

Finom harisnyakötőgépek gyártási pontatlanságai, mint a fonalsérülések okozói

DR. VÉKÁSSY ALAJOS — HAVAS IVÁNNÉ — LÁZÁR KÁROLY
Budapesti Műszaki Egyetem

A körkötött finom női harisnyák készítésénél gyakran tapasztalt jelenség a fonal sérülése. Ez rendszerint csak a gyártás későbbi fázisaiban érezhető káros hatásait valamint a használat során okozza a termék idő előtti tönkremenetelét. Ezzel a jelenséggel a nemzetközi szakirodalom sűrűn foglalkozik, de elsősorban abból a szempontból, hogy e sérülések milyen mértékben rontják a fonal ill. a belőle készült harisny mechanikai tulajdonságait. Ismeretessé vált, hogy a fonalsérüléseket főleg a szemképző eszközök (tűk, platinák) megsérült felülete idézi elő. A Budapesti Műszaki Egyetemen is foglalkoztunk ezzel a kérdéssel és ennek kapcsán elsősorban azt vizsgáltuk, hogy a szemképző eszközök ilyen természetű sérüléseit mi okozhatja. Két tényező hatását állapítottuk meg:

1. a viszonylag nagy felületi keménységű szintetikus fonalak a fémből készült szemképző eszközökkel súrlódva azokon *bevágásokat* okoznak;

2. az egymással súrlódó szemképző eszközök kölcsönösen *koptatják egymást*. Ennek következtében az eredetileg legömbölyítet felületek helyett a fonal *éles részekkel* kerül kapcsolatba, amelyek bemetszhetik. Ez különösen akkor következik be, ha a fonal megfeszülve halad ezen a szakaszon. Minthogy a szemképző eszközökkel érintkező fonalszakasz a szemképzés folyamatából adódóan rendszerint feszes, a sérülés veszélye állandóan fennáll.

Ezekon kívül bizonyos gyártási pontatlanságok következtében előfordul, hogy a szemképző eszközök, ha nem is érintkeznek, de annyira közel kerülnek egymáshoz, hogy a köztük levő rész mérete a fonalméternél jóval kisebb. Ha a fonalat ilyen helyen kell a szemképzés közben áthúzni, ez fokozott igénybevételét jelenti. Ily módon esetleg fonalszakadás is bekövetkezhet, de mindenesetre káros befolyással van a késztermék minőségére.

A fenti rendellenesség bekövetkezésére a finom harisnyakötőgépeknél lehetőséget ad az a körülmény is, hogy a platinakoszorút és a tűshengert — mint külön szerkezeti elemeket — megmunkálásuk után illesztik össze. Ha az összeerősítés nem megfelelő, vagyis a platinakoszorút kissé elforgatják a tűkoszorúhoz képest

úgy, hogy a két elem platinavezető hornyai nem esnek egybe, akkor a tűk és a platinák helyzete nem lesz szimmetrikus. Ezen azonban segíteni lehet a platinakoszorú megfelelő elforgatásával. Nem lehet azonban korrigálni azokat a pontatlanságokat, melyek a horonyosztások eltéréseiből származnak.

Vizsgálataink elsősorban annak megállapítására terjedtek ki, hogy a tűshenger és a platinakoszorú horonyosztásainak gyártási egyenlőtlensége milyen mértékben érhet el és így mennyiben lehet előidézője a fent ismertetett károsodásoknak. A névleges osztásmérettől való eltérések azért lehetnek nagymértékűek, mert a hibák a kerület mentén összegeződhetnek és szélsőséges esetben az is előfordulhat, hogy az egymás mellett működő tűk és platinák között nemhogy rés nincs, hanem egymáshoz sűrűlnek, sőt, egymást el is hajlítják.

Vizsgálatainkat olyan finom harisnyakötőgép platinakoszorújára és tűshengerére vonatkozóan végeztük el, mellynél a fonalsérülés rendszeresen előfordult.

Az osztások méreteit Zeiss gyártmányú univerzális mérőmikroszkópon ellenőriztük. A műszer pontossága 0,5 szögperc, tehát a leolvasott adatoktól $\pm 0,5'$ eltérés lehetséges.

