

تأثیر هندسه شیپوره بر برخی خواص نخ های حجیم شده با جت هوا - زاویه روزنه ورود هوا و مصرف هوا

م. حقیقت کیش
دانشیار

م. افشاری
دانشجوی دکترا

دانشکده مهندسی نساجی. دانشگاه صنعتی امیرکبیر دانشکده مهندسی نساجی. دانشگاه صنعتی امیرکبیر

الف. دامنگیر
عضو هیئت علمی

دانشکده مهندسی مکانیک. دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

زاویه روزنه هوا به عنوان یکی از عوامل مهم در هندسه شیپوره مورد توجه است. اثر فشار هوا و تغذیه اضافی در شیپوره های با زاویه متفاوت روزنه هوا بر روی خواص نخ حجیم با توجه به تنوری های موجود، مورد بحث قرار گرفته است. به علاوه اندازه گیری های دبی حجمی هوا در هنگام کار ماشین نشان می دهد، که به طور عمومی شیپوره در حال خفه شدن کار می کند، و مقدار مصرف هوا به هندسه شیپوره بستگی دارد. در محدوده انتخابی متغیرها، بین تنش در ناحیه تولید (بین شیپوره و غلتک تولید) و خواص نخ ارتباطی به دست نیامد.

Effects of Nozzle Geometry on Physical Properties of Air Jet Textured Yarn-Air Inlet Hole Angle and Air Consumption

M. Afshari
Ph. D Student

M. Haghghat Kish
Associate. Prof.

Textile Eng., Dept., Amirkabir Univ. of Tech. Textile Eng., Dept., Amirkabir Univ. of Tech.

E. Damangir

Dept. of Mech. Eng. Amirkabir Univ. of Tech.

Abstract

The air inlet hole angle is considered as an important parameter of nozzle geometry. A laboratory texturing machine is used to study this effect together with the effect of air pressure and yarn over feed on yarn properties, using nozzles with three different air inlet hole angle. Referring to current theories the results of measurements are discussed. Furthermore measurement of volume flow rate indicates that all the nozzles work under choking conditions. Air consumption depends on nozzle geometry. The yarn tensions in production zone (between nozzle and delivery rollers) are not correlated with the yarn properties.

کلمات کلیدی:

air- get, geometry, bulk, textured, yarn nozzle
(جت - هوا، هندسه، حجم، نخ تکسچره شده، شیپوره)

۱ - مقدمه

نخ های فیلامنتی مداوم که به وسیله روش های نوب ریسی تولید می شوند، صاف، مستقیم و بدون موج هستند. امروزه به منظور تبدیل نخ های فیلامنتی به نخ هایی با ظاهری شبیه به نخ های ریسیده شده از الیاف کوتاه - برای استفاده در منسوجات - از روش حجیم نمودن نخ با جت هوا استفاده می شود. گرچه این روش تجارتي شده است، لیکن به جهت فنی - اقتصادی مسائل آن همچنان مورد توجه محققین می باشد. به نظر می رسد چنانچه مشکلات فنی این روش شناخته و بهینه گردد، برای تولید نخ قابل مصرف در بافندگی، روشی ساده و اقتصادی است.

در مراجع [۲، ۱] کارهای انجام شده تا سال ۱۹۹۱ مرور و جمع بندی شدند. در این مقاله در راستای موضوع، تنها مقالات و کارهای انجام شده پس از این تاریخ مرور می گردد.

مانند تولید نخ های معمولی از الیاف کوتاه، یکی از عیوبی که در تولید نخ های حجیم شده با جت هوا ملاحظه می گردد، به وجود آمدن قرص (nep) است. سن گوپتا (Sengupta)، کوتاری (Kothari) و همکارانشان [۴، ۵، ۶] اثر پارامترهای فرآیند بر تشکیل قرص و دلایل تشکیل قرص را بررسی نمودند. کوتاری و همکاران [۷] اثر هندسه زائده برخوردی و موقعیت آن نسبت به خروجی نازل را روی فرکانس قرص، حجم و ناپایداری نخ های حجیم بررسی نمودند.

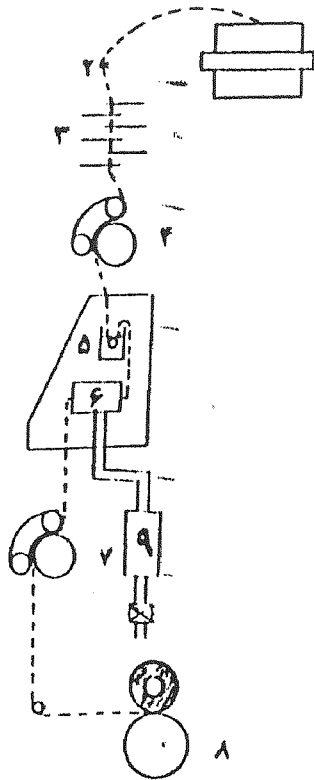
اثر هندسه شیپوره بر نوع جریان و خواص نخ مورد

توجه بسیاری محققین قرار گرفته است [۸-۱۲]. ورستیگ (Versteeg) و همکاران [۹] در نه (۹) شیپوره استوانه ای بیشترین دبی حجمی در حالت خفه شدن (یعنی در حالتی که سرعت جریان هوا برابر سرعت صوت است و عدد ماخ برابر یک می شود). را محاسبه نموده و با مقایسه با دبی حجمی اندازه گیری شده نشان دادند که جریان هوا در روزنه خفه می شود. به نظر این محققین وجود امواج ضربه ای شرط لازم و کافی برای حجیم کردن خوب، نیست.

