

Kötő-hurkológépek irányítástechnikai berendezései*

L Á Z Á R K Á R O L Y okl. gépészmérnök
Budapesti Műszaki Egyetem

1. Bevezetés

A textilipar automatizálási — és az ezzel összefüggő szabályozási és vezérlési — kérdéseivel foglalkozó munkák érdemtelenül mostohán kezelik a kötő-hurkolóiparban használatos irányítástechnikai berendezéseket. Az általunk ismert jelentősebb munkákban részletesen foglalkoznak a fonodai, fonalelőkészítő, szövődei és kikészítő berendezések irányítástechnikai kérdéseivel, de a kötő-hurkolóiparra legfeljebb futólag utalnak [1—8]. A kötő-hurkolóiparban pedig számos olyan készülék van, amely jó példát szolgáltat az irányítástechnikai berendezések alkalmazására. A jelen előadás célja éppen az, hogy ezek legfontosabbjairól áttekintést nyújtson és ezzel bizonyos hézagpótló szerepet nyerjen, továbbá, hogy rávilágítson e készülékekkel kapcsolatban néhány olyan összefüggésre, amelyek a gépeket felhasználó kötő-hurkoló szakemberek számára technológiai szempontból fontosak.

Mielőtt rátérnénk a szóban forgó berendezések részletesebb tárgyalására, röviden össze kell foglalnunk azokat az alapfogalmakat, amelyek a továbbiak szempontjából elengedhetetlenül szükségesek.

2. Irányítástechnikai alapfogalmak

Mindenekelőtt tisztázni kell, hogy mit értünk az „irányítás”, „szabályozás” és „vezérlés” fogalmán.

Az „irányítás” általánosságban olyan művelet, amely valamely műszaki folyamatba beavatkozik annak létrehozása (elindítása), fenntartása, megváltoztatása vagy megszüntetése (leállítása) végett [9]. Ilyen értelemben tehát ide tartoznak a kötő-hurkológépek működésére ható összes kapcsolóművek, mintázóberendezések, fonaladagoló- és kelme húzó berendezések, órszerkezetek stb. stb.

Szűkebb értelemben az „irányítást” a „vezérlés” és „szabályozás” összefoglaló elnevezésére használjuk. E két fogalom között a terminológia a következő különbséget teszi:

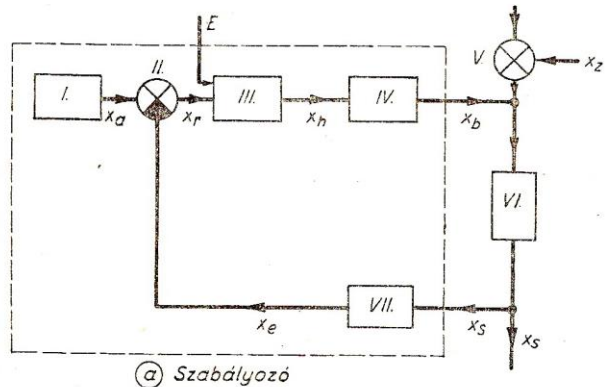
A „szabályozás” olyan irányítási folyamat, amelynél az irányítandó folyamat pillanatnyi alakulását mérrel figyelemmel kísérjük és a mért értéket összehasonlítjuk a kívánt értékkel. Ha a kívánt érték és a tényleges érték között az irányítással kiküszöbölendő hatás, az ún. zavarás következtében eltérés mutatkozik, úgy avatkozunk be a folyamatba, hogy az eltérés csökkenjen.

A szabályozó rendszerek az irányítástechnikában használatos sematikus ábrázolásmódban (1. ábra) zárt hatásláncot alkotnak, mert a beavatkozást követően ismét ellenőrizzük, hogy a szabályozott jellemző értéke hogyan alakult.

A „vezérlés” elsősorban abban különbözik a szabályozástól, hogy itt nem az irányítandó folyamat megfelelő jellemző értékének alakulását mérjük, hanem azét a külső hatását, amely a folyamat előírt lefolyását zavarja. A vezérlés feltétele az, hogy pontosan ismerjük az irányított jellemzőnek a zavarástól való függését, mert eszerint az összefüggés szerint avatkozunk bele a folyamatba, anélkül azonban, hogy a beavatkozás helyességéről az irányított jellemző utólagos ellenőrzésével meggyőződnénk. A vezérlő rendszerek hatáslánca ezért nyitott (2. ábra).

A hatásvázlatokba — mint később látni fogjuk — be szokás rajzolni az egyes irányítástechnikai tagokhoz, hogy miképpen viselkednek az idő függvényében, ha a hozzájuk vezetett — bemenő — jel ugrásszerűen változik.

A vezérlő- és szabályozó berendezéseknél elsősorban azt vizsgáljuk, hogy az illető szerkezet miképpen viselkedik az idő függvényében, ha az irányított jellemző valamilyen zavaró hatásra különböző jellegzetes és matematikailag viszonylag könnyen kezelhető függvények szerint megváltozik. Az egyik ilyen vizsgálatnál a szabá-

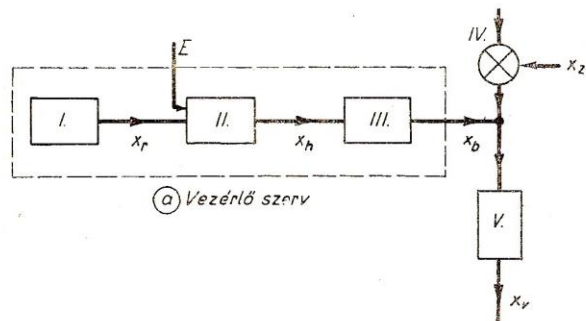


1. ábra. Szabályozó

I. — Alapjelképző szerv. II — Összehasonlító szerv. III — Erősítő. IV. — Beavatkozó szerv. V — Összegező szerv. VI — Szabályozott szakasz. VII — Érzékelő szerv. x_a — alapjel, x_r — rendelkező jel ($x_r = x_a - x_e$), x_h — felerősített rendelkező jel, x_b — beavatkozó jellemző, x_z — zavaró jel ($x_b + x_z = x_s$), x_s — szabályozott jellemző, x_e — ellenőrző jel, E — segédenergia

lyozó- vagy vezérlőberendezésbe bemenő jelet ugrásszerűen — vagyis végtelen rövid idő alatt — változónak tételezzük fel. A berendezés kimenő jele ennek hatására az idő függvényében különböző lehet, ami a szerkezet működésére nézve igen jellemző. Elsősorban annak megállapítására alkalmas ez a módszer, hogy a bemenő jel változását a kimenő jel milyen késéssel követi, illetve, hogy mennyi idő alatt és hogyan veszi fel az irányított jellemző az új állandósult értékét. (A késleltetés természetesen nemcsak ugrásszerűen változó bemenő jelnél érvényesül, de hatása ekkor mutatkozik meg a legszembetűnőbben.)

