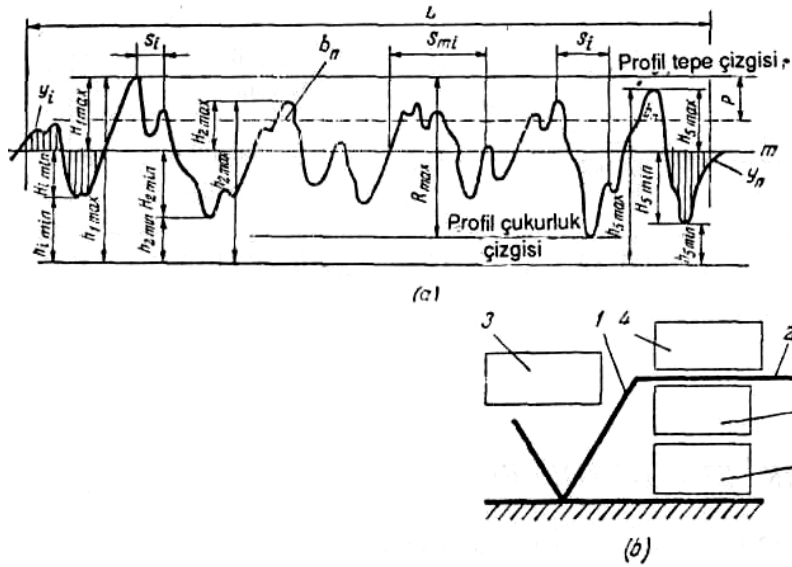


A.1.8 YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÖLÇÜM ALETLERİ

A.1.8.1 Yüzey pürüzlülüğü için spesifikasyonlar

Pürüzlülük parametreleri hakkında yeterince bilgi verilmiştir. Şek 28 bunları hatırlatmaktadır. Nispeten küçük aralıklı ($S/H < 50$) yüzey düzensizliklerine yüzey pürüzlülüğü deniyor; bu, alıştırılmış parçaların, (pürüzlerin alınmasıyla artan) hareketli parçalar arasındaki boşluk, parçaların yorulma mukavemeti, korozyona direnci, sürtünme katsayısı vb¹ lerini büyük ölçüde etkilemektedir. Bu itibarla yüzey pürüzlülük talepleri sağlara esaslara oturtulacak ve yüzeyin çalışma işlevine uygun olarak belirtilecektir. Yüzey pürüzlülüğün belirtilmemiş olduğu yerlerde kontrol - ölçüme gerek yoktur.



Şek. 28.- Yüzey pürüzlülük parametreleri ve semboller.

1-Kontrol işareti; 2-Kontrol işareti uzatması; 3-Yüzey pürüzlülüğü parametreleri; 4-işlenmiş; şekli ve/veya sair ek bilgiler; 5-Numune boyu; 6- Yüzey durumunun gösterilişi

Tablo 24. – Düzensizliklerin yükseklik ve aralıkları için sayısal değerler

Parametre	Sayısal değerler					
$R_a, \mu\text{m}$	100	10.0	1.00	0.100	0.010	
	80	8.0	0.80	0.080	0.008	
	63	6.3	0.63	0.063	-	
	50	5.0	0.50	0.050	-	
	40	4.0	0.40	0.040	-	
	32	3.2	0.32	0.032	-	
	25	2.5	0.25	0.025	-	
	20	2.0	0.20	0.020	-	
	16	1.60	0.160	0.016	-	
	12.5	1.25	0.125	0.012	-	
R_z ve $R_{max}, \mu\text{m}$	-	1000	100	10.0	1.00	0.100
	-	800	80	8.0	0.80	0.080
	-	630	63	6.3	0.63	0.063
	-	500	50	5.0	0.50	0.050
	-	400	40	4.0	0.40	0.040
	-	320	32	3.2	0.32	0.032
	-	250	25.0	2.5	0.25	0.025
	-	200	20.0	2.0	0.20	-
	1600	160	16.0	1.60	0.160	-
	1250	125	12.5	1.25	0.125	-
S_m ve S_n, mm	-	10.0	1.00	0.100	0.010	
	-	8.0	0.80	0.080	0.008	
	-	6.3	0.63	0.063	0.006	
	-	5.0	0.50	0.050	0.005	
	-	4.0	0.40	0.040	0.004	
	-	3.2	0.32	0.032	0.003	
	-	2.5	0.25	0.025	0.002	
	-	2.0	0.20	0.020	-	
	-	1.60	0.160	0.0160	-	
	12.5	1.25	0.125	0.0125	-	

Tablo 25.- Numune uzunluğu, profilin izafi taşıma boyu ve profil kesitinin düzeyi için sayısal değerler.