بیلجین (Bilgin) و همکاران [۱۲] اثر پارامترهای هندسی را در شیپوره های با سطح مقطع مربع، بررسی نموده و نشان دادند ایجاد واگرایی در انتهای کانال اصلی، جرم مخصوص خطی نخ را افزایش و ناپایداری را کاهش می دهد. افزایش تعداد روزنه هوا در شیپوره های با سطح مقطع مربع مطلوب نمی باشد. در مورد زاویه روزنه هوا لزوم تحقیقات بیشتر را توصیه نمودند.

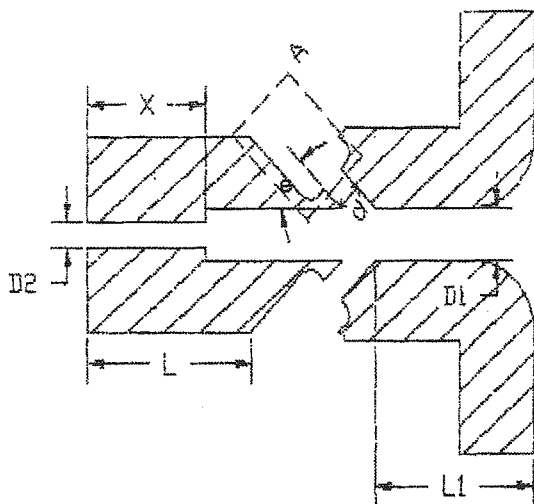
تعیین نقش آب در فرآیند حجیم کردن همچنان مورد توجه است. چند (Chand) [۱۳] ضمن مروری بر نظریات محققان مختلف در رابطه با نقش آب عقیده دارد که بهبود در خواص نخ های حجیم شده مرطوب به وسیله یک مقدار جزئی آب در جریان اولیه، به دلیل دوره ای بودن فرآیند حجیم شدن نخ در جت هوا است.

اگر چه پیشینه تولید نخ های حجیم به قبل از دهه ۱۹۵۰ برمی گردد، ولیکن هنوز محققین یک کمیت فیزیکی برای نشان دادن خواص فیزیکی و ظاهری نخ ارائه نداده اند. در مقالات مختلف [۱۴، ۱۵] کمیتهایی مانند استحکام، ازدیاد طول گسیختگی، افزایش جرم مخصوص خطی و ناپایداری را به عنوان مشخصه های



- ۱ - بسته نخ تغذیه، ۲ - راهنما، ۳ - وسیله کشش نخ
- ۴ - حمام آب، ۵ - غلتک تغذیه، ۶ - شیپوره
- ۷ - غلتک تولید، ۸ - غلتک برداشت، ۹ - روتامتر

شکل (۱) مسیر عبور نخ در دستگاه آزمایشگاهی، حجیم کردن نخ



شکل (۲) نمایش هندسه شیپوره

نخ در نظر گرفته اند. امید می رود با پیشرفت فنون پردازش تصویر بتوان ویژگی های هندسی و ساختمانی این نخ ها را مشخص نمود. آکار (Acar) و همکاران [۱۶] برای تعیین اندازه و فرکانس حلقه در طول زیادی از نخ در زمانی کوتاه از یک وسیله برق - نوری استفاده نمودند که سایه نخ روی ۲۵۶ فتودیود افتاده و با ارسال پیام از دیویدا به کامپیوتر اندازه و فرکانس حلقه ارزیابی می شود. سرینیواسان (Srinivasan)، سن گوپتا و همکارانشان [۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰] عملیات با جت هوا روی نخ های ریسیده شده از الیاف کوتاه را مطالعه نمودند و اثر شکل ساختمانی نخ (کارد شده، شانه شده، روتور، سیروسپان (sirospun)، کامپوزیت (composite) و متغیرهای آن (جرم مخصوص خطی، تراکم، ظرافت و مهاجرت الیاف) و پارامترهای فرآیند را روی خواص نخ های حجیم شده بررسی نمودند.