Ugyancsak jellemző a berendezés működésére az is, hogy a szerkezet hogyan viselkedik az időben sinus-függvény szerinti változó bemenő jel hatására. Ha a szabályozóberendezésben valamely hatás a zárt hatáslánc végigfutása után megnövekedve érkezik vissza úgy, hogy a növekedés tovább folytatódik a kör újabb és újabb befutása után, akkor valamennyi jellemző egyre növekszik és nem jöhet létre egyensúlyi helyzet: a szerkezet használhatatlan. A sinusos lefolyású — periodikus — bemenő jel alkalmas e jelenségek vizsgálatára. Megjegyezzük, hogy ez az ún. „instabilitás” csak zárt hatásláncú szerkezeteknél fordulhat elő — ahol a felerősített jel visszatérhet a kiindulópontba —, a vezérlésnél nem áll fenn ennek a veszélye. Többek között ez a körülmény biztosítja — egyéb konstrukciós és gazdaságossági szempontok mellett — a vezérlések létjogosultságát.



2. ábra. I — Rendelkező jelet adó szerv. II — Erősítő. III — Beavatkozó szerv. IV — Összegező szerv. V — Vezérelt szakasz. x_r — rendelkező jel, x_h — felerősített rendelkező jel, x_b — beavatkozó jellemző, x_z — zavaró jel ($x_b + x_z = x_p$), x_p — vezérelt jellemző, E — segédenergia

* A Kötészövő Szakemberek Nemzetközi Szövetségének XI. Kongresszusán elhangzott előadás

3. Irányítástechnikai berendezések kötő- és hurkológépeken

A tágabb értelemben vett irányítás meghatározását alapul véve, a kötő-hurkológépek irányítástechnikai berendezéseit az 1. táblázat szerint csoportosíthatjuk. E szerkezeteknek rendkívüli sokaságát fejlesztették ki, amelyek leírásai a szakirodalomban többnyire rendelkezésre állnak. A továbbiakban azokkal a szerkezetekkel foglalkozunk, amelyek irányítástechnikai szempontból a legérdekesebbek és amelyeknek részletes elemzését a szakirodalomból leginkább hiányoljuk.

3.1. Fonaladagoló készülékek

A fonaladagoló készülékek nem mindegyike tartozik a szabályozóberendezések körébe. Azt a fajta fonaladagolót ugyanis, amely a gép működésétől és a pillanatnyi tényleges fonaligénytől függetlenül mindig állandó mennyiségű fonalat adagol, nem sorolhatjuk ebbe a csoportba.

A szabályozott működésű fonaladagolók feladata az, hogy a különböző zavarások ellenére állandóan annyi fonalat adagoljanak a tűkhöz, amennyi a szemképzés pillanatnyi igénye és hogy ezzel a fonal feszültségét lehetőleg állandó szinten tartsák. Az előforduló zavarások eredete különböző lehet:

A fonaltól származó zavarások:

- a ballonfeszültség ingadozása és a cséve teltségétől, valamint esetleges alakhibáitól függő változása,
- a csévén levő fonalmenetek esetleges bevágódásaiból származó feszültségugrások,
- a csomók áthaladásakor keletkező feszültségugrások,
- az eltömődött vagy bevágódott fonalterelő szemek következtében megnövekvő bemenő fonalfeszültség,
- a fonal súrlódási tényezőjének változásai,
- a lánchenger teltségétől függő fonalfeszültség-változások,
- a munkaterem klímaviszonyainak változásai.

A szemképzéstől származó zavarások:

- a különböző lefolyású szemképzések egy soron belüli váltakozásából származó fonaligényváltozás (pl. sima és feltartott szemek),
- a tűkihagyások okozta fonaligényváltozás egy soron belül,
- az egymást követő sorokban előforduló fonaligénykülönbségek (pl. egy és két tűrendszeren készülő szemsorok váltakozása),
- a gép pillanatnyi vagy helyi állapotától függő fonaligényváltozások (a gép melegezése, fordulatszámának ingadozása, a lakatok kopása, a tűk egyenlőtlen kenése, egyenlőtlen kopása, vagy szorulása a tűcsatornában stb.).

Mindezen hatások a kelme minőségét és egyöntetűségét befolyásolják [10—14]. A nem szabályozott működésű fonaladagolók e zavarások kompenzálására nem, vagy csak korlátozott mértékben alkalmasak. E fonaladagolókat a kötőminta készítéséhez szükséges átlagos fonaligény szerint állítják be. Bár a fonaltól származó zavarásokat általában elhárítják — esetleg még tökéletesebben is, mint a szabályozott működésű adagolók —, a szemképzésből adódó zavarások kiegyenlítését nem tudják ellátni.

