

Jeodezi alâtı fabrikalarında hassas mekanik işleri

Yazan Yk. Mühendis
Kasım Yaşar

Hassas makinecilik ince makineciliğin en son kademesini teşkil eder. Âlet yapımında ilmin, derececi sihhat ve temizliğe, verdiği şartlar burada temamlı yerleşmiştir. Denilebilirki bütün çalışmalar $1 \mu = \frac{1}{1000} \text{ mm}$ veya $0", 001$ saniye hassasiyetle yapılır, Bunlar göz önünde tutuldukda bilinmesi lâzım gelen şartlar şunlar olacaktır:

- a) İnşa tarzi için bir proje yapmak.
- b) İntihap olunacak materyalin seçimi ve işlenmesi.
- c) Âleti yapıp ölçecek hale ifrağ etmek.
- d) Âletin hassasiyet derecesi dahilinde çalışıp çalışmayacağını hususî bir takım ölçülerle kontrol etmek.

İşte yukarda bahsedilen bütün bu esasat üzerinde herhangi bir hassasiyet ölçüsünde istimal edilecek (olan ve meselâ, 1 inci derece nirengi işleri, sahra astronomisi, astrofizik, ilâ... kısımlarda,) hassas mekanik âlatını aşağıda göstereceğimiz şekilde elde etmek mümkün olacaktır.

Elyevm Avrupada bu iş için senelerden beri çalışan fabrikaları saymaklığımız herhalde faideden halî bir şey olmayacaktır.

1) Almanyada:

- a) Askania Werke Berlin — Friedenau
- b) Fennel und Söhne Kassel
- c) Gustav Heyde Berlin
- d) Max Hildebrand Freiberg — Sachsen
- e) Pistor und Martins Wien
- f) Starke und Kammerer Wien

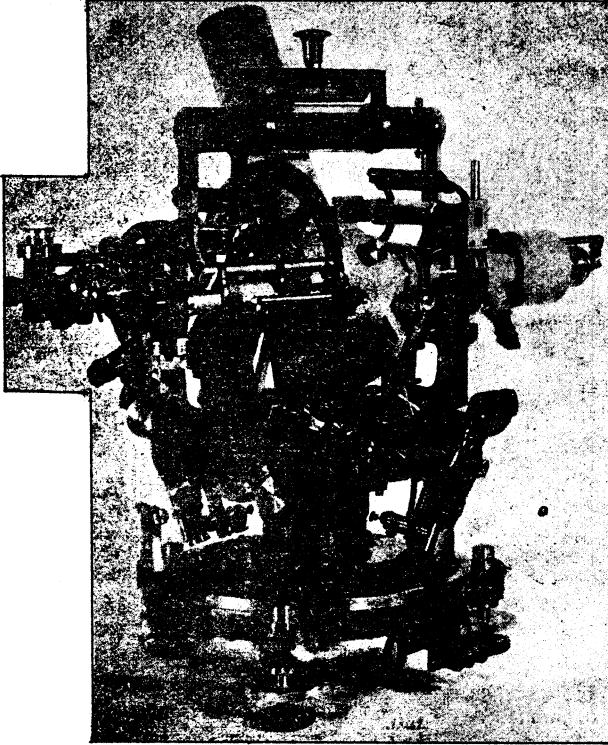
2) Fransada :

a) Chasselon Paris

b) Goutier Paris

3) İngilterede :

a) Tavistock & Simms London, York



Resim 1

Biz misâl olarak resim (1) de görülen askania universal teodoliti ve bunun nasıl yapıldığını tedkik edelim. Burada bilhassa bahs edilecek olan mes'ele (a), (b) ve (c) de kısaca anlattığımız hususlar olacaktır. Bütün işleri bitikten sonra parçalarını bir birine takıp âlet şekline sokmak müstesna (a), (b) ve (c) zikr olunan esasat üzerine bir birlerine çok sıkı şartlarla bağlıdırlar ve istimalinde

çok işe yararlar. Âleti mesaha maksadına göre kullanmak bu şartların çok iyi bilinmesi ve yine bunların mesaha esnasında âlete tatbiki ile kaim olacaktır. Bilhassa burada mihverinin tamamı tamamına ayarı mes'elesi ehemmiyeti haizdir.

I) Âlet mihveri şakulisi çok sihatli olarak ufka amut durmalıdır.

II) Ufkî mihveri muylu yataklarına okadar güzel oturmalıdırki ayardan sonra uzun bir müddet ufkiliğini muhafaza edebilsin, Bu iki sık berveçhi ati yardımcı vasıtalarla tahakkuk ettirilir.