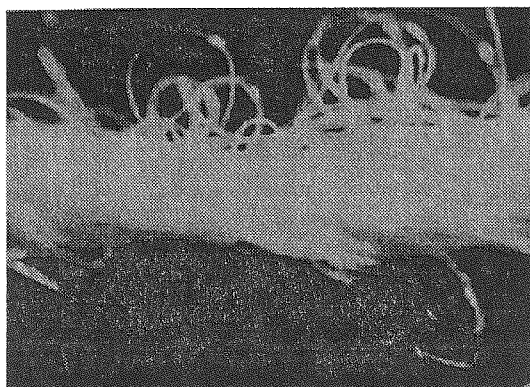
در مقالات قبلی [۱، ۲، ۸] نتیجه شد که ایجاد حلقه یا فر و موج در نخ را نمی توان فقط به مکانیزم مشخصی (باز شدن مجازی تاب در اثر گردابی بودن جریان هوا با اغتشاشی بودن جریان هوا) نسبت داد و هندسه شیپوره و پارامترهای فرآیند در ایجاد حلقه مؤثرند، که تأثیر هر کدام باید مشخص شود، در ضمن ارتباط خواص نخ با حلقه ها باید تعیین گردد.

بنابراین اثر هندسه شیپوره و ارتباط آن با پارامترهای فرآیند هنوز مورد بحث است. در این مقاله اثر فشار هوا و تغذیه اضافی بر خواص نخ در شیپوره های با زاویه متفاوت روزنه هوا و میزان مصرف هوا مورد توجه قرار می گیرد.

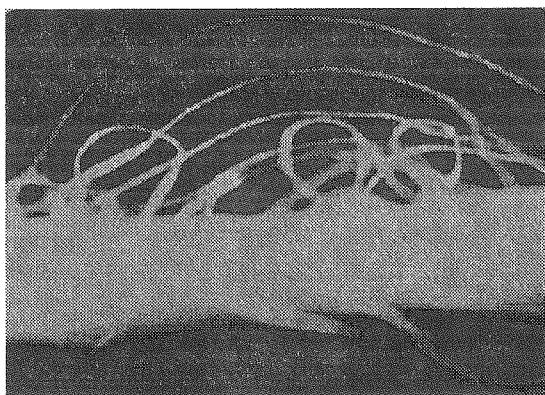
۲ - تجربیات

دستگاه آزمایشگاهی حجیم کردن نخ با روتامتر (Rotameter) هوا مجهز گردید. شکل ۱ مسیر عبور نخ را در دستگاه آزمایشگاهی تکمیل شده نشان می دهد. سه گروه شیپوره ساخته شد. هر گروه شامل ۲ عدد شیپوره است و زاویه سوراخ های هوا در هر گروه ۳۰، ۴۵، ۹۰ درجه می باشند و بقیه پارامترهای هندسی شیپوره ها یکسان می باشد. شکل ۲ هندسه و ابعاد شیپوره را نشان می دهد. شیپوره ها از جنس فولاد skp ساخته شده اند. در تمام شیپوره ها، $L=15$ ، $X=5$ ، $d=1$ ، در تمام شیپوره ها، $D2=2$ ، $D1=1$ (mm) بود، زوایا ۳۰، ۴۵ و ۹۰ درجه و $L1$ به ترتیب زاویه برابر 15 ، 12 ، $9/8$ (mm) و دو شیپوره از هر زاویه ای ساخته شد.

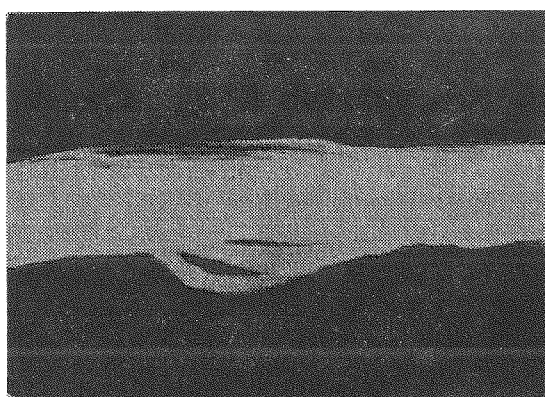
درجه (شکل ۳) ظاهری متفاوت با نخ تولیدی با زاویه ۹۰ درجه (شکل ۴) دارد. در زاویه ۹۰ درجه حلقه های ایجاد شده بزرگتر از حلقه های ایجاد شده با دو زاویه دیگر است.



شکل (۳) حلقه های کوچک در نخ حجیم شده در شیپوره با زاویه روزنه هوای ۳۰ یا ۴۵ درجه



شکل (۴) حلقه های بزرگ در نخ حجیم شده در شیپوره با زاویه سوراخ هوای ۹۰ درجه



شکل (۵) نخ خام

نخ فیلامنتی پلی استر کارخانجات پلی اکریل اصفهان ۳۰۰ den/68f با دستگاه رینگ دولاتابی و نخ ۶۰۰ den با ۱۵۰ تاب در متر به عنوان نخ تغذیه مورد استفاده قرار گرفت.