Parametreler	Sayısal değerler					
l, mm	25	2.5	0.25	0.03		
	8	0.8	0.08	0.01		
$i_p, \% l$	90	70	50	30	20	10
	80	60	40	25	15	-
$P, \% R_{max}$	90	70	50	30	20	10
	80	60	40	25	15	5

Yüzey pürüzlülük parametrelerinin (maximum, anma-nominal veya değer dizileri) sayısal değerleri Tablo 24 ve 25' den seçilir. TS 2578' de, "Pürüzlülük karşılaştırma numunelerinin pürüzlülük dereceleri" tablosunda verilmiş olan değerler, TS 971' in ilgili serilerinin birinden alınmış olup ara değerlerde numune gerektiğinde bunlar, ilgili Standard sayılarının R10 serisinden seçilmelidir. Bahis konusu Standard TS 299, "Standard sayılar-Standard sayı serileri" dir.

Yüzey pürüzlülük parametre değerlerinin anma-nominal değerlerinin kullanıldığı yerlerde, bunların müsaade edilebilen sapmaları da saptanacaktır; bu sonuncular ya tek yanlı, ya da simetrik olabilir. Bu müsaade edilebilir sapmalar, nominal değerlerin bir yüzdesi olarak belirtilmiş olup 10, 20 ve 40 serilerinden seçilirler.

Yüzey pürüzlülük parametrelerinin sayısal değerleri, bütün yüzey için parametrenin maksimum değerine tekabül eden yönde yüzeye dikey kesitte bahis konusu olup aksi halde yüzeyin yönü belirtilmiş olacaktır.

Yüzey pürüzlülük talepleri, yüzey kusurları (çizikler, çatlaklar vb) nazarı itibare almadan saptanacaktır. Gerektiğinde bu sonuncular ayrıca belirtilir.

Aşağıdaki semboller (veya kontrol işaretleri), resimler üzerinde yüzey pürüzlülüğünü göstermede kullanılır:

- İşleme türü belirtilmemiş yüzeyler için;
- Talaş kaldırarak işlenmiş (torna, taşlama, dekapaj vb) yüzeyler için;
- Talaş kaldırmadan işlenmiş (döküm, döğme, haddeleme vb) yüzeyler için.

Yüzey pürüzlülük sembollerinin çizimi Şek. 28 b' de gösterilmiştir. Sadece parametre değerlerinin gösterilmesi halinde, uzatmasız kontrol işareti kullanılır.

Bir yüzey pürüzlülük parametresi , R_a için sınırsız (örneğin 0,5) ve bütün öbür parametrelerde tekabül eden sınırdan sonra (örneğin R_{max} 5.0; R_z 12.5; S_m 0,25; S 0.063; t_{50} 60) gösterilir.

Bir parametre alanının belirtilmiş olması durumunda değerlerin sınırları iki sıra halinde düzenlenir:

3.2; R_z ,0.080; t_{50} 40 vb.

2.0; 0.032; 60

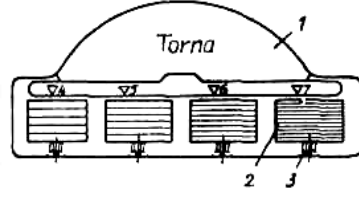
Daha kaba bir yüzeye tekabül eden parametre değeri üst çizgide gösterilir.

Bir pürüzlülük parametresinin nominal (anma) değeri sapma sınırlarıyla gösterilir. : $3.2 \pm \% 20$; R_z 63 - $\% 20$; S_m 0.80 + $\% 20$; t_{50} 70 $\pm \%40$ vb.

A.I.8.2 Standart yüzey pürüzlülük numuneleri

Yüzey pürüzlülüğünün Standart numunelerle kıyaslanarak kontrolü, imalat pratiğinde geniş ölçüde kullanılan basit bir süreçtir.