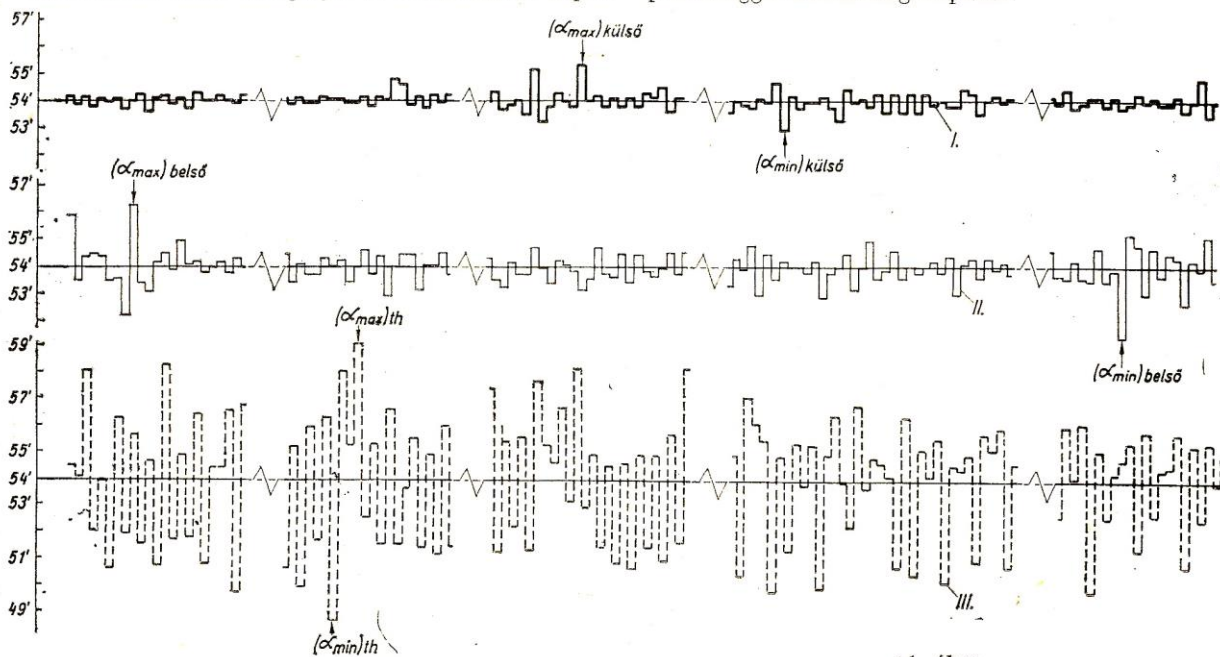
Az osztásközöket az összeszerelt tűshengeren három helyen mértük:

1. a külső platinavezető koszorún,
2. a belső platinavezető koszorún,
3. a tűshengeren,