نمره نخ حجیم از توزین ۵ کلاف ۱۲۰ یاردی محاسبه گردید. آزمایش استحکام و ازدیاد طول گسیختگی با دستگاه اینسترون انجام شد. (تعداد نمونه نخ ۱۵، طول نمونه ۳۰ cm، سرعت فک ۲۰ cm/min) آزمایش ناپایداری مطابق روش اصلاح شده رای (Wray) [۲۵] با استفاده از دستگاه اینسترون انجام شد و از اختلاف درصد ازدیاد طول نخ حجیم شده و خام در نیروی ۳ g/tex به دست می آید (تعداد نمونه نخ ۱۵، طول نمونه ۳۰ cm، سرعت فک ۲۰ cm/min).

بنا به نظر سن گوپتا و همکاران [۲۱] وابستگی مستقیمی بین حجم و ضخامت پارچه تولید شده از آن وجود دارد. لذا برای ارزیابی حجم نخ، پارچه با بافت حلقوی پودی تولید و ضخامت آن با میکرومتر در ۱۵ نقطه با فشار وارده 240 g/cm^2 اندازه گیری شد. مشخصات ماشین تولیدی پارچه برای تمام نخ ها یکسان بود.

در هنگام تولید، مصرف هوا به وسیله دبی سنج ساخت شرکت آزمون متمم و نیروی کششی به وسیله کشش - سنج ساخت Rothschild اندازه گیری شد. مصرف آب نیز به وسیله یک استوانه مدرج اندازه گیری و در تمام آزمایش ها برابر 0.15 Lit/Hr بود.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مشاهدات اولیه

مشخصات هندسی شیپوره اثر عمده ای بر جریان هوا دارد. بر اساس آزمایش های قبلی [۸] مشخصات شیپوره انتخاب و تصمیم گرفته شد که اثر زاویه روزنه هوا بر خواص نخ حجیم بررسی گردد. در آزمایش های اولیه معلوم گردید که وجود یک قسمت همگرا و محدود بودن طول سوراخ نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بدون ایجاد قسمت همگرا نخ حجیم نگردید و پس از ایجاد یک گودی به قطر $1/5 \text{ mm}$ و عمق 0.5 mm (قسمت A شکل ۱) تولید نخ حجیم میسر شد.

با میکروسکوپ نوری Carl zeiss با بزرگنمایی $25 \times$ نمونه هایی از نخ های تولیدی و خام مشاهده گردید. عکس های تهیه شده از این نخ ها در شکل ۲، ۴، ۵ نشان داده شده است. برای همه نخ های تولیدی اغتشاش هوا مؤثر بوده و فیلامنت ها را از نخ خارج و به صورت حلقه درآورده است. نخ تولیدی با زاویه روزنه هوای ۳۰ و ۴۵

۳-۲- خفه شدن جریان هوا در روزنه ورودی

برای مقایسه دبی حجمی اندازه گیری شده با بیشترین مقدار دبی حجمی هوا (حالت خفه شدن) نخست دبی حجمی خوانده شده از روتامتر را با استفاده از رابطه ۱ به دبی حجمی در شرایط هوای استاندارد تبدیل می شود [۲۲].

$$\frac{Q_N}{Q_R} = \sqrt{\frac{\rho_R}{\rho_N}} = \sqrt{\frac{P/RT}{\rho_N}} \quad (1)$$

و یا: $Q_N = Q_R \sqrt{\frac{(P1+1.013) \times 101325 + 86666}{287 \times 293.15 \times 1.204}}$

در این رابطه:

P: فشار مطلق (پاسکال)

P1: فشار نسبی (بار)

T: دما (کلوین) برابر ۲۹۳/۱۵

R: ثابت گازها برابر (۲۸۷ Pa/K)

ρ_N : دانسیته هوا در شرایط استاندارد (۱ atm, ۲۰ °C)

برابر ۱/۲۰۴

ρ_R : دانسیته هوا در فشار اعمالی (Kg/m³)

فشار بارومتری تهران ۸۶۶۶۶ پاسکال در نظر گرفته شده است.

در جدول (۲) دبی حجمی خوانده شده از روتامتر (Q_R) و معادل آن در شرایط استاندارد (Q_N) در فشارهای متفاوت آزمایش آمده است.

جمعی از محققان از جمله آکار [۲۴] معتقدند هر چه حلقه ها و جعد مؤثر در حین تولید بیشتر باشد، نیروی کششی نخ در هنگام تولید در منطقه تولید افزایش می یابد. برای بررسی این نظر نیروی کششی در منطقه تولید اندازه گیری شد.

در جدول ۱ نتایج به دست آمده از اندازه گیری این نیروی کششی داده شده است. دیده می شود که با افزایش فشار هوا به میزان ۱ bar، نیروی کششی ۱-۵/۰ سانتی نیوتن افزایش داشته است. این افزایش کشش به علت افزایش سرعت هوای خروجی و در نتیجه سرعت پرتاب فیلامنت ها به بیرون از شیپوره است.

