı çok yüksek olduğu için, sıcaklık değişimleri ölçmelerde büyük farklılıklara neden olur. En iyi çözüm, parçanın son kullanma sıcaklığına yakın bir sıcaklıkta ölçü almaktır.

İlerleme ve Kesme Hızları

Genel olarak, parça büyüklüğü ve bitmiş parçada istenen yüzey temizliği, işleme hızını belirler. Tornalamada 1-2.5m/sn kesme hızı, iyi bir yüzey sağlamak için idealdir. Bu hızlarda genellikle soğutma suyuna gerek yoktur ve genellikle 0.05-0.25mm/devir olmalıdır. Daha düşük ilerlemede ve kaba tornalamada yüksek kesme hızı kullanılır, fakat bu durumda soğutma suyu kullanılması tavsiye edilir. Paso derinliği 0.005-6mm arasında değişebilir.

		EFALON	KESTAMİD	ULPOLEN
TESTERE 	α°	20 - 30	20 - 30	20 - 30
	γ°	5 - 8	2 - 5	2 - 5
	Kesme Hızı V m/dak	300	500	500
	Hatve t mm	2 - 5	3 - 8	3 - 8
DELME 	α°	5 - 16	5 - 15	5 - 15
	γ°	5 - 20	10 - 20	10 - 20
	ϕ°	130	90	90
	Kesme Hızı V m/dak	150 - 150	50 - 150	50 - 150
	İlerleme s mm/devir	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3	0.1 - 0.3
FREZELEME 	α°	5 - 15	10 - 20	10 - 20
	γ°	5 - 15	5 - 15	5 - 15
	Kesme Hızı V m/dak	250 - 500	250 - 500	250 - 500
TORNALAMA 	α°	10	6 - 10	6 - 10
	γ°	5 - 8	0 - 5	0 - 5
	χ°	10	45 - 60	45 - 60
	Kesme Hızı V m/dak	150 - 500	250 - 500	250 - 500
	İlerleme s mm/devir	0.1 - 0.3	0.1 - 0.5	0.1 - 0.5

Takımlar

Endüstriyel plastik parçalar işlenirken, genellikle HSS çeliğinden takımlar kullanılır. İmalat miktarının fazla olduğu, seri imalatın gerektiği durumlarda sert maden uçları kullanmak faydalıdır. Takımların seçimi, takımın kesici ağzında oluşan ısıyı kontrol etmede büyük rol oynar. Endüstriyel plastik parçaların işlenmesinde standard takımlar kullanılabileceği gibi, daha iyi sonuç almak için özel olarak şekillendirilmiş profil bıçaklar da kullanılabilir. Takımın kesici ağzının kaliteli olması, sadece ısı yönünden değil, işlenen parçanın toleransları ve yüzey temizliği yönünden de önemlidir. Düzgün olmayan ve parlatılmamış kesici ağız, endüstriyel plastik parça üzerinde ezme yapar ve normal talaş kaldırmaz. Bu nedenle takımların kesici ağızı mutlaka keskin, bilenmiş ve bileme açıları verilen değerlere uygun olmalıdır. Çok keskin olmayan takımlarla endüstriyel plastik parçaları düzgün işlemek mümkün değildir. Takım aşınmasını önlemek için kalem ucuna hafif bir radyüs yapmak yararlıdır. Endüstriyel plastiğin fiziksel özellikleri göz önünde tutularak, parçalar tezgaha iyi bağlanmalı ve takımlar tam merkezlenmelidir.

Yüzey Temizliği

Endüstriyel plastiğin çok düşük sürtünme katsayısı ve birlikte çalıştığı parçaya kolaylıkla adapte edilme özelliği, genellikle çok parlak bir yüzey bitirme işlemi gerektirmez. Çoğu durumda, tornalama işlemiyle elde edilen yüzey temizliği yeterlidir. Hassas parçalar için, standard takımlarla taşlama yapılabilir. Bu durumda 0.4-0.8 μm Ra yüzey temizliği elde edilebilir.

Talaş ve Çapak

İşleme sırasında çıkan talaş parçaya sarılarak parça üzerinde yığılma yapar, bu da parçayı takımdan uzağa iter, dolayısıyla ölçü açmalarına sebep olur. Ayrıca parçanın gerek hava, gerek su ile yeterince soğutulamamasına neden olur. Çapaklar genellikle körelmiş takımlardan ve yüksek çalışma hızlarından meydana gelmektedir. Bunları önlemek için tornalarda elle, bir çubuk veya tel yardımıyla talaş parçadan ayrılmalı veya talaşın parçaya sarılmayacağı ve çapak oluşmayacağı düşük hızlarda çalışmalıdır.