‘I) Âletin mihveri şakulisini ufka amut yapabilmek için hassas tesviye ruhuna ve ayak vidalarına lüzum vardır . [*]

Ayara rağmen (I) deki bu şart günün mühtelif zamanlarında yine hatalar gösterecektir, mezkûr tesviye ruhları sayesinde bu kaçıntılar 0°, 01 saniyeye kadar $1/4$ (I—II) cotg (z). p düsturu ile tesbit edilir ve tashih miktarı olarak esas mesahaya cebri bir surette ilave edilir. Burada (I – II) her iki vaziyette habbe üç kiraatleri mecmuları tefazulu , (z) şakulî zaviye, (p) tesviye ruhu partes kıymetidir.

‘II) I deki şart tahakkuk ettiği zaman, Âletin ufki daire tablası ufkî ve şakulî daire tablası şakulî kalması mutlak bir surette istenen vaziyettir.

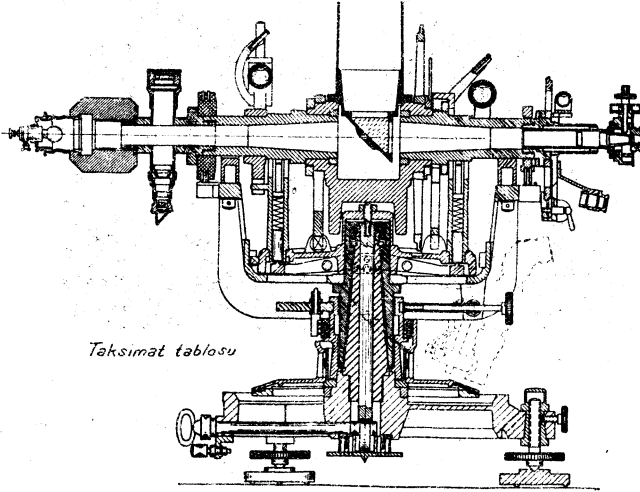
Bu iki ayar netidesinde dürbünün hendesî mihveri ufkî mihvere amut olur.

Bunlardan başka âleti yine bu saatlar dahilinde kontrol edecek bir tertibat bulunması lâzımdır. Bu şakulî mihverin tanziminde büyük bir rol oynar. ismine şakulî mihver tanzim vidası denir Yalnız iklim şartlarından neş’et eden tevettürler mezkûr vida ile zararsız bir şekle sokulabilir. Umumiyetle bahs ettiğimiz bu iki mühim vaziyeti ihdas etmek büyük bir mes’ele teşkil eimez, fakat

[*] 10. 10. 1941 23 sayılı haritacılar mecmuasına müracat.

inşa eden firmanın vereceği hassas mihaniki tanzim istenilen derececi sihhati vermelidir. Bunu kontrol etmekte onun hakkıdır. [*]

Tarzı inşaada yalnız tevettürden arî dökme parçaların kullanılması lâzımdır. Yapılmadığı takdirde istimal edilen maddelereaki dahili ve haricî satıh tevettürleri istenilen derececi sihhati hiç bir şekil ve surette vermez. Bu sebepten dolayı üç ayak vidası, ufki mihverin orta kısmı ve her iki taksimat dairesi, kırmızı dökümden yapılır. Yukarda yazdığımız firmalardan yalnız almanyadakiler bütün âletlerini hemen hemen verdiğim izahata nazaran yaparlar. Fransa, İngiltere ve diğer memleketlerde bilhassa bu işlerle uğraşan fabrikalarda bunların ne şekil ve surette yapıldığını tedkik etmek mümkün olamamıştır.



Taksimat tablosu

Resim 2

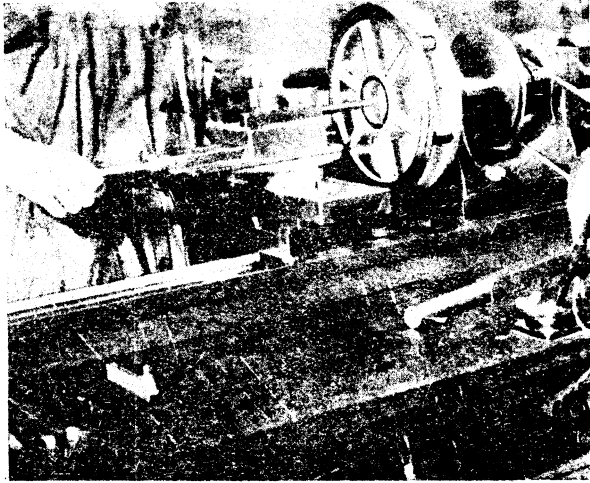
Kırmızı dökümün inbisat emsali gümüşüne çok yakın ve efsafcada çok müşabih olduğundan tabla taksimatının hamili