Standart yüzey numuneleri (Şek. 29 a) çelik veya dökme demir blokları (2) (30mm uzunluk ve 20 mm yükseklikte) takımı halinde olup bunlar (1) çerçevesine (3) vidalarıyla tutturulurlar. Numunelerin düz ya da silindirik referans yüzeyi, belirtilmiş, hız ve ilerleme ile çeşitli kesme yöntemiyle işlenmiş olup ölçümden sonra, Tablo 24' ten seçilmiş R_z in tekabül eden bir değerine bağlanır.



Şek :29a Standard yüzey pürüzlülük numuneleri

Tornalama, planyalama, frezeleme, raybalama ile işlenmiş numuneler sertleştirilmemiş olarak işlenirken taşlanmış, parlatılmış ve laplanmış numuneler sertleştirilmişlerdir.

Standart numunelerin referans yüzeyleri için nominal pürüzlülük değerleri, yaklaşık - % 40 müsaade edilebilir sapmalarla R_z ' in nominal değerlerine tekabül edecektir. Numunelerde çıplak gözle görülen hiçbir yüzey kusuru bulunmayacaktır. Bir numunenin yüzey pürüzlülüğünde uniformluktan (yeknasaklıktan-tekdüzelikten) kaçıklık, numune malzemesi ve işlenme yöntemine göre %35-50' yi aşmayacaktır.

Standart pürüzlülük numuneleri aşağıdaki takımlar halinde gruplanırlar :

No. 1 - Yüzey pürüzlülüğü R_z 0,1' den 40/ μm ' ye uzanan 46 çelik numune takımı

No. 2 - R_z 3,2 ila 40 / μm yüzey pürüzlülüğü olan 21 sertleştirilmemiş çelik numune takımı.

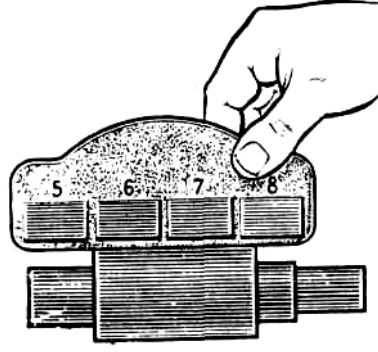
No. 3 - R_z 0,1 ila 10 / μm yüzey pürüzlülüğü olan 25 sertleştirilmiş çelik numune takımı (No. 2 ve No. 3 takımları beraberce No. 1 takımına tekabül ederler).

No. 4 - Bu takım, 3,2 ila 1,6 / μm pürüzlülüğü haiz 30 dökme demir numuneyi içerir.

Yüzey pürüzlülüğü tekabül eden aletlerle kalibre edilmiş referans parçalan çoğu kez atölyelerde Standart pürüzlülük numuneleriyle birlikte kullanılırlar.

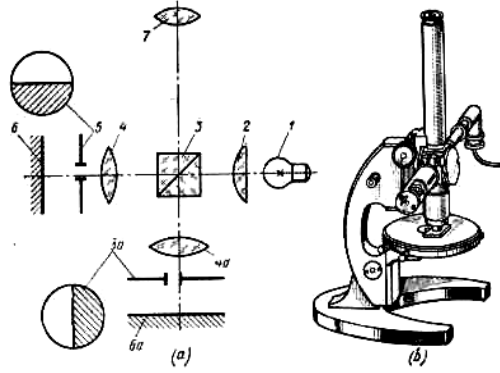
Mamul parçaların yüzey pürüzlülüğü, aynı malzemeden ve aynı işleme yöntemi ile yapılmış, tekabül eden numune ile kıyaslanır. Kıyaslama göz ya da dokunmakla, tırnak yüzey üzerinde hafifçe gezdirilerek yapılır. R_z 6,3 ilâ 40 / μm pürüzlü yüzeylerde bu her iki yöntem güvenilir değerlendirme verir. R_z 0.80 ila 3.2 μm pürüzlülükte yüzey değerlendirmesi, operatörün ustalık ve becerisine olduğu kadar ışıklandırma (ürüne (elektrik lambaları, gün ışığı vb) büyük ölçüde bağlıdır.

Klas 8' e kadar pürüzlülükte numunelerin kıyaslanmaları genel olarak çıplak gözle yapılır (,Şek. 29 b). 6 ve daha yüksek klasla yüzeyler için aşağıdaki kıyaslama mikroskopları kullanılır.



