

LÉGSUGARAS SZÖVŐGÉPEK ÁRAMLÁSTANI VIZSGÁLATA

EXAMINATION OF FLOW ON AIR JET LOOMS

Dr. Patkó István*, Szabó Lóránt**

ABSTRACT

Application of the air jet loom is widespread in the textile industry because of its high productivity, convenient controllability, high filling insertion rate, low noise and vibration levels. Air stream in confusor guides can be classified into two types. In this article we show the history and technology of air jet weaving. Our purpose is to model the air flow of the weft insertion of air jet weaving machines marked P by making a series of laboratory measurements and to create such closed-form mathematical functions which make it possible to determine the air speed of weft insertion flow without industrial measurements by knowing the maximum air speed of the initial section.

1. BEVEZETÉS

A fúvókás szövőgépeken a vetüléket az áramló közeg (levegő vagy vízsugár) és a vetülék közötti áramlási ellenállás gyorsítja fel és viszi át a szádnilyáson.

Brooks (USA) 1914-ben elsőként vetette be a vetüléket levegővel. Ballou 1929-ben szabadalmaztatta a szövőgépen a vető oldalon a fúvókát, míg a fogadó oldalon szívócsövet helyezett el és a vetülék szádnilyálásában való megvezetésére profílizott bordát alkalmazott. Svaty (volt Csehszlovákia) 1949-ben szabadalmaztatta a levegőt megvezető konfúzor lamellasort, ez széleskörű elterjedését eredményezte a P jelű légsugaras szövőgépeknek. A Nissan cég 1979-ben kezdte használni a felül záródó műanyag konfúzor bordát. Az 1980-as évektől az alagútbordás és segéd-fúvókás szövőgépek fejlesztése került a fejlesztések középpontjába [4, 5].

A légsugaras szövőgépek alapvető sajátossága a légsugaras vetülékbevitel, amelyhez az alábbi műszaki megoldások szükségesek:

- szövőgép levegőellátásának biztosítása,
- légsugár létrehozása és fenntartása a borda tengelyében,
- bevetésre kerülő vetülék hosszának lemérése és szádnilyálásba vetése,
- vetülékbevitelhez tiszta szádnilyálás létrehozása.

* dékán, egyetemi docens, a műszaki tudományok kandidátusa, Óbudai Egyetem, Környezetmérnöki Intézet, e-mail: patko@uni-obuda.hu

** adjunktus, Óbudai Egyetem, RKK, Környezetmérnöki Intézet, e-mail: szabo.lorant@rkk.uni-obuda.hu

A légsugaras szövőgépek vetülékbeviteli módszerének előnyei a többi szakaszos működésű szövőgéphez képest:

- nagy vetülékbeviteli teljesítmény,
- bevetéskor a felgyorsítandó vetülék és a levegő tömeg kicsi, például 30 tex-es fonal méterenkénti bevetéséhez kb. 1 g levegő szükséges,
- kisebb az alkatrészek költsége,
- a nagy áramlási sebesség ellenére a vetülék dinamikus igénybevétele nem túl nagy,
- a gép kiszolgálása egyszerűbb,
- alacsonyabb zaj- és vibrációs szint.

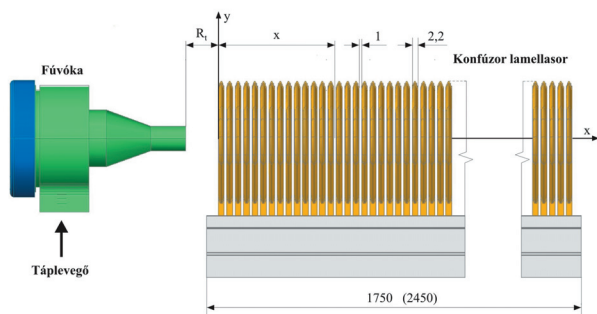
2. LÉGSUGARAS SZÖVŐGÉPEK FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE

A légsugaras szövőgépek a szakaszos működésű szövőgépek csoportjába tartoznak. Központi légtartályból a szövőgéphez vezetett levegő nyomásából származó energia a fúvókában mozgási energiává alakul, amely felgyorsítja és szállítja a vetüléket a különböző módon kialakított légvezető csatornában. A fúvókából kilépő levegő sebessége megközelíti és néha el is éri a helyi hangsebességet. A fúvókából kilépő levegő az álló levegővel keveredik, szétáramlik, az áramlás tengelyének sebessége a fúvókától távolodva rohamosan csökken, ezért a nagyobb bordaszélesség elérése végett a vetéspálya vonalában a légsebességet fenn kell tartani.