[*] Bu nevi Universal âletleri konstrüktörlerin uzun seneler matuf tecrübelerine istinaden bütün tahavvülâtı cevviye farklarından doğacak tesirlere karşı masun bir vaziyette bulunmaktadır. Hem yaz ve hemde kış bütün coğrafi arzlarda çalışacak derecede inşa edilmişlerdir. Zeitschrift für Instrumenten kunde Nr. 519 hususi tabi.

cep çerçe ve bundan imal edilir. Kırmızı dökümden yapılmış bu parçalar, bir çok ıslahattan sonra hararete bırakılır ve çok zaman bekletilip üzerinde işlenecek bir hale getirilir.

Bunlar meyânında her iki taksimat dairesi ayak vidaları ve delk yatakları ile muylu yataklarının imalinden bahs edelim.

Muyluların sureti inşasında kırmızı döküm demir kullanılmayıp bir nevi çelik kullanılır. Bu nitritir çekici olup, krupp fabrikası tarafından hususî bir şekilde imal edilir.

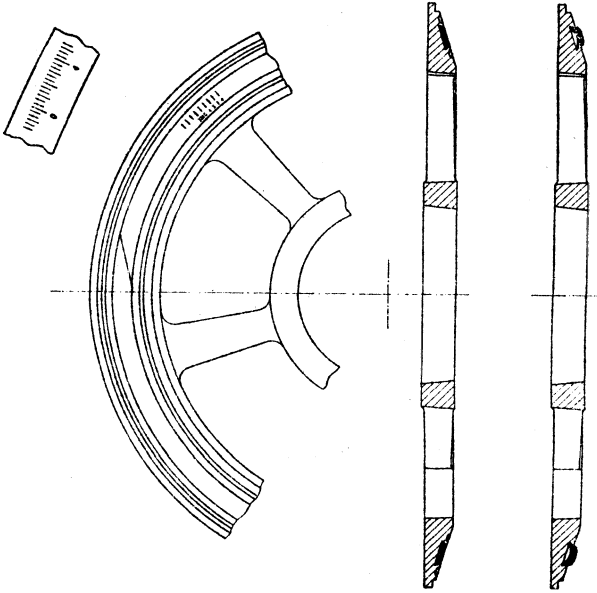


Resim (3): Taksimat dairesinin torna makinesinde tornası

Kırmızı dökümden mamul taksimat daireleri evvelâ torna edilir sonra 250 derece (celsius) lık hararete arz edilerek haricî tevetüre karşı muvazeneli bir hale ifrag olunur. Bir kaç gün bu vaziyette bekledikten sonra üzerlerinde kırilangîç kuyruğu şeklinde bir yiv açılır, buna taksimat çizgileri bulunmıyan gümüş halka oturtulur.

Resimde görüldüğü üzere taksimat daireleri mihvere vaz edilebilmeleri için kollarla tutturulmuş üstivanevî yatağı ihtiva etmektedirler. Bu iki taraflı olmak üzere kâfî derinlikde vida tertibatı ile çok güzel bir şekilde rabt edilir. Bu esnada amerikan zımpara

kâğıdının tornada tıraş fenalıklarını gidermek için kullanılması kat'iyen men edilir. Bilhassa burası makinecilikte mühim bir yer teşkil eder, çünkü zımpara kâğıdı ile tıraşdan hasıl olan küçük küçük madenî tozlar taksimat hâk edilecek satha konar ve orada aşınmalar, bozulmalar tevhit eder. Ufkî daireyi yataklama kendi mahfazası ile beraber torna edildikten, şakulî daireyi ise dürbün vasat noktasına rabıtle mümkün olur.



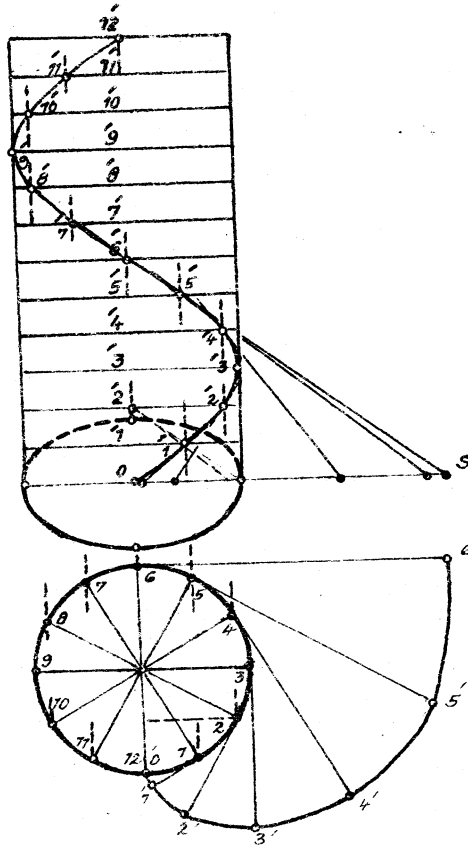
Resim(4) : Taksimat dairesi ve maktaları,
gümüşden mamul halkanın yivine yerleştirilmesi.