3.1.1. Vetülékrendszerű gépek fonaladagolói

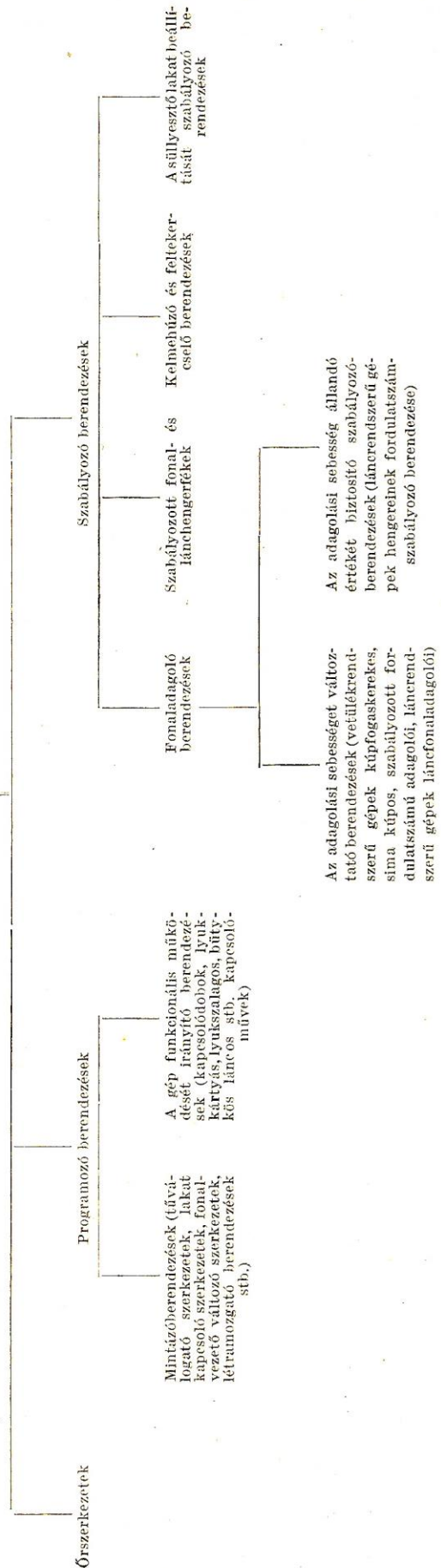
3.1.1.1. Kúpfogaskerekes fonaladagoló

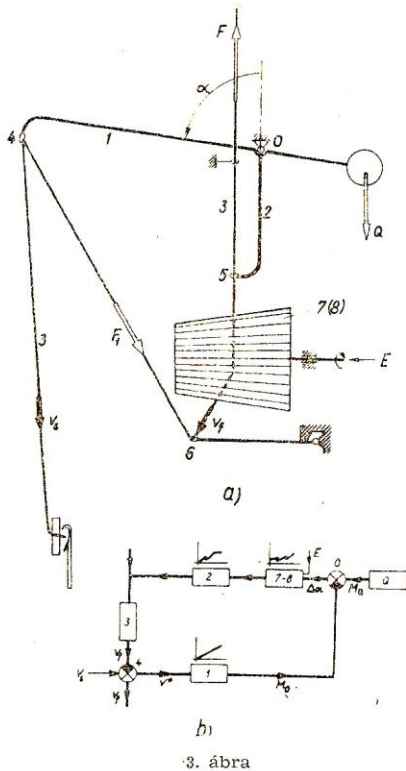
A kúpfogaskerekes fonaladagoló a legelterjedtebb a nagyatmértékű körkötőgépeken alkalmazott fonaladagolók között [15]. Elvi felépítését a 3/a ábra mutatja, irányítástechnikai hatásvázlata a 3/b ábrán látható.

Az egyes irányítástechnikai elemeknek a következők felelnek meg (v. ö. 1. ábrával): *szabályozott szakasz*: a fonal (3); *szabályozott jellemző*: a fonal v_f sebessége; *zavaró jel*: a szemképzési fonaligény (v_s) vagy a fonalfeszültség változása; *összegező szerv*: maga a fonal; *érzékelő szerv*: a himba I karja; *ellenőrző jel*: az I karon ható M_0 nyomaték az O forgáspontonra számítva; *alappelképző szerv*: a Q súly; *alappjel*: a Q súly M_Q nyomatéka az O forgáspontonra; *különbségképző szerv*: a himba O forgás-

1. táblázat

Kötő-hurkológépek irányítástechnikai berendezései





3. ábra

tengelye; *rendelkező jel*: a himba elfordulása ($\Delta\alpha$); *erősítő szerv*: a 7—8 fogaskerékpár; *beavatkozó szerv*: a 2 kar; *beavatkozó jel*: a 2 kar elmozdulása.

A fonál a fogak között a 4. ábrán látható módon helyezkedik el. Ha az első és utolsó fog között elhelyezkedő AB fonalszakasz hosszát l jelöli, akkor a fonál átlagsebessége az ábra jelöléseivel:

$$v_f = \omega_k \frac{l}{\psi} \quad (1)$$

ahol ω_k — a kerek szögsebessége.

A kúpfogaskerék hossza mentén l is és ψ is változik, azonban a nagyobb átmérő — azaz nagyobb α szögek (3. ábra) — felé l erősebben növekszik ψ -nél, így v_f szintén növekszik.

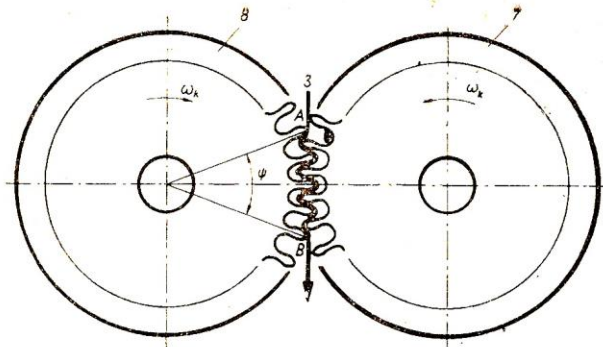
Az 5. ábra mutatja a v_f átlagsebességnek az α szögtől való függését. A görbén látható ugrások annak következtében adódnak, hogy ψ szakaszonként változik, attól függően, hogy hány foggal érintkezik a fonál.

Ha az időegységre számított szemképzési fonalsebesség (v_s) ugrásszerűen megnő (v_{s1} -ről v_{s2} -re), akkor az adagolt fonalsebesség (v_f) fokozatosan növekszik, amíg a himba egy új állásánál $v_{f2} = v_{s2}$ lesz. A folyamat időbeli lefolyását a 6. ábra mutatja. Látható, hogy a fonaladagolási sebesség csak $t_2 - t_0$ idő múlva éri el a szemképzési fonalsebességet, a szerkezet tehát késleltetett működésű.

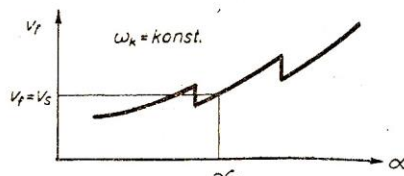
További késleltetést okoz a következő jelenség: Ha a 6 és 5 vezető szemek összekötő egyenese nem merőleges a fogaskerékek tengelyére, akkor a fonál megtörve helyezkedik el köztük (7. ábra). Amikor az 5 szem elmozdulás előtti helyéről ($5'$) áthelyeződött (5), a fonál A irányváltozási pontja fokozatosan tolódik el az új egyensúlyi helyzetet jelentő D pontba. (Az A és D pont azon a fagon van, amely a fonállal utoljára van kapcsolatban.) E pontokban a fonál $A = 5'$, illetve $D = 5$ ága — a sűrűdési szögtől eltekintve — merőleges a D pontot tartalmazó fog hossz tengelyére. Ehhez természetesen idő kell, ami a késleltetést növeli.

Ha $v^* = v_{s2} - v_{s1}$ hirtelen nagy értéket ér el, akkor előfordulhat, hogy a himba a nagy kezdősebesség következtében szabad ingaként viselkedik és a fonalsebesség változását nem követi folyamatosan.