A légsugaras szövőgépek mechanikai felépítése a többi vetülékbeviteli rendszerhez képest egyszerűbb, mivel a vetülékbevitellel kapcsolatos mechanizmusokat áramlástechnikai és újabban egyre több elektronikai működtetésű elem váltja fel. A gyakorlatban elterjedten alkalmazott gépeket két csoportba sorolhatók:

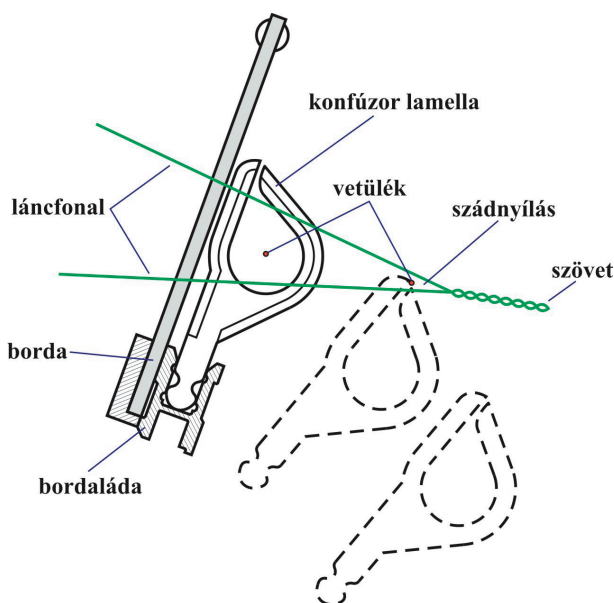
- P, illetve PN típusú,
- alagútbordás segéd-fúvókás légsugaras szövőgépek.

A gépek egyik alapvető sajátossága a szokványostól eltérő gépelrendezés, mivel a szövési sík 36 °-kal döntött, a szövethengert a lánchenger oldalon helyezték el. A másik sajátosság, hogy a vetüléket csak a fúvóka légáramával gyorsítják fel, s a vetüléket passzív elemekkel, az ún. konfúzor lamellasorok segítségével vetik be (1. ábra) [6].



1. ábra A fűvóka és a konfúzor lamellasor elhelyezése

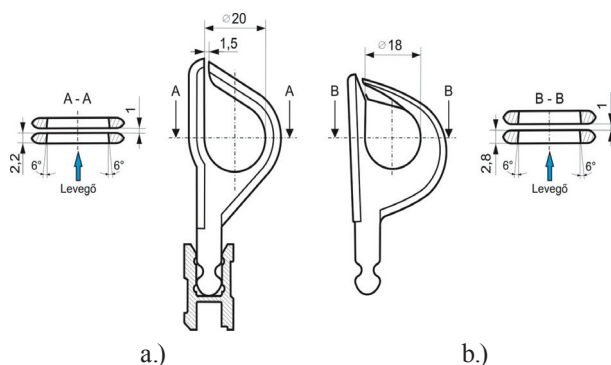
A bordaládát a legtöbb fűvókás szövőgépen forgattyús mechanizmussal lengetik, a légsugár és a vetülék a borda mozgását követi. A vetülékbevitel szempontjából kedvező, ha a vetüléket a szádnilyás középvonalában, a szövetszéltől lehetőség szerint távol vitetik be (2. ábra).



2. ábra A konfúzor lamella elmozdulása szövés közben

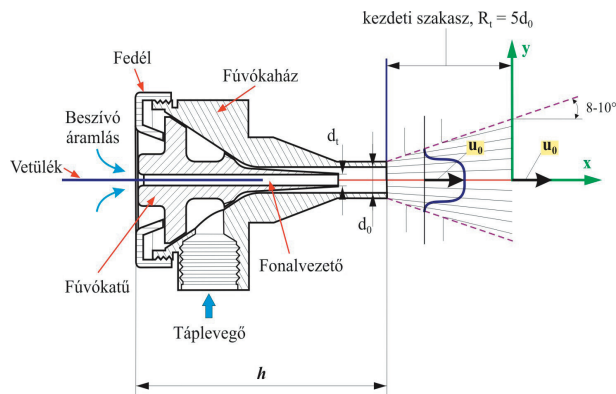
A légsugaras szövőgépeken a viszonylag a nagy vetülékbeviteli teljesítmények elérése végett a fűvókától távolabb (kb. $x = 170$ cm-ig) a vetéspálya vonalában a légsebesség fenntartható konfúzor lamellasorral. A kutatás során két típusú konfúzor lamellasort vizsgáltunk. A fém nyitott konfúzor lamellasort (3a. ábra) és a zárt műanyag konfúzor lamellasort (3b. ábra). Hosszuk 175 (245) cm, 5 (7) elemet tartalmazott és mindegyik elem 35 cm hosszú volt. A műanyag konfúzornál a zárónyelv, amellyel az áramlás szempontjából csaknem zárt gyűrűt kapunk, mely lehetővé teszi az alsó láncágon fennakadó vetülék kicsúszását a konfúzor lamellasorból a borda szövetszél felé mozgásakor. Így a felső részen – fémkonfúzorhoz képest – számottevően csökken a levegő kiáramlás a lamellasorból, ezáltal a műanyag