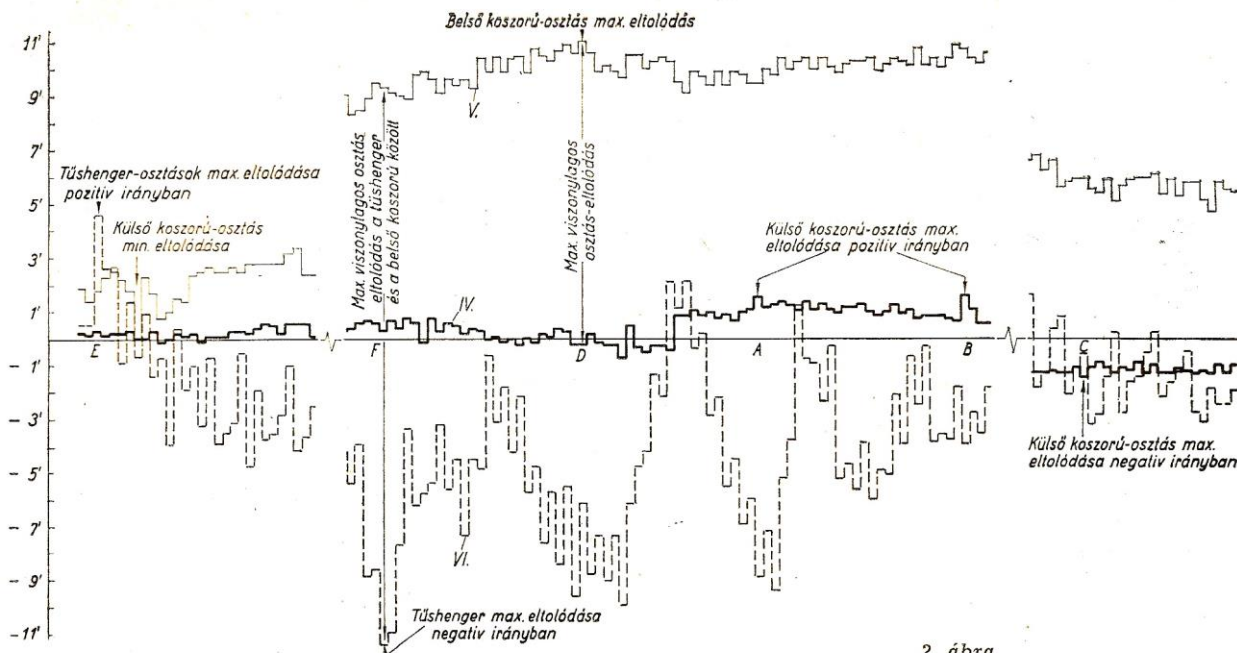
Minthogy a vizsgált $3\frac{3}{4}''$ -es tűshenger és a hozzátartozó platinavezető koszorúk 400 tű ill. 400 platiná befogadására készültek, egy-egy osztás névleges értéke szögben kifejezve:

$$\alpha_0 = \frac{360^\circ}{400} = 0,9^\circ = 54,0'$$

Az osztások szögben kifejezett tényleges mérete (α) azonban általában eltér ettől a névleges értéktől, részben pozitív ($\alpha > \alpha_0$), részben negatív ($\alpha < \alpha_0$) irányban. A $\Delta\alpha = \alpha - \alpha_0$ eltérést a fentiek szerint $\pm 0,5'$ pontossággal tudtuk megállapítani.



1. ábra



2. ábra

Az 1. ábrán látható I—III. diagramok a névleges 54,0'-től való eltéréseket tüntetik fel osztásonként. Az ábrán a teljes grafikonnak csak egyes szakaszai szerepelnek. A 0,5'-en belüli eltérések esetleg leolvadási vagy beállítási pontatlanságból erednek, így azok nem tekinthetők feltétlenül az illető alkatrész megmunkálási hibájának. Az ennél nagyobb eltérések azonban már csakis megmunkálási pontatlanságokból eredhetnek.

Az 1. ábra I. diagramja (vastag vonal) a külső platinavezető koszorún mért értéket jelöli. Méréseink során megállapítottuk, hogy a talált legnagyobb eltérések: +1,3' (ez a névleges 54,0'-nek 2,41%-a) és -1,0' (1,86%). Ennek megfelelően

$$(\alpha_{\max})_{\text{külső}} = 54,0' + 1,3' = 55,3'$$

$$(\alpha_{\min})_{\text{külső}} = 54,0' - 1,0' = 53,0'$$

Az 1. ábra II. diagramja (vékony vonal) a belső platinavezető koszorúra vonatkozik. Az itt talált legnagyobb eltérések: +2,3' (4,26%) ill. -2,6' (4,82%), tehát

$$(\alpha_{\max})_{\text{belső}} = 54,0' + 2,3' = 56,3'$$

$$(\alpha_{\min})_{\text{belső}} = 54,0' - 2,6' = 51,4'$$

Az 1. ábra III. diagramja (szaggatott vonal) a tűshengeren mért értékeket mutatja. A névlegestől való legnagyobb eltérések: +5,1' (9,45%) és -5,3' (9,81%), tehát

$$(\alpha_{\max})_{\text{th}} = 54,0' + 5,1' = 59,1'$$

$$(\alpha_{\min})_{\text{th}} = 54,0' - 5,3' = 48,7'$$

Az osztásközök méreteltérései önmagukban véve még nem mutatnak arra, hogy a hatásukra milyen osztáseltolódás következik be a kerület mentén és hogy ez milyen befolyással van a tük és platinák közötti rész méretére. Ennek megállapításához készítettük el az *eltolódási diagramokat*. Ezeknek egyes szakaszait a 2. ábra mutatja.