بین کشش نخ در منطقه تولید با زاویه های ۳۰ و ۴۵ درجه تفاوت چندانی مشاهده نمی گردد. اما در زاویه ۹۰ درجه کشش حدود ۱-۵/۰ سانتی نیوتن کاهش می یابد. در حالی که در زاویه ۹۰ درجه ظاهر نخ ها حلقه بیشتری را نشان می دهد. و به طوری که در شکل ۱۳ نیز می آید، دانسیته خطی در این زاویه بیشینه است. بنابر این نیروی کششی نخ در منطقه تولید هماهنگ با نظر ورستیگ و همکاران [۹] و برخلاف نظر آکار [۲۴] نمی تواند نشان دهنده حجیم شدن نخ باشد.

جدول (۱) تنش نخ در منطقه تولید (cN)

فشار زاویه	۴bar	۵bar	۶bar	۷bar
۳۰	۲/۵-۳	۲/۵-۳	۳/۵-۴	۴-۴/۵
۴۵	۲-۲/۵	۲/۷-۳/۲	۳/۵-۴	۵/۵-۶/۵
۹۰	۰/۹-۱/۵	۱/۲-۱/۷	۲-۲/۵	۳-۳/۵

جدول (۲) مقادیر دبی حجمی روتامتر و دبی حجمی استاندارد در فشارهای متفاوت

Q_N (m ³ /Hr)				Q_R (m ³ /Hr)				θ زاویه / فشار P (bar)
۷	۶	۵	۴	۷	۶	۵	۴	
۱۱/۱۴	۹/۷۶	۸/۵۴	۷/۱۲	۴	۳/۷۵	۳/۵۵	۳/۲۵	۳۰°
۱۰/۸۶	۹/۵۰	۸/۱۸	۶/۷۹	۳/۹	۳/۶۵	۳/۴	۳/۱	۴۵°
۱۰/۳۱	۹/۲۴	۷/۹۴	۶/۳۵	۳/۷	۳/۵۵	۳/۳	۲/۹	۹۰°

خطای روتامتر، خطای مشاهده گر، تغییر دما، ایده آل نبودن گاز، یکسان نبودن مساحت روزنه ایده آل با واقعی دانست.

۳-۳. محاسبه مصرف هوا برای تولید مقدار معین نخ

اگر سرعت تولید نخ را V (m/min)، جرم مخصوص خطی نخ D (in) دنیر و جرم مخصوص خطی نخ تولیدی را D (out) دنیر فرض کنیم. بنابر این تولید دستگاه در ساعت بر حسب کیلوگرم (P) برابر است با:

$$P = V \text{ m/min} \cdot \frac{D \text{ (out)}}{9000} \text{ g/m} \cdot \frac{60 \text{ min/hr}}{1000}$$

$$P = \frac{V \times D \text{ (out)}}{150000} \text{ kg/hr}$$

از طرفی دبی جرمی هوای مصرفی بر حسب کیلوگرم (M) را می توان از دانسته هوا ρ_N و دبی خوانده شده از روتامتر Q_N ، محاسبه نمود:

$$M = \rho_N \cdot Q_N = 1.204 \cdot Q_N$$

اگر مصرف هوا به ازاء تولید یک کیلوگرم نخ را مصرف ویژه نامیده و با (C) نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$C = \frac{M}{P} \text{ kg (air) / kg (yarn)}$$

و یا:

$$C = 180600 \cdot \frac{Q_N}{V \cdot D \text{ (out)}} \quad (3)$$

رابطه (۳) نشان می دهد که با افزایش سرعت نخ و جرم مخصوص خطی نخ تولیدی، مصرف هوا برای تولید مقدار مشخصی نخ کاهش می یابد.

آزمایش هایی برای نشان دادن اثر فشار ورودی هوا و زاویه روزنه هوا بر دنیر نخ و مصرف ویژه هوا انجام شد. در این آزمایش ها نخ خام با دنیر ۶۰۰ و با سرعت تولید 35 m/min استفاده شده است. نتیجه های به دست آمده در جدول ۴ دیده می شود. از این آزمایش ها نتیجه می شود که با افزایش فشار هوا، مصرف ویژه هوا افزایش می یابد، ولی دنیر نخ افزایش چندانی که قابل مقایسه با مصرف هوای اضافی باشد، نشان نمی دهد. اما تغییر زاویه ورودی از ۳۰ به ۹۰ درجه هم مصرف هوا را کاهش داده و هم دنیر نخ تولیدی را بهبود بخشیده است.

دبی های محاسبه شده قابل مقایسه با دبی های محاسبه شده توسط ورستیگ و همکاران [۹] می باشد. برای شیپوره های گوناگون دبی محاسبه شده در شرایط استاندارد را از ۵ تا ۱۷ متر مکعب در ساعت به دست آوردند. برای شیپوره مشابه شیپوره این آزمایش که با فشار ۸ بار آزمایش کرده اند، دبی محاسبه شده آنها $12/2$ متر مکعب در ساعت است که قابل مقایسه با نتایج این آزمایش می باشد.