konfúzor lamellasorban a bevetés irányában kisebb a lamellasor tengelyében mérhető sebességsökkenés. A konfúzor lamellák azonban csak akkor hatásosak, ha azokat sűrűn helyezik el. A lamella-vastagság és lamellaköz aránya közelítőleg 3:1, emiatt a láncfonalak rendelkezésére álló rés kicsi. Ez nagyban korlátozza a gyártott szövetek láncfonal sűrűségének növelését, illetve a láncfonalak közé behatoló konfúzorok jelentősen megnövelik a láncfonalak igénybevételét.



3. ábra A kutatás során használt légvezetési módok (a) fém nyitott konfúzor lamellasor, (b) műanyag zárt konfúzor lamellasor [2, 3]

A kutatás során használt fűvóka típusát és a kiáramló szabadsugarú szakaszát mutatja a 4. ábra. A fűvóka a P típusú szövőgépeken használatos. Fontosabb paraméterei az alábbiak: a fűvóka hossza, $h = 70$ mm, kilépő csőnek belső átmérője, $d_0 = 7$ mm



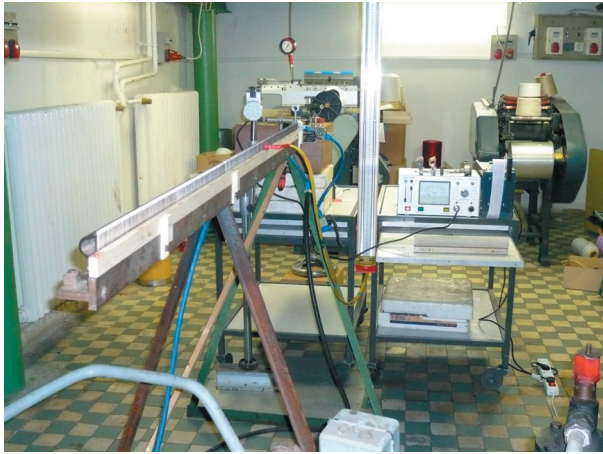
4. ábra P jelű gépeken alkalmazott fűvóka

3. LABORATÓRIUMI MÉRŐPAD ÉS SEBESSÉG MÉRŐRENDSZER KIALAKÍTÁSA

Óbudai Egyetem Textil Műhelyében laboratóriumi körülmények között vizsgáltuk (1. fotó) a légsugaras szövőgépek áramlástanai viszonyait a bemutatott fűvóka és a különböző konfúzor lamellasorok esetén.

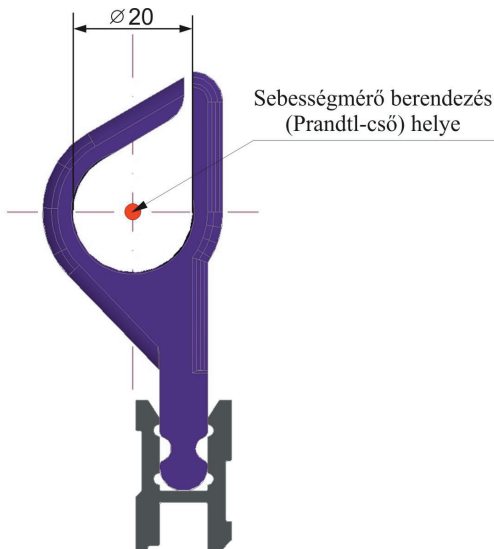
A mérőpadot a szövőgépeken alkalmazott alkatrészekből és a szövőgép tényleges méretei alapján állított

tuk össze, amely alkalmas a vetés tengelyében kialakuló sebességeloszlások, $u = 7f(x)$ mérésére.