A diagramokon azt tüntettük fel, hogy az egyes osztások eltérései hogyan összegeződnek a kerület mentén haladva. Az I—III. diagramokból is leolvasható $\Delta\alpha$ eltéréseket előjelük szerint folyamatosan összegeztük.

Az összegezett eltérések a *külső koszorúnál* (2. ábra IV. diagram) *tendenciájukat* tekintve alig hullámzanak.

A maximális tényleges eltolódás pozitív irányban az A és B jelzésű osztásnál mutatkozik:

$$+ \sum_{\max} \Delta\alpha_{\text{külső}} = 1,6'$$

ami az osztások névleges értékének, 54,0'-nek 2,96%-a, negatív irányban pedig a C jelű osztásnál:

$$- \sum_{\max} \Delta\alpha_{\text{külső}} = 1,4'$$

vagyis 2,59%.

A *belső koszorúnál* az összetett eltérések (2. ábra V. diagram) hullámzása *tendenciájában* jóval nagyobb, mint amit a külső gyűrűnél tapasztaltunk. A maximális eltolódás *ténylegesen* a D jelű osztásnál tapasztalható:

$$+ \sum_{\max} \Delta\alpha_{\text{belső}} = 11,1' \quad (20,6\%)$$

Negatív irányú eltolódást sehol nem találtunk.

A *tűshenger osztásméreteinél* igen nagy szórást tapasztaltunk, mint ez az 1. ábra III. diagramján is jól látható. A legnagyobb eltolódás pozitív irányban az E jelű osztásnál mutatkozik:

$$+ \sum_{\max} \Delta\alpha_{\text{th}} = 4,6' \quad (8,5\%),$$

negatív irányban pedig az F jelű osztásnál:

$$- \sum_{\max} \Delta\alpha_{\text{th}} = 11,4' \quad (20,9\%).$$

Az eltolódási diagramok természetesen magukban foglalják a műszer leolvadási, ill. ráállási pontatlansága következtében lehetséges $\pm 0,5'$ hibát is. Emiatt az eltolódási diagramok kezdő- és végpontja nem esett ugyanarra a szögértékre. A IV. és V. diagramok esetében ezt az eltérést a 0,5'-nél kisebbnek találtuk, ez tehát figyelmen kívül hagyható. A VI. (a tűshengerre vonatkozó) diagramnál azonban már 1,4' volt ez az eltérés. További számításainknál ezt úgy korrigáltuk, hogy az eredő hibát arányosan elosztottuk a 400 osztásra, azaz osztásonként

$$\frac{1,4'}{400} = 0,0035'$$

hibával számoltunk. Mivel az eredő hiba negatív irányban jelentkezett, a fenti értékkel pozitív irányban módosítottuk a diagramból lemérhető értéket.

Az a tény, hogy a *platinavezető koszorúk osztásainak eltolódása* nem azonos mértékű, azt eredményezi, hogy a külső és belső koszorú hornyai nem esnek közös sugárra. A platinákat tehát csak erőltetve, meggörbítve lehet bennük elhelyezni. Ez egyrészt a platinák és a horonyfal

fokozott igénybevételét okozza, másrészt növeli annak a veszélyét, hogy a platinák hozzáérnek a tűkhöz, vagy legalábbis annyira megközelítik azokat, hogy a köztük maradó rés kisebb, mint a feldolgozott fonal átmérője. Ez a viszonylagos eltolódás ott a legnagyobb, ahol a belső koszorú pozitív irányú eltolódásának és a külső koszorú negatív irányú eltolódása abszolút értékének összege a legnagyobb (D jelű osztás), vagyis

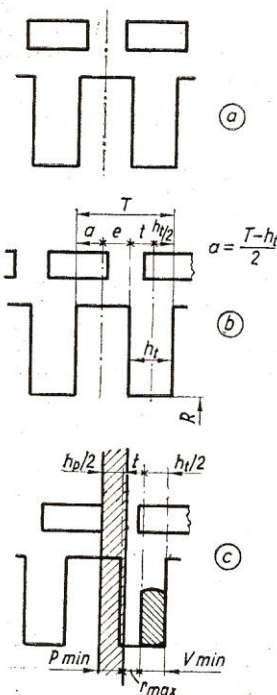
$$(+\Sigma\Delta\alpha_{belső} + |-\Sigma\Delta\alpha_{külső}|)_{\max} = 11,3'$$

ez névleges osztásnak 20,9%-a.