باتوجه به جدول ۲ دیده می شود که با افزایش زاویه روزنه هوا دبی حجمی کاهش می یابد. دلیل آن می تواند افزایش میزان جریان انعکاسی به عقب و کاهش اندازه سطح روزنه خروجی باشد. دبی در حالت خفه شدن از رابطه ۲ محاسبه شده است: [۲۲]

$$Q = \frac{P_0 A}{\rho_N \sqrt{T_0}} \times \sqrt{\frac{\phi}{R}} \times \frac{1}{\frac{(\phi+1)^{1/2} (\phi-1)}{2}} \quad (2)$$

که در این رابطه:

ϕ : C_p/C_v برابر ۱/۴

R : ثابت گازها (Pa/K)

P_0 : فشار سکون (مطلق) (pa)

P_1 : فشار نسبی (بار)

T_0 : دمای سکون (K)

ρ_N : دانسیته هوا در شرایط استاندارد (kg/m^3)

A : مساحت روزنه های هوا (m^2)

با جاگذاری پارامترها در این رابطه دبی حالت خفه شده در فشارهای ورودی گوناگون به دست آمده که در جدول ۳ ملاحظه می گردد.

جدول (۳) دبی حجمی در شرایط خفه شدن (m^3/Hr) از رابطه ۲

فشار	۲bar	۵bar	۶bar	۱۳bar
Q	۸/۰۹۵	۹/۷۵۹	۱۱/۴۲۲	۱۳/۰۸۶

از آنجایی که نسبت دبی حجمی در شرایط خفه شدن به دبی حجمی محاسبه شده استاندارد (مقادیر Q در جدول ۳ به Q_N در جدول ۲) برای زاویه ۳۰، ۴۵، ۹۰ درجه به ترتیب برابر ۱/۱۳، ۱/۱۹، ۱/۲۷ می باشد، می توان گفت شیپوره ها در شرایط خفه شدن عمل می کند. انحراف از مقدار دقیق یک را می توان به علت

جدول (۲) مقدار هوای مصرفی بر حسب کیلوگرم (C) برای تولید یک کیلوگرم نخ در فشار و زاویه روزنه هوای متفاوت از رابطه ۳

فشار (بار)		۴		۵		۶		۷	
زاویه (درجه)		C	D (out)	C	D (out)	C	D (out)	C	D (out)
۳۰		۵۶/۲	۶۶۷/۰۱	۶۶/۱	۶۶۷/۴	۷۵/۴	۶۷۰/۳	۸۵/۷	۶۶۷/۴
۴۵		۵۳/۷	۶۵۳/۶۸	۶۴/۶	۶۶۱/۱	۷۴/۱	۶۶۳/۴	۸۴/۵	۶۶۳/۴
۹۰		۴۹/۵	۶۶۶/۴۱	۶۱/۵	۶۶۵	۷۱/۷	۶۶۹	۷۹/۵	۶۶۹

۳-۴. اثر فشار هوا بر خواص نخ

برای بررسی اثر فشار هوا در سرعت تولید $26/5 \text{ m/min}$ ، تغذیه اضافی ۲۰٪ و در فشارهای نسبی ۴، ۵، ۶، ۷ bar نخ تولید گردید. نتایج حاصل از اندازه گیری خواص نخ با استفاده از نرم افزار آماری SYSTAT مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. شکل های ۶ تا ۱۰ اثر فشار هوا را روی استحکام، ازدیاد طول تا حد پارگی، دنیر، ناپایداری و ضخامت پارچه نشان می دهند. شکل ۶ اثر فشار هوا را بر روی درصد کاهش استحکام نسبت به نخ خام در شیپوره های با زاویه متفاوت روزنه هوا نشان می دهد. تأثیر فشار هوا را می توان با نظریات آکار و همکاران [۲۴] توضیح داد. با افزایش فشار هوا اغتشاش و نایکنواختی توزیع سرعت جریان هوا افزایش می یابد. و در نتیجه اختلاف نیروهای عملگر بر فیلامنت ها افزایش یافته و جابجایی طولی فیلامنت ها نسبت به یکدیگر بیشتر می شود و تقسیم نیرو نایکنواخت تر شده و مناطق صاف برای تحمل نیرو کاهش می یابد [۲۲]. و در نتیجه درصد کاهش استحکام نسبت به نخ خام زیاد می شود.

در زاویه ۳۰ درجه درصد کاهش استحکام بیشتر از زاویه ۴۵ درجه است. به نظر می رسد در این دو زاویه تغییر خصوصیات جریان هوا با افزایش فشار هوا تفاوت چندانی ندارد. چون شیب درصد کاهش استحکام در آنها تقریباً مساوی است. ولیکن در زاویه ۳۰ درجه به علت وجود یک طول بهینه برای جریان اولیه تعداد حلقه بیشتر و درگیری حلقه ها مؤثرتر از زاویه ۴۵ درجه می باشد.