Ayak vidalarının el ile çevrilen yerleri(ve hadveleri), yine kırmızı dökümden yapılır. Vida yivleri ile onların dişileri prınç yani kırmızı dökümdür. Bazi âletlerde yüksek kalitede olmiyan çeliklerdende yapılır.

Âletin çalışacağı hassasiyet derecesine göre bütün aksamında kullanılması lüzumlu olan vida inşalarında herhalde değişecektir. Bu imal tarzı istenilen hassasiyet derecesi dahilinde yalnız vida

nısıf kutru, hadvei helezoniyesi ve vida boyu ile alâkadar dır
Bir vidanın tersim ve inşasını görelim.

Hadvei helezoniye tersiminde herseyden evvel bir hadve aralığı ile üstivane dahiline (kaidesı ustıvanenın kaidesi olan) vaz edilmiş mhrutun irtifanını bilmekliğimiz lâzımdır. Hem hadvei helezoniye hemde mahrut irtifatı, hiç bir şekilde kaidedeki dairenin anasına tabî değildirler.



Resim (5) Bir vida hattının nokta nokta tersimi
Şekildende görüldüğü veçhile mahrutun meyli,

$$\begin{aligned} \text{tg } s &= k / r \text{ dır} & \text{Diğer taraftan yine} \\ \text{tg } s &= h / 6,283r \text{ olup,} \end{aligned}$$

$k/h = r/6,283$ $r = 1/6,283$ neticelenir.

o halde (**k**) hadvei helezoniye irtifanın takribi olarak $1/6$ sına müsavidir.

Üstivane kaidesinin ufkî mürtesemi bir daire dir. $0', 1', 2', 3', 4', 5', 6'$ hattı bu dairenin evleventi olup anasını şunlar dir:

$$6 - 6' = 6 s = \pi r,$$

$$5 - 5' = 5 s$$

$$4 - 4' = 4 s$$

$$3 - 3' = 3 s$$

$$2 - 2' = 2 s$$

$$1 - 1' = s$$

6, 5, 4, 3, 2.. noktalarından daireye mümaslar çizilip üzerlerinde 6 s, 5 s, 4 s, 3 s,.. tuller alınır sa nihayet noktalarının vaslı ile daire evleventesi meydana çıkar.

Bu evlvente nin epürde ısırlerini bulmak için mezkûr noktalar dan amutlar çıkıp (os) ile tekatü ettirmek lâzımdır. (os) deki bu nokat vida helezon hattının seyrini tesbit eder. Mürtesemi sakulide bizim için meçhul noktaları tesbit etmek herhalde mürtesemi ufkiden belli başlı vaziyetlerin yukarı nakli ile mümkün olacaktır.

Bu suretle 0, 1', 2', 3', 4', 5', 6' 7', 8', 9', 10', 11, 12 vida helezon hattı meydana çıkar.

Vidaların esasını teşkil eden malumat bu suretle bahs edildik den sonra, pratikde nasıl imal edildiklerini anlatmamız icap eder.

Pratikde iki nevi hassas vida mevcuttur.

a) Metrik vida. $\alpha = 60^\circ$

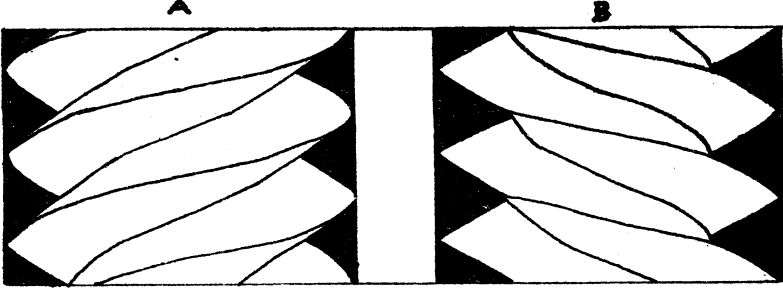
b) Parmak vidası. (Widworth), $\alpha = 55^\circ$

Metrik vida hadveleri arasındaki mesafe metre vahidi kıyasisi olarak verilir ve geodezide kullanılan âletlerin hassasiyetine göre 1mm. ile 2 mm. arasında oynar [*].