1. fotó Laboratóriumi mérőpad kialakítása [7]

A mérőpad állványra szerelt fúvókából és tőle tengelyirányban, réstávolságra, R_t elhelyezett konfúzor lamellasorból áll (1. ábra). A fúvókából kilépő légsugár még tovább expandál, ennek alapján a réstávolságot, $R_t = 5 \cdot d_0$ távolságra állítottuk be, amely azonos a szabdsugár kezdeti szakaszával. A mérőpad kialakítása során arra törekedtünk, hogy a valós szövögépi viszonyok a lehető legnagyobb mértékben modellezhetőek legyenek, illetve az elemek helyzetének változtatása, valamint cseréje megvalósítható legyen. Üzemelő gépen a mérés a borda lengése miatt nem lehetséges. A tengelyirányú légsebességek meghatározására Prandtl-csövet használtunk.



5. ábra Prandtl-cső helyzete

A mérések alapján számított dinamikus nyomásból a Bernoulli-egyenlettel kapjuk az áramlási sebességet a mérés helyén

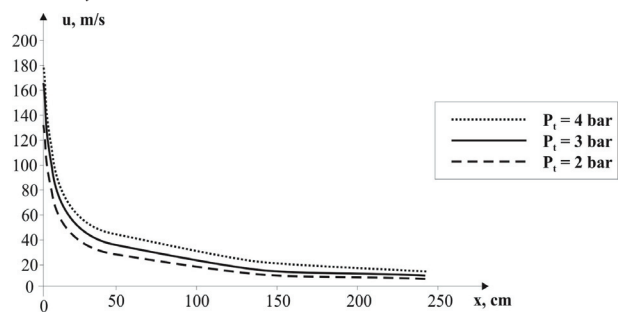
4. SEBESSÉGMÉRÉS ÉS A MÉRÉSI EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSE

A vizsgálatokat az alábbi légvezetési módok áramlási tengelyében kialakuló légsebesség meghatározására végeztük el:

- nyitott fém (3a. ábra),
- zárt műanyag konfúzor lamellasor (3b. ábra).

A kutatás alkalmával a dinamikus nyomásokat a bordaszélesség kezdetétől, $x = 0, 5, 10 \dots 245$ cm mérési pontoknál mértük (1. ábra).

Az áramlás tengelyében a sebességmérést stacionárius állapotban végeztük el három különböző tartálynymomás, $p_t = 2, 3$ és 4 bar esetén. A 6. ábra a fém konfúzor lamellasor (3a. ábra) tengelyében mért áramlási sebességek változását tartalmazza különböző tartálynymások (p_t) esetén



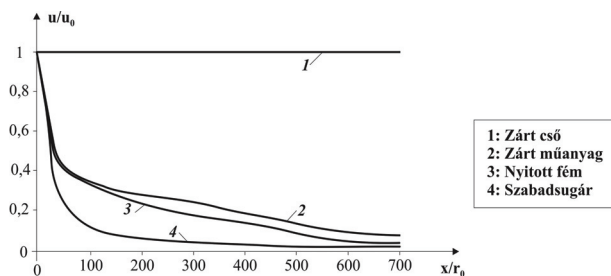
6. ábra Nyitott fém konfúzor lamellasor esetén a sebességváltozás

A tapasztalatot igazolták a mérési eredmények, miszerint a tartálynymomás (p_t) növelésével a lamellasor tengelyében mérhető áramlási sebességek nőnek. Látható, hogy a sebességek a konfúzor elején hirtelen csökkennek, majd utána $x \geq 7 d_0$ távolságban kevésbé. Ugyanezt a tendenciát kaptuk, amikor a mérősortozatot zárt műanyag konfúzor lamellasorral végeztük el.

A sebességeloszlást a lassuló szakasz több helyen megmérjük és dimenziótlan formában felrajzoljuk, az adott mérési helyen a legnagyobb u_0 sebességgel és a fúvóka belső sugarával (r_0) dimenziótlant

$$\frac{u}{u_0} = f\left(\frac{x}{r_0}\right) \quad (1)$$

függvényeket mutatja a 7. ábra. A dimenziótlan $\frac{u}{u_0} = f\left(\frac{x}{r_0}\right)$ függvénykapcsolat jellege nem függ a tartálynymástól (p_t). A függvények lefolyását csak az áramlást fenntartó légvezetési módok befolyásolják.