Şek.29 b : Kıyaslama ile pürüzlülüğün gözle tayini

Kıyaslamanın doğruluğu, özel kıyaslama mikroskoplarının yardımıyla iyice artırılabilir (Şek. 30). Bunlarda, yan yana konmuş, denenecek parça ile standart numune yüzeyleri, aynı büyültme ve ışık koşulları altında görülür.

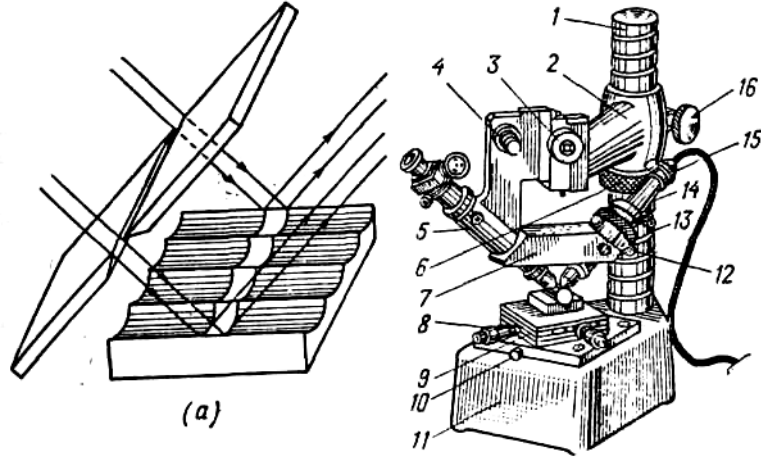


Şek. 30 .- Kıyaslama mikroskobu

Işık demeti 1 menbaından, 2 yoğunlaştırıcı arasından geçerek 3 ayırıcı kübe gelir. Bir yarı demet, yön değiştirmeden 4 objektifi ve 5 diyafragmı arasından geçerek 6 numune yüzeyine varır, 5 diyafragmı ve 4 objektifi arasında geri gider ve 3 demet ayırıcı küpte yansdıktan sonra 7 göz objektifine gelir. Öbür yarı demet, 3 kübünden yansdıktan sonra, 4a objektifi ve 5a diyafragmından geçerek 6a deney yüzeyine gelir ve bundan yansıyıp geriye, 5a diafragmı, 4a objektifi, 3 kübünden geçip 7 göz objektifine varır. 5 ve 5a diyafragmları, biri görüş alanının sağ tarafını, öbürü de sol tarafını işgal edecek şekilde tertiplenmiştir. Böylece, kontrol edilecek yüzeyle standart numune yan yana göz objektifinden görülür.

A.I.8.3 Yüzey pürüzlülüğünün temassız ölçümü için aletler

Özel aletlerle yüzey pürüzlülüğünün ölçümü, denenen yüzeyin pürüzlülüğünü fiilî olmak değerlendirmek ve kıyaslamalı ölçümler için standart numuneleri kalibre etme olanağını sağlar.



Şek. 31 - Bir ışık kesiti mikroskobu

Yüzey pürüzlülüğünün temassız ölçümleri optik aletlerle, ezcümle ışık kesit mikroskopları (Şek. 31) ve mikro-interferometrelerle (Şek. 32) yapılır.

Bunlardan ilkinin prensibini daha önce görmüştük (Şek. 22, ışık profil yöntemi). Bunun mikroskopları ışık kesit ölçümlerine dayanır ve bu yöntem, düz, eğik ve dar bir ışık demetinin aydınlattığı yüzeyde dar bir aydınlanmış bant hasil eder (Şek. 31). Işık bandı, yüzeyin ışık demet düzlemiyle kesitinin izini temsil eder. Denenen yüzeyde intizamsızlıklar bulunduğundan, kesitin izi, içinde vaki olan bütün intizamsızlıkları takiben bir çıkıntılı çizgi olur. Işık bandı, denenen yüzeye belli bir açıdan gözlendiğinde, bandın doğruluktan sapmalarını ölçerek düzensizliklerin değerlerini saptamak mümkün olur.