[*] Hütte cild 1 sahife 404,803 ve 981 te müracaat.

Parmak vidasında hadveler arasındaki aralık (inch)veyahut saniye olarak verilir.

Esasda her ikisinde aynıdırlar, fakat şekilde ayrılıklar gösterirler. Bu gün sanayide parmak vidasını yalnız İngilizler yapmaktadırlar.



Resim : (6) Metrik ve parmak vidaları

Almanyada inşa edilen bütün âletlerde daima metrik vida kullanılmaktadır. Bunlar muhtelif maksadlara göre normlanmışlardır.

Hassas makinecilikte vidalar için yapılması lâzım gelen bir şey varsa oda bütün vidaların merkezleştirilmiş olmasıdır.

Bunlardan başka anlatılması lüzumlu görülen âlet aksamından muylu inşası gelir. İnşasında mühim olan şartlar şunlardır,

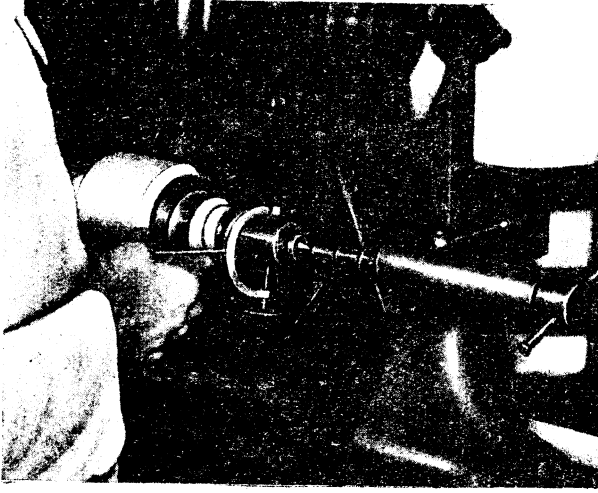
- a) sahih bir surette üstivanevî olmaları,
- b) kuturları müsavi ve makta merkezleri aynı hattı müstakim üzerinde bulunması lâzımdır.

c) İnşada kullanılacak materyel bir nevi çelik olacaktı.

Muylular gayet sivri uclar arasında torna edilerek her iki üstivanevî ucun merkezleri aynı hattı müstakim üzerine getirilir (bu hatta muylu mihveri denir.)Bazı âletlerde muyluların kalınlıkları muhtelif olabilir. Bu fabrikaların her hangi bir maksada istinaden takip ettikleri inşa tarzıdır.

Muylu kuturlarının müsavi ve şekillerinin üstivanevî olmasına çok dikkat edilir ve şekilde görülen hususî âletlerle yapılır.

Resimde görüldüğü vechile teknisyen muyluların kalınlığını mesaha âleti ile ölçmektedir. Buna hassas makinecilikde tıraş kompası derler. Bu âlet bundan 100 sene evvel prof. Dr. Repsold



Resim (7)Tornada muyluların işlenmesi.

tarafından tertip ve istimal edilmiştir. İnce makinecilik sanayiinde yer alan bu âlet ile elde olunan neticeler sahîh ve maksada muvafıkdır.

Bu gün aynı mesahaları tedahül (interferens)ile daha hassas ölçmek kabildir, fakat neticelerde elde olunan kıymetler arasındaki farklar okadar azdırki bu günkî ince makinecilik zaten bunları tashih edemiyor.

Tıraşın eyi yapılp yapılmadığını kâfi bir surette almamak için muylu sathî haricine yukarda ismi geçeu tıraş hassasiyet ölçü âleti (iç sathında amerikan zımpara toyunu ihtiva eder) ayar edilir. Torna dönmiye başlayınca tıraş ölçü aleti fabiati ile muylu üzerinde muntazaman ileri doğru bir hareket yapacaktır, bu eşnada tıraşın eyi olmamasından mütevellit sathdaki gayet küçük fenalıklar ve tekerrür eden münkesir hatlar der'akap göze çarpar.

Eğer bunları da düzeltmek istersek burada bir had koymaklığımız icap eder. Bahsi geçen amerikan zımpara tozu ile muylu sathındaki bu aykırılıklar, ne kadar ince çalışılırsa çalışılsın ancak bir dereceye kadar düşürülebilir. Mikyas daha ince tutulsa dahî, neticeye hiç bir tesiri yoktur. Mevzubahs olan had adi torna makinesinde 0, 008 mm. İnce tıraş âletinde 0, 0009 mm. dır.