Döntő jelentősége van a tűshenger és a platinavezető koszorúk osztása viszonylagos eltolódásának. Megvizsgáltuk tehát, hogy a belső platinavezető koszorú és a tűshenger osztásainak viszonylagos eltolódása hogyan alakul. Azért a belső koszorút vettük figyelembe, mert az van a tűshenger hornyaihoz közelebb és így annak helyzete sokkal erősebben befolyásolja a tű és platina relatív elhelyezkedését, mint a távolabb fekvő külső platinavezető koszorú.

A fentebb ismertetett elv szerint meghatároztuk azt a helyet, ahol a tűshenger és a belső platinavezető koszorú relatív osztáseltolódása a legnagyobb. Ezt az F jelű osztásnál találtuk az értéke — figyelembe véve a tűshengerre vonatkozó arányos hibakorrekciót is —:

$$(+\Sigma\Delta\alpha_{belső} + |-\Sigma\Delta\alpha_{tű}|)_{\max} = 20,4' \quad (37,8\%).$$



3. ábra

A 3. ábrán szemléletesen ábrázoltuk a tűshenger és a belső platinavezető koszorú osztásait. A 3/a ábra az ideális helyzetet tünteti fel, amelynél a tűshengerben levő borda középvonala egybeesik a platinahorony középvonalával (vagyis az eltolódás 0). A 3/b ábrán az eltolódott helyzet látható. A hornyok középvonala közti távolság:

$$t = T - \frac{h_t}{2} - \frac{T - h_t}{2} - e = \frac{T}{2} - e$$

Itt T a kritikus helyen (az F jelű osztásnál) a tűshenger osztásmérete a horony fenekén (az R sugarú kör mentén) mérvé, és e az eltolódás, ugyancsak ezen a körön mért ívhosszúságban kifejezve. h_t a tűhorony szélessége a szóbanforgó osztásnál.

Az F jelű osztásnál a tűshenger osztása szögben kifejezve: $\alpha_{tű} = 51,2' = 0,0149$ rad. $R = 46,827$ mm. Így

$$T = R \cdot \alpha_{tű} = 46,827 \cdot 0,0149 = 0,698 \text{ mm}$$

Az eltolódási szög: $\epsilon = 20,4' = 0,0059$ rad, tehát

$$e = \epsilon \cdot R = 0,0059 \cdot 46,827 = 0,276 \text{ mm.}$$

Ezekkel az adatokkal

$$t = \frac{0,698}{2} - 0,276 = 0,073 \text{ mm.}$$

A platina és a tű közötti r rés mérete akkor a legnagyobb, ha — a horony-középvonalak adott távolsága és a hornyok adott tényleges szélessége mellett — a készletben fellelhető legvékonyabb tű és platina kerül egymás mellé [3/c ábra]. A gépen alkalmazott tűkön és platinákon méréseket végeztünk vastagságuk megállapítására. 10—10 mérés eredményei azt mutatták, hogy a talált legvékonyabb tű szárának vastagsága: $v_{\min} = 0,336$ mm, a legvékonyabb platina vastagsága pedig: $p_{\min} = 0,096$ mm. (A platinavastagsággal kapcsolatban megjegyezzük, hogy ez a méret a platina vékonyabb részére vonatkozik, amely a tűk mellett helyezkedik el.) A szóbanforgó osztásnál a tűhorony szélessége: $h_t = 0,352$ mm, a platinahoronyé: $h_p = 0,222$ mm. Ezekkel az adatokkal a 3/c ábra alapján kiszámítható r_{\max} értéke:

$$\begin{aligned} r_{\max} &= t + \frac{h_p}{2} + \frac{h_t}{2} - p_{\min} - v_{\min} = \\ &= 0,073 + \frac{0,352}{2} + \frac{0,222}{2} - 0,096 - 0,336 = \\ &= -0,072 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Az eredmény negatív előjelű, ami azt jelenti, hogy ténylegesen nincs rés a tű és a platina között. Ha a tű és a platina olyan helyzetet tételezzük fel, amelyben a tű a platina alatt van, akkor részben fednek egymást. A valóságban természetesen érintkeznek, ami ezek szerint csak úgy következhet be, hogy a tű is és a platina is félrehajlik.