Şek. 31' deki ışık kesiti mikroskobu bir ağır kaide (11), bunun içine tespit edilmiş bir sütunu (1) haizdir. (2) kolu, (16) vidasıyla pozisyonda tutulup (6) tırtıllı başlı somunu ile sütun üzerinde hareket eder. Kol, kaba ayar için bir pinyon-kremayer takımı (3) ilâ (4) kafası vasıtasıyla bir ince ayar mekanizmasını haizdir. (5) mikroskobu ile (14) aydınlatma borusu 45° açı ile (7) gövdesine bağlıdır. Aydınlatma borusu (13)tırtıllı somunu ile eksenel olmak hareket eder. Aydınlatma borusunun eğimi (12) vidasıyla ayarlanır. (15) lamba kolu, borunun baş tarafına monte edilmiştir. Lamba bir buzlu ampulü haiz olup kaidenin içine yerleştirilmiş bir transformatör ve rheostadan gelen 8 V luk akımla beslenir.

Mikroskobun (9) tablası (8) mikrometrik vidası vasıtasıyla birbirlerine dikey iki yönde hareket eder; vidanın tambur taksimatı 0,01 mm olup toplam hareketi 10 mm dir. Ayrıca tabla, bir dik eksen etrafında dönebilir ve gerekli pozisyonda (10) vidasıyla tespit edilir.

Ölçülecek düz parçalar doğruca tablanın üzerine, silindirik parçalar da bir özel V takozuna oturtulur. Küçük çaplı silindirik parçaların yüzey tetkikinde parça pozisyonlamasındaki kaçıklıklar ve yüzey kavislenmesi nedeniyle büyük hatalar bahis konusu olduğundan 30 mm den küçük çaplı silindirik parçaların ışık kesiti mikroskobunda tetkik edilmemesi önerilir.

Silindirik yüzeylerdeki düzensizliklerin ölçümünde ışık kesiti silindirin doğurayı boyunca yönlendirilmiş olacaktır. Mikroskop ve aydınlatma borusunun optik eksenleri denenen yüzeye 45° eğik olduklarından profil düzensizliklerinin yükseklikleri ve birbirlerinden açıklıkları 1.41 kat büyütülmüş olur.

Ölçümden önce ışık kesiti mikroskobu ayarlanır. Bunun için, tabla üzerine bir geyc bloku konur ve bunun yüzeyinin keskin bir görüntüsü elde edilene kadar mikroskop dikey hareketle odaklandırılır. Kesit, (12) vidası vasıtasıyla alanın ortasına getirilir ve (13) tırtıllı somunu ile odaklandırılır. Mikrometrenin göz merceğinin hareket edebilen kıl çizgisi yatay olarak pozisyonlandırılır.

Mikroskobun fiilî büyütmesi nominal değerden hafifçe saptığından, mikrometre

Göz merceğinin fiili okunuşu üzerinde bir presizyon skalasının bulunduğu bir düz cam tablanın üzerine mikrometre skalasıyla kıyaslanacak şekilde konur.

Mikrometre skalasının taksimatı

$$c = \frac{nkI}{2k} \text{ formülünden hesaplanır.}$$

Burada a = düz cam prezisyon skalasının taksimatı,

n = presizyon skalası üzerinde taksimat sayısı,

k = presizyon skalası üzerindeki taksimat sayısına tekabül eden mikroskop tamburu üzerindeki taksimat sayısıdır.

1/2 katsayısı mikroskop borusu eğimi ile mikrometrik- göz merceğinin düzensizlik yüksekliğinin ölçüldüğü yöne 45° yer değiştirmesi nedeniyle düzensizliğin bir ek büyütülmesine imkan verir.

Göz merceğinin skala taksimatının saptanmasından sonra ölçülecek parça, petrolle temizlenmiş olmak tabla üzerine konur ve mikroskop odaklandırılır. Hassas ayar vidasıyla kesit şekil, görüş alanının ortasına getirilir ve ölçümü yapılan parça, yüzeyi kesit şekle dikey gelecek gibi çevrilir. Düzensizliklerin yükseklikleri, kesit şeklin en keskin şekilde görülen kenardan ölçülür.

Burada mikrometre göz merceğinin yatay kıl çizgisi, profil orta çizgisine iyice paralel olacaktır. Böylece mikrometre yardımıyla beş doruk ve çukurluğun yüksekliği ölçülür ve R_z düzensizliklerin on nokta yüksekliği

$$R_z = c \frac{(h_1 + h_3 + h_5 + h_7 + h_9) - (h_2 + h_4 + h_6 + h_8 + h_{10})}{5}$$