باتوجه به نتیجه مقاله قبل [۸] که برای طول جریان اولیه (L۱) بسته به بقیه ابعاد شیپوره یک بهینه وجود دارد، طول بهینه ارائه شده در شیپوره با هندسه مشابه تقریباً مساوی با طول جریان اولیه موجود در زاویه ۳۰ درجه می باشد.

در زاویه ۹۰ درجه شیب تغییر استحکام بیشتر از دو زاویه دیگر است. احتمالاً افزایش اغتشاش و نایکنواختی توزیع سرعت در اثر افزایش فشار هوا بیشتر است که موجب مؤثرتر بودن فشار می گردد. همچنین در زاویه ۹۰ درجه به علت سطح تماس بیشتر فیلامنت ها با ضربه اولیه هوا نیروی وارد بر فیلامنت ها بیشتر بوده و بیشتر بودن طول جریان اولیه موجب تشکیل حلقه بیشتر و کاهش استحکام بیشتر می شود (استحکام نخ خام $2617/5$ و به 2250 در فشار ۴ bar تقلیل می یابد).

در شکل ۷ ملاحظه می شود که با افزایش فشار هوا ازدیاد طول تا حد پارگی کاهش می یابد. چون درگیری حلقه ها افزایش یافته و تحت اثر اعمال نیرو حلقه ها باز نمی شوند. با مقایسه با ازدیاد طول تا حد پارگی نخ خام مشخص می شود که ازدیاد طول کمی کاهش دارد (ازدیاد طول گسیختگی $25/27\%$ به 22% تقلیل می یابد).

در مورد اثر فشار هوا تنها در مورد ازدیاد طول تا حد پارگی نتیجه مخالف با نتایج کوتاری [۱۴] می باشد. شکل ۸، ۹ نیز نشان می دهند که با افزایش فشار هوا دنیر نخ افزایش و ناپایداری کاهش می یابد. بیشتر بودن

۵-۳- اثر ازدیاد تغذیه بر خواص نخ

برای بررسی اثر تغذیه اضافی در سرعت m/min ۳۶/۵، فشار ۵bar (نسبی) در تغذیه اضافی ۱۰٪، ۲۰٪، ۳۰٪ نخ تولید گردید. شکل ۱۱ تا ۱۵ تأثیر تغذیه اضافی را بر استحکام، ازدیاد طول تا حد پارگی، دنیر، ناپایداری و ضخامت پارچه نشان می دهند.

به نظر محققین مختلف [۱۴، ۱۵، ۲۴] با افزایش تغذیه اضافی طول اضافی فیلامنت به حلقه های بزرگ و کوچک تبدیل می شود. در نتیجه تعداد حلقه افزایش و منجر به افزایش دنیر، ناپایداری، ازدیاد طول تا حد پارگی، ضخامت پارچه و درصد کاهش استحکام می گردد. در آزمایش های انجام شده شیب تغییرات خواص در هر سه زاویه تقریباً یکسان است. یعنی تأثیر تغذیه اضافی به زاویه ارتباطی ندارد. نتایج در مورد اثر تغذیه اضافی موافق با نتایج دمیر (Demir) [۱۵] و کوتاری [۱۴] می باشد. ملاحظه گردید در تغذیه اضافی بیشتر از ۲۰٪ فرآیند ناپایدار می گردد.

بنابراین تا اندازه مشخصی می توان در فیلامنت ها حلقه ایجاد کرد.

روابط خطی بین خواص نخ با تغذیه اضافی و زاویه روزنه هوا به صورت رابطه ۵ می باشد. ضرایب آن در جدول ۶ داده شده است. مقدار R محاسبه شده با مقادیر R^* بحرانی جداول برای درجه آزادی مشخص و سطح احتمال ۹۹/۵٪ ($R^* = 0/267$) مقایسه گردید. بنابراین همبستگی قوی بین خواص نخ و تغذیه اضافی با معادله خطی جز در مورد ازدیاد طول تا حد پارگی وجود دارد. مقایسه مقادیر F محاسبه شده با F^* (از جدول توزیع F) نشان دهنده معنی دار بودن رابطه خطی در تمام موارد جز در مورد ازدیاد طول تا حد پارگی است.

(۵) زاویه سوراخ هوا $\times b$ + تغذیه اضافی $\times a$ + ثابت = خواص نخ

جدول (۶) ضرایب معادله خطی بین خواص نخ با تغذیه اضافی و زاویه روزنه هوا (رابطه ۵) و R, F و ($F^* = 6/7, \alpha = 0/01$)

خاصیت نخ	a	b	F	R
استحکام	-۲۰/۲۵	-۰/۱۸۲	۳۰۲/۹	۰/۸۳
ازدیاد طول تا حد پارگی	۰/۰۵۷	۰/۰۰۳	۵/۲	۰/۱۹
دنیر	۳/۲۴۷	۰/۱۱۹	۳۱۵/۲	۰/۹۳
ضخامت پارچه	۰/۰۰۶	۰	۲۶۴/۵	۰/۸۸
ناپایداری	۰/۲۱۸	۰/۰۱	۴۲۱/۳۵	۰/۹۰۹