Bilhassa burada söylenmesi lâzım olan şey şudur: Torna makinesi ile tıraş esnasında sat'ın bu kadar hatasız düzeltilmesi ve muyluların müsavi kuturda olmalarına çok dikkat edilmesi lâzımdır. Muyluların yapıları daha iyi karakterize edelim ve bu meyanda Askania fabrikası ince mehanik âletlerinin yani unversal teodoliti mihverlerini tedkik edelim.

Burada muylu kuturları 40 mm. olup en güzel bir tarzdaki çalışma 1, 8 mikron toleransla mezûr kıymetı verir. Zaten kompas için tolerans 3 mihron idi, o halde yukarda bahs ettiğimiz gibi hassasiyet; mikron ve mikronun kesirlerinde kalmaktadır.

Bu sayede sağ ve sol muylu sathlarında, şeklen bir insicam, uçlarında, mihverin bir tek oluşu elde edilmiş bulunur.

Yukarda muylu imalinde kullanılan materyalin ancak bir nevi çelik olabileceğinden bahs etmiştik, bu nitrir çeligidir. Eger adi çelik 500 derece (celsius) amonyak (NH_3) gazı içindengeçirilirse haricî sat'hı çok sert olan nitrir çeliği elde olunur. [*]

[*] Zeitschrift für Instrumentenkde.

Sene 1907 cilt 16 hususi tabi. Amonyak gazı içinden geçirilir ve haricî sathı gayet sert olan,

EN 15 namındaki çelik elde olunur. Teşekkül eden sert sath 2 mm. derinliğe kadar devam eder.

(Carbon 0,10 — 0,17 Nikel 1,5 + 0,25 Crom 0,2⁽⁶⁾).

Manganez 0,5⁽⁸⁾ azami Silis 0,35 olan ve mezkûr şeraite tabi tutulan çelikde ayrıca çekme mukavemeti 60 — 80⁽⁵⁾) dır.

Sanayide çelikleri sertleştirme iki usulle elde olunur:

- a) Sementasyon,
- b) Nitrilasyon.

Bunlardan (b) deki usulü kısaca bahs ettik ve daha mufassal olarak da izah edeceğiz, Fakat (a) daki usulü izah etmek faidesiz olmiyacaktır.

Alelumum çelikler ihtiva ettikleri karbon mikdarına göre kıymetlenirler. Bunlardan hangisi olursa olsun, muayyen bir derecei hararete bünyesine daha fazla karbor idhal ettirilmek sureti ile daha çok sertleştirilebilir. Fakat meydana gelen bu yeni çelik tedkik edilirse, bünye ve evsafında şunlar müşahade olunur:

Evvel emirde elastikiyeti, salâbeti ve ensacı değişecektir.

Sonra çekirdekde kalan kısmın yumuşaklığı evvelkine nisbetle daha dün olacaktır, yani sert olacaktır. Yukarda muayyen bir derecei harareten bahs etmiştik, bu 800 ilâ 900 derecedir.

Karbonu az olan çelik karbonca fazla olan bir muhitte, yani kalın bir karbon tabakasına sarılmış olarak.

Kendisine mahsus fırına sokulur ve burada 800 ilâ 900 dereceye (Celsius) kadar ısıdılır ve su verilir. Bu esnada semente edilmiş çelik hasıl olacaktır.

Bu çelkde hem haricî satih hemde dahilî kısım istenilen gradta sert yapılır.

Hasıl olan çeliklerden aşağıdakiler ince hassas makinecilikde istimal edilenleridir:

(3) β Kırmızı döküm: Rg 4 (% 93 Cu, % 4 Sn, % 20 Zn % 1 Pb) madenlerinden ibaret olup. Vezni mahsusu = 8,56 Kg/dm³ dir.

Gümüşün emsali inhisatı (0° den — 190° ye kadar) = — 3,21

" " " (0° den + 100° ye kadar) = + 1,97

$$\alpha = \frac{1 \cdot dl}{1 \cdot dt}$$

Çelik neveleri	C %	Si %	Mn %	Cr %	Hususiyetleri	Sertleşdirme Şekli
(Si) Çeliği	0,8 — 1,0	1,0 — 1,5	0,50		Elde edilen âletler çok sert, ve çekme yok.	Yağ ile
(Cr),(Si) Çeliği	1,0	1,5	0,50	1,0	Sertlik daha fazla	Yağ ile
(Cr) Çeliği	0,9 — 1,2	0,30	0,30	0,5 — 3,0	Eyi bir sertlik ve büyük katılık	Yağ ve su ile

Şimdi nitrilasyon ile elde olunan çeliklerden biraz daha bahs edelim.