A két szemképző eszköz összeérése nemcsak ezen a legkritikusabb helyen következik be hanem több olyan helyen is, ahol az eltérés kisebb mértékű. A különböző méretektől függ, hogy mennyi viszonylagos eltolódás engedhető meg meg a tűshenger és a platinakoszorú osztásai között anélkül, hogy a tűk és platinák súrolnák egymást. Azonban a biztonságos szemképzéshez még az sem elegendő, hogy a tűk és platinák ne érnének össze. Ha például a felhasznált monofil poliamid fonal finomsága 20 den, akkor átmérője:

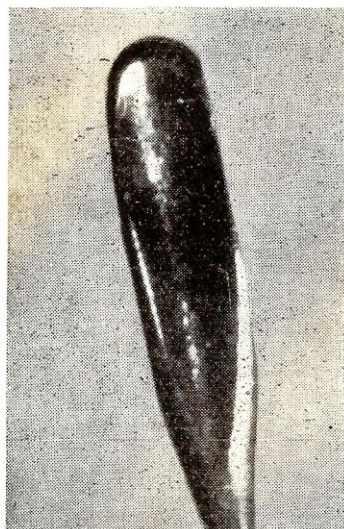
$$\delta = \frac{1,06}{\sqrt{N_m}} = \frac{1,06}{\sqrt{\frac{9000}{20}}} = 0,05 \text{ mm.}$$

Ahhoz, hogy ezt a fonalat biztonságosan fel lehessen dolgozni, szükséges, hogy $r > \delta$ legyen. Ez a feltétel a megengedhető eltolódás mértékét még tovább korlátozza.

Ha $r < 0$, akkor a tűk és platinák csak úgy helyezkedhetnek el, hogy mindkettő deformálódik. Rugalmasságuknál fogva az alakváltozással szemben ellenállás ébred bennük, ami az érintkezési ponton erőhatás alakjában jelentkezik, tehát bizonyos erővel nyomódnak egymáshoz. Ennek egyik következménye az, hogy a fonalat becsípik, vagyis mozgását akadályozzák és így a szemképzés során igénybevételét megnövelik. A másik következmény, hogy a két szemképző eszköz koptatja egymást. A kanál a legszélesebb helyén szélesebb, mint a tűszár vastagsága, vagyis oldalt kissé túlér azon. Ennélfogva a tű olyan helyzetében, amelyben a kanál eléri a platinát, a szemképző eszközök érintkezése a kanál oldala mentén jön létre. Ez még rontja a helyzetet, ugyanis így az érintkezési felület sokkal kisebb, mint amikor a tűszár sűrűlódik a platinához, tehát az egységnyi felületen átadódó erő (a nyomás) is sokkal nagyobb. A koptatás emiatt sokkal intenzívebb. A 4. ábrán megfigyelhető, hogy a fentiek következtében a kanál egyik oldala egyenesre kopott, míg a platinával nem érintkező másik oldala ívelt maradt.

Méréseket végeztünk a tűkanalak és a platina keménységének megállapítására, az 5. ill. 6. ábrán meg-

jelölt pontokban, minthogy ez lényeges anyagjellemző, amely a kopással közvetlen összefüggésben áll. Az eredményeket a platínára vonatkozóan az 1., a tűkanálra vonatkozóan a 2. táblázat tartalmazza. Méréseink azt



4. ábra



5. ábra



6. ábra

mutatták, hogy a platínának az a része, amely a tű kanálával érintkezésbe kerülhet, valamivel puhább, mint a kanál anyaga. Mivel a kanálnak mindig ugyanaz a része érintkezik a platínával, viszont a platina felületének mindig más és más része kerül érintkezésbe a kanállal, ezért a kanál kopik erőteljesebben. Természetesen idővel a platínán is jelentkeznie kell bizonyos kopásnak.