Mekanik İşlem Yöntemleri

Tornalama

Endüstriyel plastik parçalara, üniversal tezgahlarda tornalama işlemi uygulanabilir. Tornalamada genellikle HSS çeliğinden standard takımalar kullanılır. Ancak iyi bir yüzey sağlamak için, takımların kesici ağızı mutlaka keskin, bilenmiş ve bileme açıları şekilde verilen değerlere uygun olmalıdır. Takımların tam merkezlenmiş olmasına ve endüstriyel plastik parçanın tezgaha iyi bağlanmasına dikkat edilmelidir. Tornalama işlemi sonunda elde edilen yüzey temizliği çoğu durumda yeterlidir. Eğer kritik toleranslar gerekli değilse, ayrı bir yüzey temizleme işlemine gerek yoktur. Genellikle yüksek hızlarda, düşük ilerleme ve az paso derinliği ile çalışmalıdır. 1-2.5m/sn kesme hızı ve 0.05-0.25mm/devir ilerleme iyi bir yüzey sağlamak için yeterlidir. İmalat miktarının fazla olduğu ve seri imalat gerektiği durumlarda otomat tezgahları kullanılabilir. Diğer tezgahlarda olduğu gibi burada da takım kesici ağızlarının çok keskin ve parlatılmış olmasına dikkat edilmelidir. HSS çeliği yerine sert maden uçları da kullanılmalıdır. Gerekirse puntasız taşlama ile endüstriyel plastik parçalar, otomat tezgahlarında kolaylıkla işlenebilir hale getirilebilir.

Kesme

Tornada kesme işleminde, 1.5-3m/sn kesme hızı ve 0.05-0.10mm/devir ilerleme yeterlidir. Takım açıları şekilde verilen değerlere uygun olmalıdır. Tornalama ve tornada kesme işlemleri ile elde edilen yüzey elde edilir. Her boyutta endüstriyel plastik parça testere ile rahatlıkla kesilebilir. Genellikle kalın dişli testereler tercih edilmelidir. Isıyı daha kolay dağıtmaya yardımcı olması bakımından bant testereler daha uygundur. Bant testerede 20-25m/sn kesme hızı ve 5mm/sn ilerleme; dairesel testerede ise 20-35m/sn kesme hızı ve 40mm/sn ilerleme tavsiye edilir. 20mm çapa kadar olan takozlar ve 10mm kalınlığa kadar olan levhalar, çelik bıçaklı giyotinde kesilebilir. Endüstriyel plastik parça ve bıçaklar tezgaha sıkıca bağlanmalıdır. Endüstriyel plastik parçalar, kesme ve sıvama kalıpları ile preste şekil verilebilir. Çapak oluşmaması için kalıpların çok keskin olmasına dikkat edilmelidir.

Delme

Delme işlemlerinde genellikle standard helisel HSS matkap uçları kullanılır, derin delikler için daha küçük helis açılı veya namlu matkaplar da kullanılabilir. Matkap uçlarının kesici kenarları çok iyi taşlanmış, talaş kanalları derin ve parlatılmış olmalıdır. 0.3-1m/sn kesme hızı ve 0.1-0.2mm/devir ilerleme delme işlemi için idealdir. Şekilde gösterilen matkap uç açısı, delik çapına ve son et kalınlığına bağlıdır. Büyük çaplı delik ve kalın et kalınlıklarında ise, dış çapın genişlemesini önlemek için 115°-130° uç açılı matkaplar uygundur. Bazen çok ince et kalınlıklarında, bükülmeleri önlemek için 180° uç açılı matkaplar da kullanılır. Endüstriyel plastik parçalarda büyük delikler işlerken, önce küçük matkapla delinmeli, sonra büyük matkapla delikler büyütülmelidir. Uzun delik işlerken matkap ucu birkaç defa geriye çekilip parçanın soğuması ve talaşın dışarı atılması sağlanmalıdır. Böylelikle deliğin konik çıkmasının önüne geçilir.

Taşlama

Endüstriyel plastik parçalar, çok düşük sürtünme katsayıları ve birlikte çalıştıkları parçaya kolaylıkla adapte olma özellikleri nedeniyle, genellikle çok parlak bir yüzey bitirme işlemi gerektirmezler. Çoğu durumda tornalama ile elde edilen yüzey temizliği yeterlidir. Hassas parçalar için, kritik toleranslar gerektiğinde; $\pm 0,025$ mm toleransla her türlü taşlama işlemi uygulanabilir. Genellikle, çapı 300mm, genişliği 75mm olan kaba zımpara taşları tavsiye edilir. Zımpara taşı hızı, endüstriyel plastik parçanın çapı ve imalat miktarına göre değişir. Genellikle 2800 devir/dk. hız yeterlidir. Yüksek hızlarda soğutma suyu kullanılmalıdır.