Yukarda demediğimiz, adi çeliklerden bir danesi alınır ve 500 derece (Celsius) de amonyak (NH_3) gazı içinden geçirilir ve böylelikle harici sathî gayet sert olan nitrir çeliği elde olunur. Bu çelikteki sertlik, Senayide elyevm yapılmış bir çok tecrübelerle nazaran; hariçten çekirdeğe doğru 2 ilâ 3 mm dir. Müruru zamanla daha içreler intikal eder.

Nitrir Çeliği	Carbon	Manganez	Crom	Aleminyum
Nrt. çelik	.3/4	.5	1—1.5	1.0

Bu madenleri ilave olarak (Nikel veyahut molybdân) anasını dahilindedir.

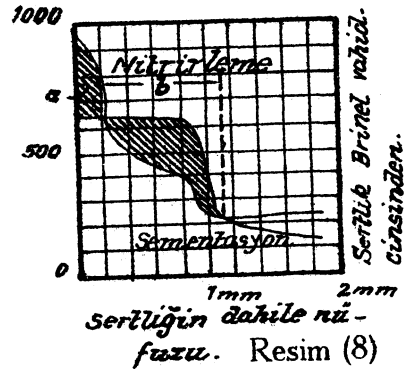
Nasıl sertleşdirildiği	Mukavemeti	Hususiyetleri
500° (Celsins) NH_3 gazı içinde	60 — 130 Rg/mm ²	çok katı, sert dış sathı (2—3) mm. derinliği kadar

Sertleşdirme diagramı izah edilen vaz'iyetlere gayet güzel bir fikir verebilir.

Resim 8 den anlaşılıyor ki (a) nitrir çeliğindeki sertleşmiş kısım (Nitrilasyon hadisesinden sonra).

(b) Sertliğin çekirdeğe doğru intikal hududu.

Resim (1) de izah ettiğimiz Askania fabrikası universal teodolitinde tak-simat $1/12^\circ$ dir.

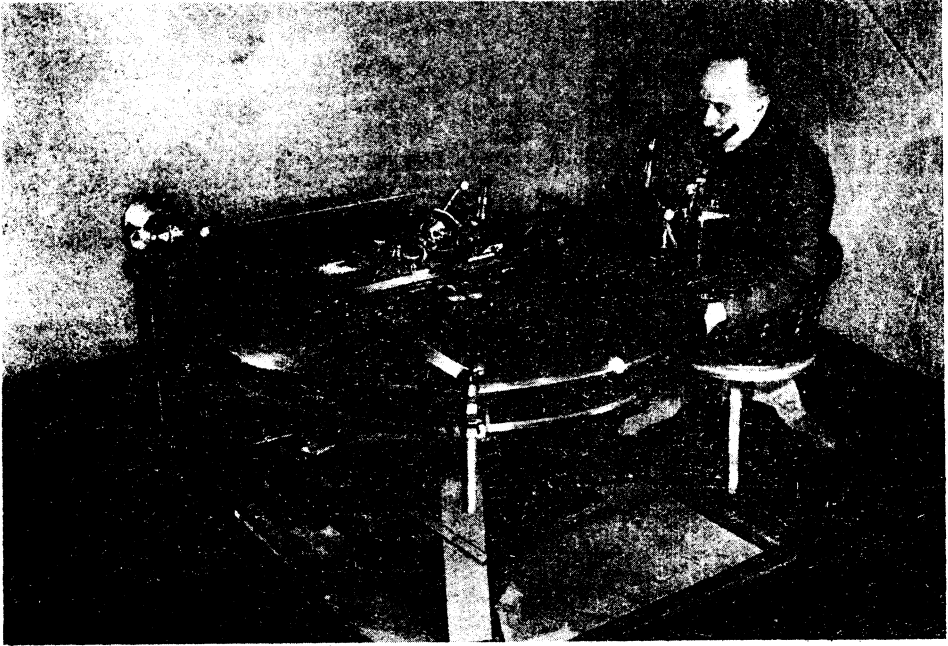


Sertliğin çekirdeğe doğru intikal hududu. Resim (8)

Binaenaleyh her iki küçük çizgi arası 5 dakika ve bunlardan 4320 dane vardır. Şimdi üzerinde hiç bir taksimat bulunmıyan ufkî ve şakûlî daireleri taksimatlayalım ve bunun nasıl yapıldığını tedkik edelim.