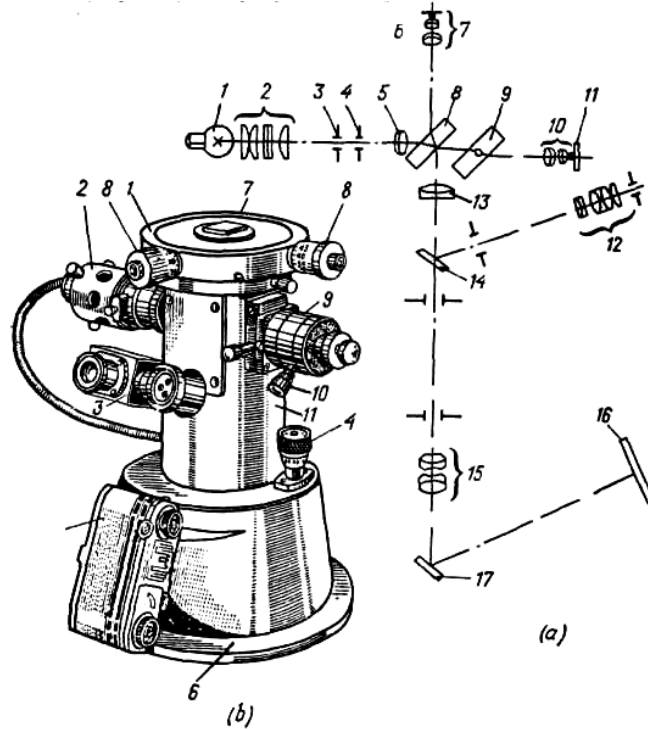
formülü ile saptanır; burada, h_1, h_3, h_5, h_7, h_9 mikrometre tamburundan okunmuş doruk yükseklikleri $h_2, h_4, h_6, h_8, h_{10}$ da çukurlukların derinlikleridir. Işık kesiti mikroskobu optik sisteminin başlıca parametreleri aşağıdaki Tablo 26'da görülür.

Tablo 26 Işık kesti mikroskoplarının optik spesifikasyonları

Objektif difragm açıklığı	Görüş alanı	Görüş alanı Çalışma alanı	R _Z ' in ölçüm genişliği μm	
Aşağıdakilerden az değil			dan	a
0.03	10	8	400	40
0.11	3.5	2.5	40	10
0.30	1.0	0.8	10	3.2
0.40	1.0	0.8	3.2	1.6
0.45	0.3	0.25	1.6	0.8

Mikro-enterferometreler 'in çeşitli modelleri R_Z ve R_a parametrelerinin hesabıyla yüzey pürüzlülüğünü saptamakta kullanılıp bunlarla, modeline göre, 0,04 ilâ 0,80 ve 0,10 ila 0,16 μm genişliği içinde pürüzlülük tespit edilir.

Bunlardan, optik sistemi Michelson enterferometresi ile bir mikroskopun birleştirilmesinden ortaya çıkmış bir tip, Şek.32' de görülür.



A.I.8.4 Temas tipli yüzey pürüzlülük ölçümü aletleri

Bunlar, iğnenin aksenal yer değiştirmesini dönüştürme yöntemi dikkate alınmazsa, iki kategoriye ayrılırlar: daha önce sözünü etmiş olduğumuz ve profilin R_a ortalama aritmetik sapmasını doğruca gösteren profilometre' lerle, yüzey profilini kaydeden yüzey analizörleri.

Aşağıdaki Tablo 27' de, standardın çeşitli alet tiplerine göre verdiği spesifikasyonlar görülür.

Profilometrenin Q_p hassaslık hatası, yüzde olarak,

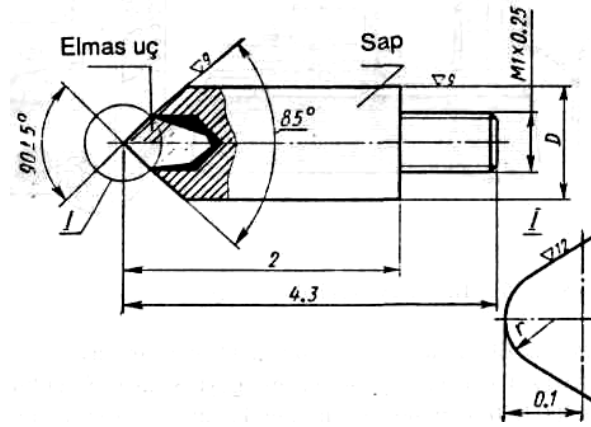
$$\delta_p = \frac{R_a - R_a}{R_a} \cdot 100$$

formülü ile hesaplanır.