7. ábra Dimenziótlan áramlási sebességek a lassuló szakaszban a vizsgált légvezetési módok esetén

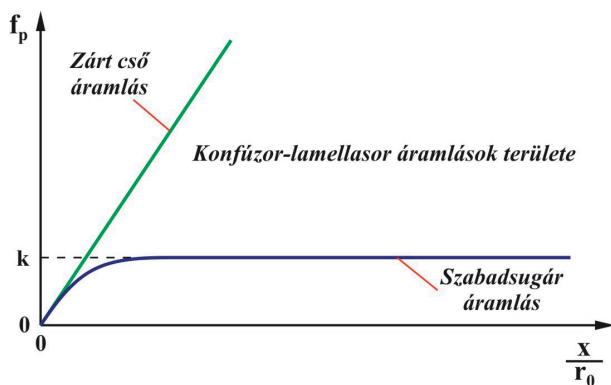
5. AZ ÁRAMLÁST LEÍRÓ MATEMATIKAI FÜGGVÉNYEK

A lamellisorban lévő áramlás esetén, mikor a lamellák belsejében vizsgáljuk az áramlást, akkor az áramlás csőben lévő áramlásként, míg a lamellák közötti térben akkor szabadsugár áramlásként viselkedik. Ha a lamellák közötti távolságot növeljük, akkor az áramlás egyre jobban hasonlít a szabadsugár áramlásra, ellenkező esetben a csőben kialakult áramlásra. Ebből a megfontolásból kiindulva a lamellisor tengelyében lévő áramlási sebességet az alábbi dimenziótlan formulával írjuk le:

$$\frac{u}{u_0} = \frac{f_p \left(\frac{x}{r_0} \right)}{\frac{x}{r_0}} \quad (2)$$

Az $f_p \left(\frac{x}{r_0} \right)$ függvény egy olyan dimenziótlan függvény, amely az áramlást fenntartó elem (cső, lamellisor, stb.) típusától, formájától függ csak. Elméleti megfonto-

lásaink alapján az 8. ábrán ábrázoltuk az $f_p \left(\frac{x}{r_0} \right)$ függvényeket és jelöltük azt a területet, ahol a lamellisorokat leíró függvények elhelyezkedhetnek.



8. Az egyes áramlásokhoz tartozó függvények elméleti elhelyezkedése

Az ismertetett laboratóriumi mérések alapján meghatározott f_p függvény értékeket a 9. ábra tartalmazza. Az ábrán másodfokú polinomokkal közelítettük a zárt és nyitott lamellisorokat leíró f_p függvényeket. A közelítéseknél meghatároztuk a korrelációs együttható, R értékeit is. Az $\frac{u}{u_0} = f \left(\frac{x}{r_0} \right)$ értékeit leíró matematikai

függvények méréseink és elméleti megfontolásaink szerint az alábbiak:

• nyitott lamellisor (3a. ábra) esetére

$$f_p = -0,0003 \left(\frac{x}{r_0} \right)^2 + 0,2526 \frac{x}{r_0} + 7,63 \quad (3)$$

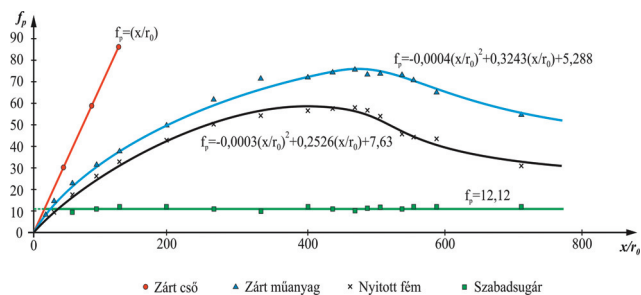
$$|R| = 0,9644 \quad (4)$$

• zárt lamellisor (3b. ábra) esetére

$$f_p = -0,0004 \left(\frac{x}{r_0} \right)^2 + 0,3243 \frac{x}{r_0} + 5,288 \quad (5)$$

$$\frac{u}{u_0} = \frac{f_p}{\frac{x}{r_0}} = \frac{-0,0004 \left(\frac{x}{r_0} \right)^2 + 0,3243 \frac{x}{r_0} + 5,288}{\frac{x}{r_0}} \quad (6)$$

$$|R| = 0,9898. \quad (7)$$



9. Különböző légvezetési módokra jellemző matematikai függvények

A 9. ábrán látható függvények alapján a bordaszélesség áramlási tengelyének tetszőleges helyén meghatározható az áramlási sebesség a nyomástól függetlenül bármely légvezetési módra.