Taksimat hâketme makinasının büyük tablasında bulunan ana taksimatı (burada bunun nasıl yapıldığını anlatmaklığımız uzun sürecektir) Kopya usulü ile üzerine taksimat çizgileri hâk edilecek daireye çizgilerini nakil edecektir. Bu nakil aşağıda izah edileceği tarzda olur:

Taksimati yapacak teknisyen resim (9) danda görüldüğü gibi

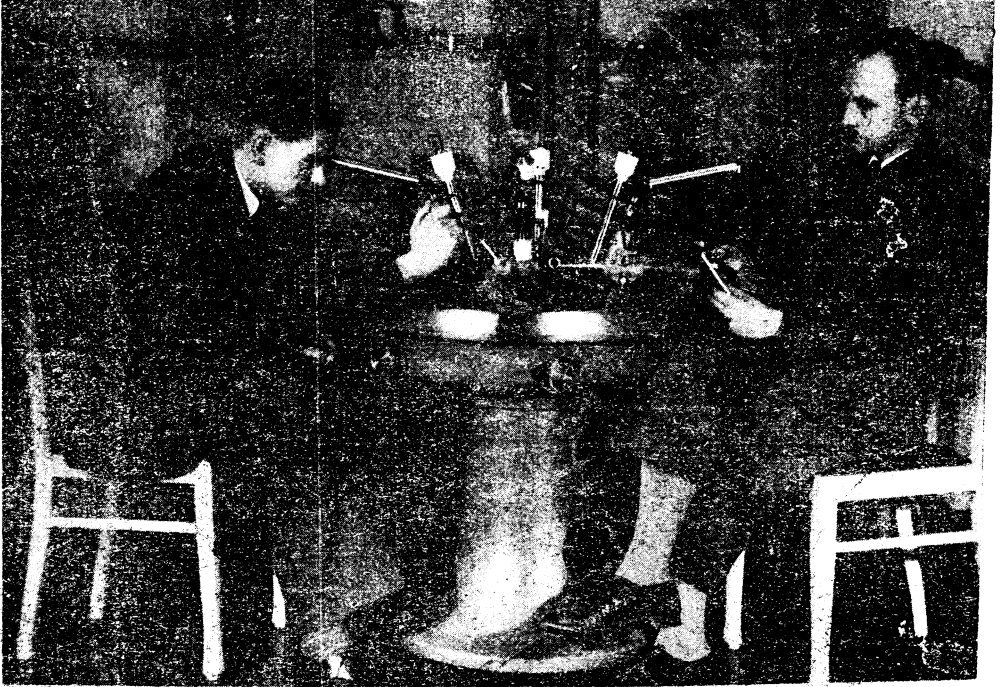


Resim (9)

hususî mikroskoplarla ana taksimatı [*] daimî bir kontrol altında bulundurulurken vîda ile (Mümas vîdasi) tabla yavaş yavaş hareket ettirilir.

Bu hareket yani döndürme sayesinde ana taksimatın herhangi bir çizgisi taksimat hâk edilecek daireye sanî kopya usulü ile nakil olunur.

Taksimat dairesini taksimat çizgilerine ayırma şu şekilde olacaktır.



Resim (10)

[*] Ana taksimat hakkında zeitschrift für Instrumentenkde sene 1913 cilt 1 ve 2 ye müracaat ediniz*

[Burada Gustav Heyde ve Max Hildebrand ince mehanik âletlerinin Wanschaff taksimat dairesi kontrol âleti ile; (Resim 10) ölçüleri vardır.] nazariyesi ayrıca bahs edilmiştir.

Bu işle meşgul kimse ana taksimati evvel emirde bir dürbünle (diger üçü kontrol hurdebinleridir) daimi olarak nazareti altında bulundurur. Resim (9).

Yukarda dört tane hurdebinden bahsetmiştik; bunlar o şekilde uygun rabt edilmişledirki; rasıt hiç yorulmadan sinirlenmeden rasadını ve yapcağı işi güzel bir surette takip edebilir.

Rasat esnasında büyük daire; temas vidasile; taksimatı hâk edilecek çizgiye kadar getirilir ve dürbünün çift kılı arasına güzelce vaz edilir.

Çok eyi çizilmiş taksimatlarda; eğer dürbün büyütmesi fazla ise (Mezkûr dört dürbünde büyütme kuvvetleri fazladır) kıllar arasına tatbik 0"1 den 0"2 saniyeye kadar sihhatle mümkün olur. Bu 0"1 kavis saniyesi taksimati ihzar eden makinenin kenarlarında 0,25 μ hata verir.

Taksimatların derecesi sihhati bu işle meşgul ustanın vereceği bütün ihtimamlara rağmen daima tahavvül edebilir. Ekseri ahvalde dürbünlerde kıllara tatbik 0"2 ile 0"3 saniye arasında oynar.

Devami var.