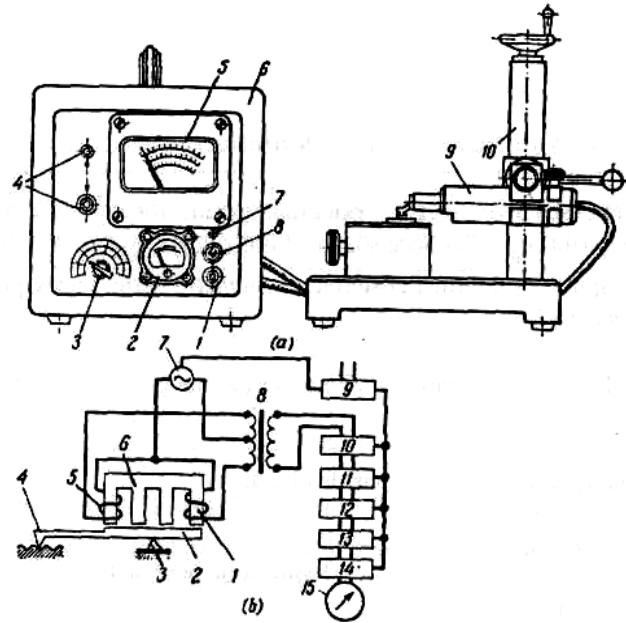
Burada R_a *Ium* olarak profilometrenin gösterdikleri, R_a da, yine *um* olarak iğnenin yer değiştirmelerinin değeridir.

Tablo:27 profilometre ve yüzey analizi spesifikasyonları

	Profilometreler	Yüzey analizörleri
Hassaslık hatası %	± 7 ilâ ± 16	± 5 ilâ ± 10
Gösterme hatası %	± 10 ilâ ± 25	-
İğne tepesinin yarıçapı μm	10	10
Max. statik ölçme kuvveti cN	0.1 ilâ 2	0.1 ilâ 1
Max. statik ölçme kuvveti sabitesi, cN/ μm	0.006 ilâ 0.12	0.006 ilâ 0.06



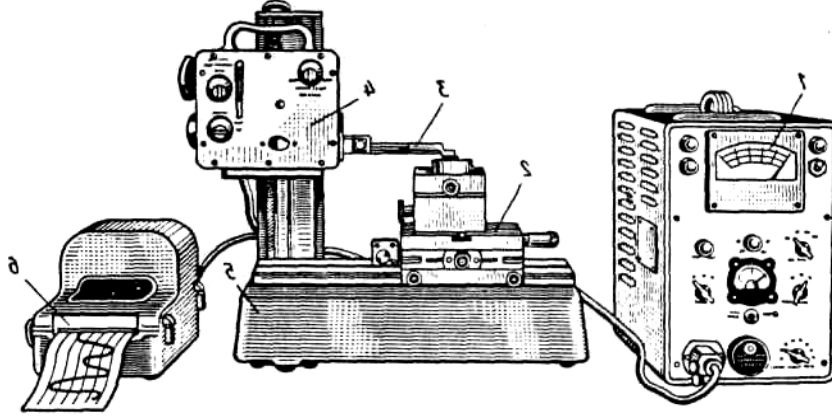
Şek. 33 - Profilometre iğnesi



Şek. 34 .- Bir profilometre modeli

Şek. 35, bir profilometre modelinin genel görünümünü verir. Bunun temel devresi altta çizilmiştir.

Aslında yüzey analizörleri (Şek. 36), profilometrelerle aynı amaç ve operasyon prensibini haiz olmakla birlikte bunların daha gelişmiş bir modelinden ibarettirler.



Şek. 35 .- Bir yüzey analizörü modeli

Bunlarda bir elektronik ölçme ünitesi (1), bir elektrotermik kaydedici (6), kaide (5) ve tabla (2), hareket güç ünitesi (4) ve bir geyç kafası (3) bulunur. Dikey büyüklüğüne 1000 ila 200.000 olup alet, 8 mm den küçük olmayan deliklerin de yüzey pürüzlülük deneyine olanak verir. Daha yeni profilometre ve yüzey analizörleri transistörli amplifikatörlü olarak imal edilmektedir. Bu aletler 3. ilâ 14. klas pürüzlülüklerin kaydedilmesine olanak sağlarlar.