1. táblázat
A platina keménységértékei

Vickers keménység (H _v)	Rockwell-C keménység (HR _c)
515	49,4
432	43,5
482	47,4
413	41,9
453	45,1
482	47,4
396	40,5
533	50,4
413	41,9
551	51,5
Átlagértékek :	
467	45,9

2. táblázat
A tűkanál keménységértékei

„A” mérési hely		„B” mérési hely	
HV	HR _c	HV	HR _c
798	63,7	625	55,8
713	60,2	571	52,8
757	62,0	564	52,4
742	61,5	602	54,6
686	58,8	625	55,7
686	58,8	561	52,2
805	64,0	686	58,8
Átlagértékek :			
741	61,3	605	54,6

A szemképzés folyamata közben, amikor a tű felé emelkedik, a rajta levő szem végigcsúszik a kinyitott kanálon. A szemet ekkor a platina torka, másrészt a kelme húzás kifeszítve tartja, tehát az erőteljesen sűrölja a kanalat. Amikor a szem a kanál legszélesebb részére ér, megfeszülése még erőteljesebb. Ha ezen a részen a kanál éles, akkor a rajta végigcsúszó fonalba belemetszhet.

Ezt a megállapítást alátámasztja, hogy a fonalsérülést mindig a szemfej belső ívén találtuk. Minthogy a szem ezen részét a tű alakítja ki, ez arra utal, hogy a sérülést közvetlenül a tű okozza. Valóban, ha a hibát felismerve kicseréljük a kopott kanalú tűt, akkor egy ideig a sérülés nem jelentkezik. Idővel azonban az ujonnan betett tű kanala is elkopik és akkor a hiba ismét bekövetkezik.

Felvetődik a kérdés, hogy a tűshenger ill. platina-vezető koszorúk megfelelőbb beállításával nem lehet-e olyan helyzetet előállítani, amelyben az egymáshoz rendelt hornyok viszonylagos helyzete megfelelőbb és így a platínák és tűk egymáson való súrlódását ki lehetne küszöbölni.

Az eltolódási diagramok alapján meg lehet keresni a tűshenger ill. a platina-vezető koszorúk olyan relatív helyzetét, amelyben a viszonylagos eltolódások a lehető legkisebbek. Ehhez azonban az lenne szükséges, hogy a diagramok minden hengerre és koszorúra rendelkezésre álljanak, ami nyilvánvalóan nem biztosítható. Ennek hiányában objektív beállítási módszer nincs.

Az általunk megvizsgált hengernél ill. koszorúknál a felvett diagramokból megállapítottuk, hogy azok beállítása eltér az optimálistól. Megfelelő elfordításukkal el lehetne érni, hogy a maximális viszonylagos eltolódások a jelenleginél kisebbek legyenek. Ez azonban még önmagában véve nem jelenti azt, hogy itt a tűk és platínák egymáshoz való súrlódása megszűnik; ez a mindenkori méretek függvénye.

A tapasztalt hibajelenségek oka tehát a tűshenger és a platina-vezető koszorúk megmunkálási pontatlanságára vezethető vissza. A pontatlanságok olyan nagyok, hogy állítgatásokkal általában nem lehet kiegyenlíteni őket és ezért kicsi a valószínűsége annak, hogy tartósan hibamentes harisnyák készüljenek a szóbanforgó gépeken.

Mint a mérési eredmények és a belőlük levonható következtetések igazolják, a harisnyák minősége és a szemképzőeszközök élettartama szempontjából rendkívül jelentősége van a tűshenger és a platina-vezető koszorúk horonyosztásában mutatkozó egyenletességnek. Minthogy a gép kerülete mentén igen nagy számú osztás található, a névleges mérettől való eltérésük összegeződve végeredményben igen nagy hibát eredményezhet. Fokozza a problémát, hogy tulajdonképpen három függetlenül állítható és cserélhető alkatrészről van szó, amelyeket nem is együtt munkálnak meg. Ilyen körülmények között a horonyosztások szoros tűréshatárainak még nagyobb jelentősége van és a gyártásnál különös gonddal kell eljárni.