Frezeleme

Genellikle tek ağızlı takım kullanılarak her türlü frezeleme işlemi endüstriyel plastik parçalara uygulanabilir. Takımlar çok keskin ve parlatılmış olmalı, düşük ilerleme ve az paso derinliği ile çalışmalıdır. 1-2.5m/sn kesme hızı ve 0.005-0.10mm/devir ilerleme uygundur. Endüstriyel plastiğin doğal esnekliğinden dolayı, frezeleme işlemi sırasında oluşabilecek deformasyonu önlemek için endüstriyel plastik parçalar tezgaha çok iyi bağlanmalıdır. Özellikle ince et kalınlığındaki parçalar, sadece kalem için yeterli açıklık bırakılarak tezgaha tutturulmalıdır.

Planyalama

Endüstriyel plastik parçalar, işleme sırasında dikkat edilmesi gereken genel kurallara uymak suretiyle planyada da işlenebilir. Planyada işleme sırasında parça deformasyonu ve ölçü kaymalarına engel olmak için, endüstriyel plastik parçaların tezgaha iyi bağlanmasına dikkat edilmeli, takım kesici ağızları mutlaka çok keskin ve bilenmiş olmalıdır.

Diş Açma

Endüstriyel plastik parçalara diş açma işlemlerinde, standard yüksek hız çelikli HSS paftalar ve 3 oluklu kılavuzlar kullanılabilir. Ancak oluşacak sürtünmeyi ve ısı etkisini azaltmak açısından 4 oluklu kılavuzlar daha iyi sonuç verir. Matkapla delmede olduğu gibi, delik daralma eğilimi göstereceğinden, biraz büyük kılavuzla çalışılması tavsiye edilir.

Mekanik İşlemede Hatalar ve Sebepleri

HATA	SEBEP
TORNALAMA	
Yumuşayan Malzeme Yüzeyi	1. Takım Kör 2. Yetersiz yan taban açısı (Kalem alın yüzeyi parçaya sürtüyor) 3. Çok yavaş ilerleme 4. Devir sayısı yüksek
Kaba Yüzey	1. Çok hızlı ilerleme 2. Yanlış takım açıları 3. Kalem ucu çok sivri (Uçta küçük bir radyüs ister.) 4. Kalem ekseninde değil
Kesme Kenarında Çapak	1. Takım Kör 2. Kesici kenarlarda havşa açılmamış
Kopmalar, Kırılmalar	1. Kalem uç radyüsü çok fazla 2. Takım kalemlige sağlam bağlanmamış 3. Malzeme iyi bağlanmamış 4. Kesme genişliği çok fazla
KESME	
Yumuşamayan Malzeme Yüzeyi	1. Takım Kör 2. Yetersiz yan taban açısı (Kalem alın yüzeyi parçaya sürtüyor) 3. Yetersiz soğutma suyu
Kaba Yüzey	1. Çok hızlı ilerleme 2. Düzgün bilenmemiş takım 3. Honlanmamış kesici kenar
Spiral Çizgiler	1. Takım ucunda çapak var 2. Kalem geri çekilirken malzeme yapıyor
Konkav veya Konveks Yüzeyler	1. Kalem uç açısı büyük 2. Takım puntaya dik değil 3. Çok hızlı ilerleme 4. Eksenden alta veya üste monte edilmiş kalem
Kesme Noktasında Çapaklar	1. Uç açısı yeterince büyük değil 2. Kalem kör veya honlanmamış 3. Çok hızlı ilerleme
Dış Çapta Çapaklar	1. Kesmeden önce havşa açılmamış 2. Takım kör
DELME	
Konik Delik	1. Yanlış bilenmiş matkap ucu 2. Çok hızlı ilerleme
Yanmış veya Erimiş Yüzey	1. Yanlış matkap tipi 2. Yanlış bilenmiş matkap ucu 3. Çok yavaş ilerleme 4. Matkap kör
İç Çapta Spiral Çizgiler veya Matkap İzleri	1. Hızlı ilerleme 2. İyi merkezlenmemiş matkap ucu 3. Kaçık bilenmiş matkap ucu
Büyük Delik	1. Kaçık bilenmiş matkap ucu 2. Çok hızlı ilerleme 3. Büyük uç açısı
Küçük Delik	1. Matkap kör 2. Uç açısı küçük
Oval Delik	1. Hızlı ilerleme 2. Düşük devir sayısı 3. Başlangıçta çok yüksek devir 4. İyi merkezlenmemiş matkap ucu 5. İyi bilenmemiş matkap ucu 6. Matkap kenarları iyi kesmiyor, talaş matkabı yana itiyor
Çapaklar	1. Matkap kör 2. Kesme hızı çok fazla
Matkap Çabuk Körleniyor	1. Çok yavaş ilerleme 2. Fazla devir sayısı 3. Yetersiz soğutma suyu