Közel zárt műanyag konfúzor lamellisorra a 9. ábrán látható másodfokú függvényt használva kapjuk a tengelyirányú sebességet az áramlás tetszőleges (x) helyén:

$$u = \frac{f_p}{\frac{x}{r_0}} \cdot u_0 = \left(-0,0004 \frac{x}{r_0} + 0,3243 + 5,288 \frac{r_0}{x} \right) \cdot u_0 \quad (8)$$

6. EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Ebben a kutatásban a különböző légvezetési megoldások – nyitott fém és zárt műanyag konfúzor lamellisor

– tengelyirányú sebességeinek karakterisztikáját határoztuk meg. A kutatás főeredményei az alábbiakban foglalhatóak össze.

1. A tengelyirányú áramlási sebességeket egyszerű mérési módszerrel a légvezetési mód tetszőleges helyén mérhető.
2. Meghatároztuk a tengelyirányú sebességek változásának arányát, u / u_0 -t függetlenül a tartálynyomás nagyságától.
3. Meghatároztuk a konfúzor lamella típusokra jellemző függvényeket, amelyek függetlenek az alkalmazott nyomástól, a borda hosszúságától.
4. A sebességmérési eredményekből matematika módszereinek felhasználásával meghatároztunk olyan matematikai zárt formulákat, amelyek alkalmasak a két vizsgált légvezetési mód tengelyirányú légsebességeinek közelítő számolására, amennyiben ismert a maximális áramlási sebesség (u_0) a konfúzor lamelláskor belépési pontjánál (1. ábra).

Fenti vizsgálatok a konfúzor lamelláskor légsugaras szövőgépek légvezető rendszerét folyamatos áramlási viszonyok között vizsgálta a két szélsőséges állapothoz (szabad légsugár, zárt cső) viszonyítva. A valós viszonyok között azonban egy dinamikus hatás lép fel, másodpercenként az álló közegben többször (5-20) kell létrehozni a bevetés tengelyében a légáramlást [1].

7. SUMMARY

In this research we determined the characteristics of the axial velocities of different air guidance methods – open metal and closed confusor drop wires. The main results of the research are summarized as follows:

1. *We have measured the axial flow velocities at any place of the air guidance system with a simple measurement method.*
2. *We determined the ratio of the variation in axial velocities u / u_0 independently of the tank pressure.*
3. *We determined the functions typical of confusor drop wire types, which are independent of the ap-*

plied pressure, the reed length and dependent on the geometry of the applied air guidance method.

4. *From the results of the speed measurements by using mathematical methods we determined such closed mathematical functions which are suitable for the approximate calculation of the axial air velocities of the two examined air guidance systems if we know the maximum flow velocity (u_0) at the entry point of the confusor drop wires (Figure 1).*

The above examinations studied the air guidance systems of air jet machines with confusor drop wires during continuous flow conditions in relation to the two extreme conditions (free air jet, closed tube). However, in real conditions a dynamic effect occurs, in the stationary medium the air flow must be created in the axis of insertion several times per second (5-20) [7].

IRODALOM

- [1] PATKÓ I., SZABÓ L.: A szövés és áramlás kapcsolatának vizsgálata légsugaras szövőgépeken. Magyar Textiltechnika LXII. évf. 2009/5, 194-200 o.
- [2] PATKÓ I.: Lamellák közötti áramlás tulajdonságainak meghatározása. Kandidátusi disszertáció, Budapest, 1994, 74-75 o.
- [3] I. PATKÓ: The Nozzle's Impact on the Quality of Fabric on the Pneumatic Weaving Machine. Springer, Volume 243, 2009, UK. pp. 583-592.
- [4] SZABÓ R. : Szövőgépek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985, 148 o.
- [5] S. ADANUR: Handbook of Weaving. Lancaster, Pennsylvania, 2001, pp. 189-191.
- [6] M. ISHIDA, A. OKAJIMA, Y. SHIMADA, T. KURATA, F. HOSHIAI: Experiments of Flow of Air Jet Loom with Air Guides Part 1: Characteristics of Flow Injected into Air Guides. Journal of the Textile Machinery Society of Japan, 1989, Vol. 36, No. 4, pp.127-128.
- [7] I. PATKÓ, L. SZABÓ: The Study of the flow Conditions of Air Jet Weaving Machines. Proceedings of the 10th International Symposium of Hungarian Researchers 12-14 11 2009, pp. 391-412.