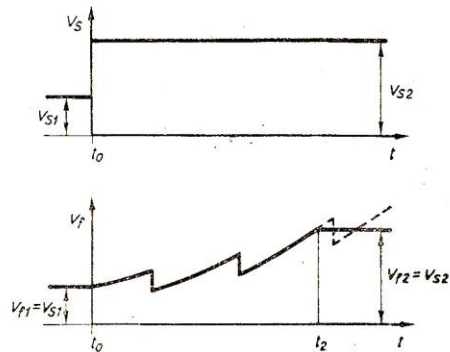
Ha az α_1 állásban nyugalomban levő himbát v^* sebességgel kimozdítjuk, a himba ω_h szögsebessége a



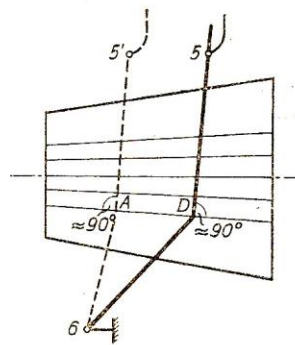
4. ábra



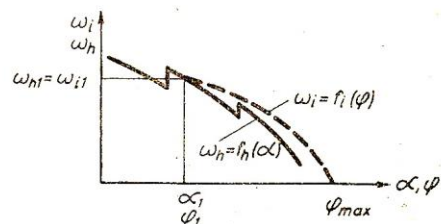
5. ábra



6. ábra



7. ábra



8. ábra

8. ábra szerint változik ($v_{s2} > v_{s1}$ esetén α növekszik). Ugyanehhez a v^* értékhez és a φ_1 szöghöz kiszámítható a himba szabad ingaként való viselkedését feltételezve az a φ_{\max} kilendülés is, amelynél a himba ω_i szögsebessége zérus. A szabad inga szögsebességének a φ szögállással való összefüggését a 8. ábrába berajzoltuk arra az esetre, amikor $\alpha_1 = \varphi_1$ és az indító szögsebesség $\omega_{i1} = \omega_{h1}$. Ha az $\omega_i = f_i(\varphi)$ görbe végig felette halad az $\omega_h = f_h(\alpha)$ görbének, akkor a himba — α_1 helyzetéből indulva — az előbbi mozgáslefolyást követi, azaz szabad ingaként viselkedik. Ez azzal a következménnyel jár, hogy a kapcsolat ideiglenesen megszűnik a 4 vezetőszem és a fonal között, tehát a himba nem a fonaligény tényleges alakulásának megfelelően fog mozogni, hanem a szabad inga mozgástörvénye szerint és ennek megfelelően vezet az 5 szem is a fonalat a fogaskerek közé. Az adagolási és a szemképzési fonalsebesség összhangja tehát megbomlik. Amikor pedig a 4 szem és a fonal ismét kapcsolatba kerül egymással, akkor a fonal rántásszerű igénybevételt szenved, ami az éppen akkor kialakuló szemek szabályos alakját hátrányosan befolyásolja.

Hasonló helyzet állhat elő akkor is, amikor a fonaligény hirtelen kisebb lesz, mint az adagolt fonalmenyiség.

A kúpogaskerekes adagoló nemcsak a fonalsebesség változásait érzékeli és igyekszik kompenzálni, hanem a fonalban ébredő húzóerőt is. Ha a fonalnak az adagoló és a cséve közti szakaszán F erő hat, akkor ez a fogaskerek utáni szakaszra is áterjed, de a fogak és a fonal közötti súrlódás által csökkentve. Az adagoló utáni fonalszakaszban a húzóerő:

$$F_1 = F/e^{\mu\Sigma\beta} \quad (2)$$

ahol e — a természetes logaritmus alapszáma, μ — a fonal és a fogak közötti súrlódási tényező, β — az egyes fogaknak a fonal által átfogott szöge.

A 3. ábrán megjelölt Q súly az, amely a fonalágakban ébredő húzóerővel a himba O forgástengelyén egyensúlyt tart. Ha az α szög nő, a Q súlyerő nyomatéka az O tengelyre növekszik, tehát növekszik a fonalágakban ébredő húzóerő is, vagy megfordítva: ha a fonalágakban bizonyos F_1 erő van, akkor ez meghatározza azt az α szöveget, amelynél a fonalágak húzóerejének nyomatékával a Q súlyerő nyomatéka egyensúlyt tart.

Láthatjuk tehát, hogy a himba minden szögálláshoz más-más fonal-húzóerő tartozik. Ez a fonaladagoló tehát nem biztosít tökéletesen állandó fonalfeszültséget.

Ha a szemképzéshez kerülő fonalban a húzóerő megnő, akkor ez kisebb szemeket eredményez. Az adagolószervezet fogaskerekeinek kúposágát tehát aszerint kell megtervezni, hogy a készülék a nagyobb fonalfeszültségből származó kisebb szemeket a nagyobb v_f fonalsebességgel éppen kiegyenlítse.

Ha feltételezzük, hogy a fonal a Hooke-törvényt követi, azaz a megnyúlása arányos a húzóerővel, akkor fenn kell állnia a

$$v_f = CF_1 \quad (3)$$

összefüggésnek, ahol C a fonal rugalmassági modulusától függő állandó. C értéke fonalfajtánként más és más, ezért nem biztos, hogy az egy bizonyos C érték alapján szerkesztett fonaladagoló mindenféle fonal feldolgozása esetén tökéletesen biztosítja a szemméretek állandóságát.

Ami a tárgyalt szerkezet stabilitását illeti, vagyis a periodikusan változó zavaró jellemző (fonalsebesség-változás, a fonal húzóerejének változása) hatását, meg kell állapítanunk, hogy a készüléket a himbás megoldás ebből a szempontból is érzékennyé teszi. A himbának — amelyet ingaként foghatunk fel — meghatározott lengésideje van és ha a zavaró jellemző frekvenciája ezzel megegyezik, akkor a himba lengései nem csillapodhatnak. Ez pedig a szemképzés egyenletessége szempontjából hátrányos. Ilyen periodikus zavarást okozhatnak a minta szerint váltakozó fonaligények (pl. a rendes és feltartott szemek, vagy az egy és két tűágyon történő szemképzés rendszeres váltakozása), valamint a csévéről lefejtődő fonalból kialakult ballon feszültség-ingadozásai. Meg kell azonban jegyeznünk e készülék „védelmében”, hogy a himba lengésideje viszonylag igen nagy az említett

zavaró jellemzők szokásos frekvenciájához képest, így a készülék a gyakorlatban nemigen szokott instabillá válni, vagy ha igen, akkor is csak nagyon rövid időre.

3.1.1.2. Síma kúpos fonaladagoló

A kúpogaskerekes fonaladagoló néhány hátrányos tulajdonságát síma kúpos fonaladagolóval lehet kiküszöbölni. Ennek a készüléknek az elvi vázlata nagyon hasonló a 3. ábrán bemutatotthoz, a különbség abban van, hogy itt a két kúpos fogaskereket egyetlen, síma felületű kúp helyettesíti. A fonalat a 9. ábrán látható módon egyszer vagy többször rátekerik az adagoló kúpra.

A fonal az A pont közelében rátapad a kúpra. A cséve és a tapadási pont között természetesen a fonal meg is nyúlik, de ez a nyúlás a B pontig fokozatosan csökken. Eközben a fonalnak itt elhelyezkedő szakasza mintegy „kúszik” a kúp felületén, és a B pontban a kúp kerületi sebességével egyező sebességgel távozik. Ez a fonalkúszás a fonalban rejlő feszültségkülönbségek kiegyenlítése szempontjából kedvező. A kúp és a fonal közötti jelentős súrlódás következtében az A pont előtti fonalfeszültségkülönbségek jelentősen csökkennek — sokkal inkább, mint a kúpogaskerekes adagolónál — és elegendő fonalmenet és elég nagy súrlódási tényező esetén teljesen jelentéktelenné válhatnak. Különösen jó tapasztalatokat szereztek ebből a szempontból az egyik budapesti kötöttárugyárban a texturált fonalakkal kapcsolatban [16].

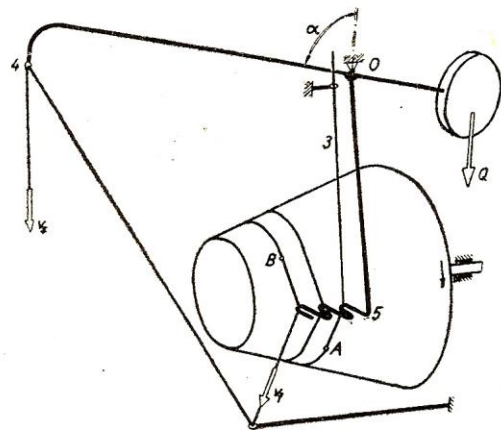
A fogazás hiánya abból a szempontból is előnyös, hogy a fonalsebességnek és a himba α szögállásának összefüggését ábrázoló diagramban nem alakulnak ki ugrások.

Míg a fogazás elkerülhetetlenül kis mértékben rongálja a fonalat — különösen fémből készült fogaskerek esetén —, a síma kúpos adagoló igen kíméletesen dolgozik.

Irányítástechnikai szempontból — attól eltekintve, hogy itt a $v_f = f_1(\alpha)$, következésképp a $v_f = f_2(t)$ függvény nem tartalmaz ugrásokat — nincs lényeges különbség a síma kúpos és a kúpogaskerekes adagoló között. A himba jelenlétéből származó késleltetés itt is ugyanúgy fennáll és a fonalfeszültségnek az α szögtől való függésével is számolni kell. Az instabilitás veszélye — hasonló mértékben, mint a korábban tárgyalt esetben — itt is megvan.

3.1.1.3. Szabályozott fordulatszámú fonaladagoló

Az eddigiektől eltérő elven működik a fonaladagolást szabályozható fordulatszámú hengerrel végző adagoló [17]. A fonal sebességingadozásait itt is kétkarú emelő érzékeli, mert ennek egyik karján csigán átvette fut a fonal. A másik karon olyan lemez van, amelynek árnyékolása a teljesen átlátszótól a teljesen átlátszatlanig folyamatosan változik. Ezt a lemezt fénysugár világítja át. A lemez, elhelyezkedésétől függően, több vagy kevesebb fényt bocsát át. Az átengedett fény fotocellára esik, amelynek áramát — amely a lemez helyzetének, s így közvetve a fonaligény és a fonaladagolás közti különbségnek (v^*) a függvénye, — felerősítve az adagolóhen-



9. ábra

ger hajtómotorjának fordulatszámváltoztatására használják fel. A fonalfeszültség itt is a himbán alkalmazott ellensúly beállításától és a himba pillanatnyi állásától függ.

Irányítástechnikai szempontból itt is zárt szabályozási körrel van dolgunk. Az érzékelő szerv az említett kétkarú emelő (himba) és ugyanez végzi az ellensúllyal beállított alapjel és az ellenőrző jel (a fonalban ébredő húzóerő nyomatóka) összehasonlítását is. A fényforrás, az árnyékolt lemez, a fotocella és a hozzá csatlakozó elektromos erősítő képezi a szabályozási körben az erősítést. A beavatkozó szerv az adagoló henger motorja.

A készülék előnye az elektromos jelátvitel, ami gyakorlatilag késleltetésmentesen működik. A késleltetés forrása ebben az esetben a himba tehetetlensége. Ha azonban a himbára ható jel (pl. v^*) változási sebessége nem nagy, akkor a himba tehetetlenségéből származó késleltetés is csökkenthető. Ennek érdekében a fonalat a himba és az álló fonalterelő szervek között több menetben vezetik, mint a csigáson. — *Az instabilitás veszélye* olyan mértékben áll fenn, mint az előzőekben tárgyalt készülékeknél.

3.1.1.4. A sülylesztőlakat állásának és a fonal adagolásának összehangolása

A szemképzésből származó zavaró hatások még tökéletesebb kiküszöbölésére egy másféle berendezést is készítettek [11, 14]. Ennek működése is az adagolt és a fogyasztott fonalmennyiség összehasonlításán alapul; ha a két érték között különbség mutatkozik, akkor azonban — az eddigiektől eltérően — ennek hatására nem az adagolás sebességét változtatja meg a berendezés, hanem a fogyasztás mértékét. Ha ugyanis gondoskodunk az adagolás egyenletes sebességéről és az adagolt fonalfeszültségének állandó értéken tartásáról, akkor a szemekbe bedolgozott fonal hosszának és feszültségének a szemképzésből származó zavarásait a tűk sülylesztésének mértékével — azaz tulajdonképpen a hullámosítás mértékével — lehet kiküszöbölni. Ez elsősorban a gép pillanatnyi vagy helyi állapotától függő fonaligényváltozásokra vonatkozik.

Az adagolási és felhasználási fonalsebesség különbségét (v^*) érzékelő kar pneumatikus erősítés révén avatkozik be a folyamatba: az elmozdulás hatására egy dugattyúra ható légnyomás változik meg. A dugattyú ennek következtében elmozdul és a vele kapcsolódó kétkarú emelővel a sülylesztő lakatot átállítja. (A beavatkozó szerv tehát maga a sülylesztő lakat.) A rendszer zárt szabályozási kört alkot, mert a beavatkozás eredményét a fonalfelhasználás sebességén keresztül az érzékelő karra ismét rávezetjük. Ha esetleg most ellenkező értelmű különbség mutatkoznék, az érzékelő kar ellenkező irányú elmozdulásával korigálja azt.

A szerkezet működésében — elvileg — késleltetést okoz a mozgó alkatrészek tehetetlensége, azonban ez megfelelő meretezés esetén gyakorlatilag nem zavar. Az *instabilitás* veszélye bizonyos körülmények között itt is fennáll.

A fonalban ébredő húzóerőt az érzékelő karra ható rugóval lehet beállítani. A gyártó cég szerint a szerkezetet úgy tervezték, hogy az érzékelő kar mozgásai a fonalfeszültséget nem befolyásolják, így a korábban tárgyalt súlyterhelésű érzékelőkarok hátránya — a kar helyzetétől függő fonalfeszítés — itt nem jelentkezik.

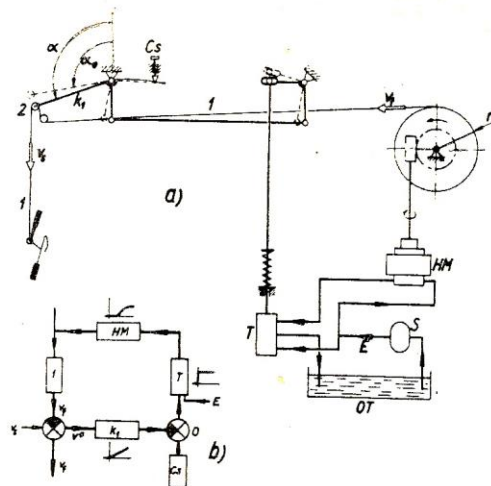
3.1.2. Láncrendszerű gépek fonaladagolásának szabályozása

3.1.2.1. A pillanatnyi szemképzési fonaligény érzékelő adagoló

A láncrendszerű gépek szemképzése közben a fonaligény többször megváltozik [18].

A 10. ábrán egy hidraulikus hajtóművel működött láncfonaladagoló szerkezetet mutatunk be vázlatosan [15, 19], a hozzá tartozó irányítástechnikai hatásvázlat kíséretében.

Ha a szemképzési fonaligény és az adagolt fonalmennyiség között eltérés mutatkozik, akkor az 1. fonal a 2. érzékelő rúd elmozdítása révén a közbeiktatott karrendszerrel megváltoztatja a T tolattú helyzetét. Ez a



10. ábra

tolattú irányítja az olaj áramlását a szivattyú (S), a hidraulikus motor (HM) és az olajtartály (OT) között. A hidraulikus motorban az olaj nyomása és ezzel arányos nyomatóka tehát a tolattú állásától függ.

A motor nyomatókájának jellege a tolattú állását végső fokon meghatározó α szög függvényében a 11. ábrán látható.

Ha a fonaladagolási sebesség (v_f) és a szemképzési fonalsebesség (v_s) megegyezik, akkor a k_1 kar nyugalomban van a 10. ábrán α_0 -val jelölt helyzetben.

A szerkezet késleltetésének vizsgálatához feltételezzük, hogy a szemképzési fonalsebesség (v_s) ugrásszerűen megnövekszik. Ekkor α szög is növekedni kezd és vele együtt emelkedik a motor M nyomatóka is.

A motor hajtónyomatókájának le kell győznie a lánc-hengerre és tartozékaira ható fékező — súrlódó — erőket, valamint fel kell gyorsítania a lánchengert az eredeti szögsebességről egy nagyobb szögsebességre. A súrlódó erők a lánc-henger szögsebességétől (ω) függetlennek tekintjük, az ezek legyőzéséhez a motor tengelyén szükséges nyomatóka tehát $M_s = \text{constans}$. A lánc-henger felgyorsításához — szintén a motor tengelyén — $M_t = \Theta \varepsilon$ nyomatókot kell kifejteni (ahol Θ a lánc-hengernek és a vele kapcsolódó alkatrészeknek a motor tengelyére redukált tehetetlenségi nyomatéka, $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$ pedig a szöggyorsulás).

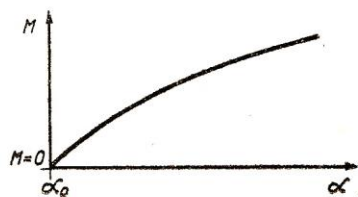
Ahogy a lánc-henger forgása gyorsul, az adagolási sebesség egyre növekszik, mégpedig a lánc-henger szögsebességével arányosan. Így a szemképzési és az adagolási fonalsebesség különbsége (v^*) állandóan csökken. Ennek megfelelően

$$v^* = v_s - v_f = v_s - r\omega = v_s - r \int \varepsilon dt \quad (3)$$

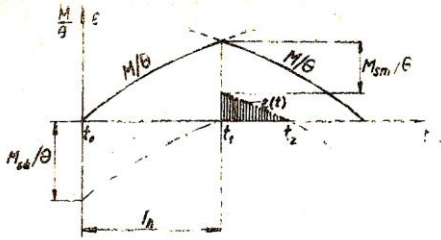
A lánc-henger szöggyorsulását közelítőleg így írhatjuk fel:

$$\varepsilon \approx \frac{M_t}{\Theta} = \frac{M - M_s}{\Theta} = \frac{M}{\Theta} - \frac{M_s}{\Theta} \quad (4)$$

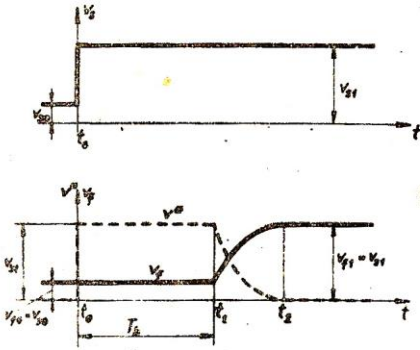
Az iménti feltételezésünk ellenére, hogy $M_s = \text{constans}$, meg kell különböztetnünk az álló és a mozgó súrlódás legyőzéséhez szükséges nyomatókot. Ha eredetileg $v_f = 0$ volt, azaz a lánc-henger nem mozgott, akkor megmozdításához M_s nyomatókot kell kifejteni.



11. ábra



12. ábra



13. ábra

Amikor a lánchenger már megmozdult, akkor a súrlódások legyőzéséhez elegendő az $M_{sm} < M_{s^s}$ nyomaték. Erre az esetre tehát — a (4) összefüggést alapul véve — meghatározható az ε szöggyorsulás időbeli változásának görbéje (12. ábra).

Az ábrán a t_0 időpillanat a v_s ugrásszerű megnövekedésének pillanata, t_1 pedig az az időpont, amikor a lánchenger megmozdul. Ekkor változik meg a súrlódási erő nyomatéka M_{s^s} -ról M_{sm} -re. Minthogy eddig a pillanatig a lánchenger nem mozgott, $v_f = 0$, tehát $v^* = v_s > 0$ volt. Ennek következtében α szög és vele a motor M forgatónyomatéka állandóan növekedett. Amint azonban a lánchenger megmozdul, $v_f > 0$ lesz, tehát v^* csökkenni kezd: α szög is egyre kisebb lesz és a motor forgatónyomatéka, következőképp ε is csökken. A t_2 időpontban $v_f = v_s$ ismét beáll, ekkor $v^* = 0$ és a motor az újonnan beállt α_1 szöghöz tartozó nyomatékot kifejtve forog tovább. A sebességek időbeli lefolyását a 13. ábra mutatja be.

A szabályozószervezet tehát $t_1 - t_0 = T_h$ holtidő után kezdi csak az adagolási sebességet növelni és a szemképzési fonalsebességgel egyenlő adagolási sebesség csak újabb $t_2 - t_1$ idő múltán áll be.

A $t_2 - t_1$ idő rövidítése érdekében nagy, 30 kp/cm² nyomású olajat használnak. A holtidő úgy rövidíthető meg, hogy az álló súrlódást csökkentik. Ez a lánchenger fékszerkezetének helyes beállításán múlik.

A berendezés késleltetése, holtideje és a fonal feszültsége független a lánchenger átmérőjétől. Különböző lánchengerátmérőknél ($2r$) a Θ tehetetlenségi nyomaték változik, de a t_1 időpontot definiáló $\frac{M}{\Theta} = \frac{M_{s^s}}{\Theta}$ egyenlőség változatlanul ugyanannál a t_1 értéknél teljesül. Ugyanez vonatkozik t_2 -re is.

A rendszer önlengési frekvenciája a szemképzési fonaligény változásainak frekvenciájánál lényegesen kisebb, így a gyakorlatban a rendszer stabil.

A fonalban ébredő húzóerő ennél a szerkezetnél is az α szög függvénye. Itt azonban — a vetülékrendszerű gépek fonaladagolóival ellentétben — az α szög változásai a szemképzési folyamat szerint periodikusak. Bár egy szem elkészítése alatt a fonal-húzóerő többször is változik, ugyanabból a fonalból készült egyes szemeknek ezek a változások mégis egyformán játszódnak le. Az egyes szemek kialakítása közben tehát az átlagos fonal-húzóerő azonos. A húzóerő ingadozásai azonban a fonal ismételt igénybevétele miatt hátrányosak [2, 20], különösen azért, mert amíg a fonal egy bizonyos pontja a lánchengertől a lyuktuíg érkezik, húzóigénybevétele több százszor változik.

Lényegében az itt szereplőkhöz hasonló törvényszerűségek vezethetők le a többi olyan lánchengeradagló berendezésre is, amely a pillanatnyi szemképzési fonaligényt érzékeli, függetlenül attól, hogy a segédenergiát mi szolgáltatja.

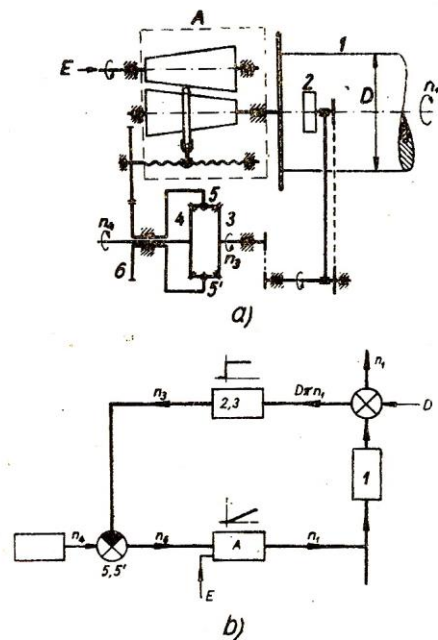
3.1.2.2. A lánchenger állandó kerületi sebességének szabályozása

A lánchengeradagló egyik csoportja nem érzékeli a pillanatnyi fonaligényt, hanem attól függetlenül állandó sebességgel szállítja a fonalat a szemképző eszközökhöz. Ez a megoldás azért előnyös, mert a henger szögsebessége — szabályos és folyamatos szemképzés közben — sosem válik zérussá, tehát nem kell újra meg újra megmozdítani azt. Hátránya viszont, hogy csak az átlagos szemképzési fonaligényt elégíti ki, az attól való eltéréseket nem érzékeli. Az átmérő függvényében a henger fordulatszámát azonban ezek a berendezések is szabályozzák. Egy ilyen jellegzetes megoldásnál [21] (14. ábra) a lánchenger (1) mindenkerületi sebességét a 2 kerék méri, amely a lánchenger fonallal borított felületével gyakorlatilag csúszásmentesen érintkezik és így kerületi sebessége azével megegyezik. A mérőkerék (érzékelő szerv) fordulatszámát bolygókerékes különbségképző szervre (3, 4, 5, 5' fogaskerekek) viszik át. A 4 fogaskerék állandó fordulatszámmal (alapjel) forog; ezt a fordulatszámot az egy szembe bedolgozandó fonalhossz előírásának megfelelően választják meg. Mindaddig, amíg a lánchenger kerületi sebessége ennek megfelel, a 3 és 4 fogaskerék fordulatszáma megegyezik. Ha azonban a lánchenger átmérőjének csökkenése következtében a 3 fogaskerék fordulatszáma csökken, az 5 és 5' bolygókerékek a fordulatszámkülönbséggel arányosan keringeni kezdenek és így a 6 kerék révén oly módon változtatják meg a lánchengerhajtás áttételét (beavatkozó szerv), hogy a lánchenger kerületi sebessége ismét az alapjelnek megfelelő legyen.

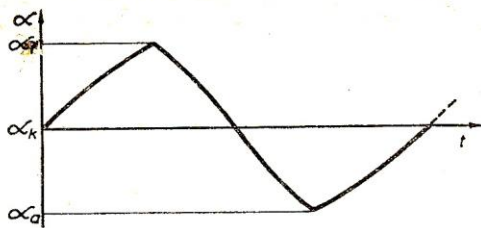
A berendezés késleltetése onnan származik, hogy a beavatkozó szervben idő kell az új áttétel kialakításához. Azonban a gyakorlatban a lánchenger átmérőcsökkenése lassan és folyamatosan megy végbe, így az ugrásszerű változásnál intenzíven megmutatkozó késleltetés a rendeltetészerű gépműködéskor sokkal kevésbé érvényesül és nem zavar.

Bár elvileg megvan rá a lehetőség, gyakorlatilag nem fordul elő a rendszer instabillá válása.

A berendezés nem érzékeny a lánchenger tehetetlenségi nyomatékának változására.



14. ábra



16. ábra

engedik. A beavatkozó szerv, mint említettük, kétállású kapcsoló; szerkezete gyártmányonként erősen különböző.

Érdekes megemlíteni, hogy ezek a szerkezetek irányítástechnikai szempontból tulajdonképpen a húzó hengerpárt hordozó keret helyzetét szabályozzák és csak ennek révén a kelmére ható húzóerőt — amely, mint említettük, a keret helyzetének a vízszintes síktól való eltérésétől függ. Ha ilyen szemszögből vizsgáljuk a berendezés működését, a szabályozott jellemző a keret középhelyzetét jelentő α_k szög, a zavarás pedig a kelmé gyarapodása, amely a keretet — nem forgó húzó hengerpár esetén — süllyeszteni akarja. A keret $\alpha_a > \alpha_k$ alsó szögállásig süllyed, a beavatkozó szerv csak itt kapcsolja be a húzó hengerek forgását. Az $\alpha_a - \alpha_k$ szögű elmozdulás ideje (a szabályozási kör holtideje) ebben az esetben meglehetősen nagy. Ez azonban nem okoz zavart, ha csak nem akkora, hogy az α_a szögállásnál már jelentékenyen eltér a kelmére ható húzóerő a középállásban fennállótól. Hasonló a helyzet a felső holtponttal ($\alpha_f < \alpha_k$) is.

A beavatkozó szerv működésbe lépésétől a húzóhengerek maximális kerületi sebességének kialakulásáig a konstrukciótól erősen függő késleltetési idő telhet el, ami azonban általában nem okoz zavart.

A keret α szögállásának változását az idő függvényében vázlatosan a 16. ábra szemlélteti.

4. Összefoglalás

Előadásomban a kötő-hurkológépek néhány fontosabb irányítástechnikai berendezését igyekeztem röviden ismertetni. Egyetlen korlátozott terjedelmű előadásban nem törekedhettem teljességre, csupán olyan összefüggésekre igyekeztem rávilágítani, amelyek a gépek felhasználói számára technológiai szempontból érdekesek és amelyek részletes vizsgálatára az irányítástechnikában használatos módszerek adnak lehetőséget. Célom az volt, hogy felhívjam a figyelmet e vizsgálatok jelentőségére és az üzemi gyakorlattal való szoros összefüggésére, valamint, hogy néhány példát mutassak

irányítástechnikai berendezések kötő-hurkolóipari alkalmazására. E berendezések nagyszámú változata és az ismertetésben nem is szereplő egyéb ilyen szerkezetek bő alkalmat szolgáltatnak a fentiekhez hasonló elemzésekre.

IRODALOM

- [1] Bleisteiner, G.—Mangoldt, W.—Hennig, H.—Oetker, R.: Handbuch der Regelungstechnik. Springer-Verlag, Berlin — Göttingen—Heidelberg, 1961.
- [2] Burgholz, R.: Zur Messung und Regelung der Dehnung laufender Bahnen, besonders in Textilmaschinen. Textil Praxis, 13 (1958) No. 1. pp. 30—35; No. 2. pp. 178—185.
- [3] Ehrenreich, H.: Betrachtungen zur Automatisierung in der Textilindustrie. Melliland Textilberichte, 39 (1958) No. 9. pp. 1044—1048; No. 10. pp. 1174—1176.
- [4] Helbig, H.: Grundlagen der Entwicklungstendenzen zur Automatik in der Textilindustrie. Melliland Textilberichte, 37 (1956) No. 1. pp. 1—3.
- [5] Kessler, G.: Anwendungen der Regelungstechnik in der Textilindustrie. Melliland Textilberichte, 41 (1960) No. 8. pp. 963—966; No. 9. pp. 1069—1073.
- [6] Neumann, H.: Anwendung der Regeltechnik in der Textilindustrie. Deutsche Textiltechnik, 9 (1959) No. 8. pp. 395—401.
- [7] Schäfer, O.: Allgemeine Grundlagen der Steuerung und Regelung. Melliland Textilberichte, 44 (1963) No. 7. pp. 665—667.
- [8] Schmalz, J.—Ivitz, R.: Szabályozástechnika a textiliparban. Mérnöki Továbbképző Intézet kiadványa, G. 58. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.
- [9] Száday R.: A szabályozástechnika elemei. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
- [10] Carotte, F.: Positive Feed in Knitting: From Yarn to Cloth by Numbers. Knitted Outerwear Times, 32 (1963) No. 18. pp. 138—141.
- [11] Reichman, Ch.: Advanced Knitting Principles. National Knitted Outerwear Association, New York, 1964.
- [12] Oksz, B. Sz.: Vlijanie szposzoba podacsi niti na masine interlok na kacsesztvo trikotazsnogo polotna. Tekstil'naja Promislenoszt', 24 (1964) No. 7. pp. 56—58.
- [13] Reichman, Ch.: Positive Yarn Feeding in Knitting. Knitted Outerwear Times, 32 (1963) No. 31. pp. 3, 5, 7.
- [14] Scott and William s Introduce: Automatic Dial-A-Stitch. Hosiery Trade Journal, 72 (1965) No. 853. pp. 123—124.
- [15] Vékássy A.: Hurkoló- és Konfekcióipar. Egyetemi tankönyv. Tankönyvkiadó, Budapest, 1960.
- [16] Kelényi G.: Automatikus szabályozó fonaladagoló szerkezet körkötőgépeken. Magyar Textiltechnika, 16 (1964) No. 4. pp. 153—163.
- [17] Elektronischer Fadenzubringer für Elastik-Garne. Wirkerei- und Strickerei-Technik, 15 (1965) No. 4. p. 219.
- [18] Reissfeld, A.: Fundamentals of Warp Knit Engineering — Part 30. Knitted Outerwear Times, 33 (1964) No. 12. pp. 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63.
- [19] Lázár K.: A „Favorit” lánchurkológép. Magyar Textiltechnika, 10 (1958) No. 11—12. pp. 440—443.
- [20] Richter, C.: Die Ungleichmäßigkeit der Garne und ihre Auswirkung in Wirkerei und Strickerei. Textil Praxis, 7 (1952) No. 2. pp. 134—137.
- [21] Greis, S.: Konstruktionstechnische Einzelheiten der Kettenwirkmaschine EXCENTRA Modell 1961. Wirkerei- und Strickerei-Technik, 11 (1961) No. 4. pp. 213—219.
- [22] Die Lawson-Kompensationsbremse für elastische Fäden. Wirkerei- und Strickerei-Technik, 14 (1964). No. 7. p. 334.
- [23] Beschnitt, E.: Die Fadenbremse. Deutsche Textiltechnik, 10 (1960) No. 5. pp. 231—232; No. 12. pp. 639—644; 11 (1961) No. 3. pp. 131—133.
- [24] Edinger, A.: Warenabzüge an Rundstrickmaschinen. Wirkerei- und Strickerei-Technik, 14 (1964) No. 9. pp. 426—434; No. 10. pp. 472—478.