دنیر و کمتر بودن ناپایداری در زاویه ۳۰ درجه نسبت به زاویه ۴۵ درجه و بیشتر بودن دنیر در زاویه ۹۰ درجه نسبت به دو زاویه دیگر به دلایل ذکر شده در قسمت استحکام می باشد. در ضمن در زاویه ۹۰ درجه به علت وجود حلقه های بزرگ و شل ناپایداری بیشتر می باشد. اما در زاویه های ۳۰ و ۴۵ درجه حلقه ها بیشتر از نوع حلقه های با طول کوچک و یا درگیری مؤثر هستند که دارای ناپایداری کمتری می باشند.

مطابق شکل ۱۰ با افزایش فشار هوا ضخامت پارچه حلقوی بافته شده از نخ مربوطه افزایش می یابد. اما اختلاف معنی دار آماری بین زاویه های مختلف وجود ندارد. بنابراین تغییر دنیر از ۶۴۴ تا ۶۷۰ بر ضخامت پارچه تأثیری ندارد.

روابط خطی بین خواص نخ با فشار هوا و زاویه روزنه هوا به صورت رابطه ۴ می باشد. ضرایب آن در جدول ۵ داده شده است. مقدار R محاسبه شده با مقادیر R^* بحرانی جدول ها برای درجه آزادی مشخص و سطح احتمال ۹۹/۵٪ ($R^* = 0/267$) مقایسه گردید. بنابراین همبستگی قوی بین خواص نخ و فشار هوا با معادله خطی وجود دارد. بیشترین همبستگی مربوط به فشار هوا و ناپایداری است. مقایسه مقادیر F محاسبه شده با F^* (از جدول توزیع F) نشان دهنده معنی دار بودن رابطه خطی در تمام موارد است.

(۴) زاویه روزنه هوا $\times B$ + فشار $\times a$ + ثابت = خواص نخ

جدول (۵) ضرایب معادله خطی بین خواص نخ با فشار هوا و زاویه روزنه هوا (رابطه ۴) و R, F و ($F^* = 6/7, \alpha = 0/01$)

خاصیت نخ	a	b	F	R
استحکام	-۲۵/۳۶۹	-۱/۹۸۸	۳۱/۷۷	۰/۳۸۹
ازدیاد طول تا حد پارگی	-۰/۷۹۳	۰/۰۰۵	۱۷/۵۳	۰/۲۹۹
دنیر	۰/۰۵۶	۳/۶۹۵	۱۱/۹۸	۰/۴۱
ضخامت پارچه	۰/۰۱۱	۰	۲۱/۹۷	۰/۳۳
ناپایداری	-۰/۲۷۴	۰/۰۲	۱۳۵/۹	۰/۷۳

۴- نتیجه گیری

۴- مقدار کشش نخ در ناحیه تولید هنگام مقایسه شیپوره‌های با هندسه متفاوت به تعداد حلقه در نخ ارتباطی ندارد.

۵- یکی از راه‌های کاهش مصرف هوا، افزایش سرعت تولید است و این نیاز به دستگاه‌هایی دارد که در سرعت‌های بیشتر عمل نماید.

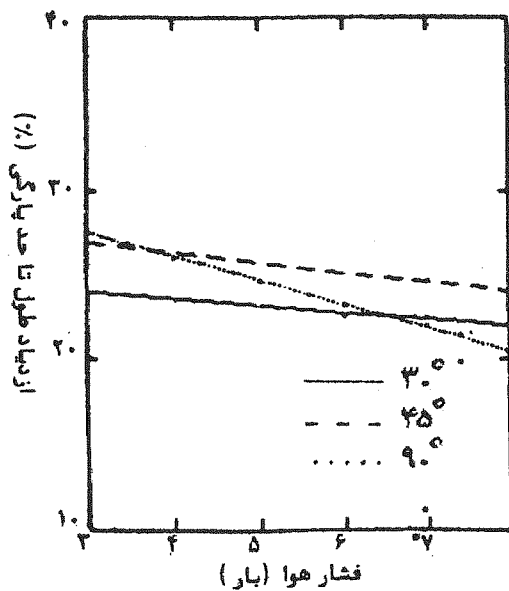
باتوجه به تجربیاتی که تاکنون در چند پروژه کارشناسی ارشد انجام گرفته است، می‌توان نتیجه گرفت که برای تولید نخ‌های حجیم با خواص کاملاً متفاوت باید هندسه شیپوره به طور کلی دگرگون گردد. تغییرات ابعاد پارامترهای هندسی شیپوره در مقادیر کوچک فقط بر کیفیت حجیم شدن، آن هم در یک محدوده باریک مؤثر است. برای به دست آوردن نخ با ساختار کاملاً متفاوت باید از انواع شیپوره‌های دیگر استفاده نمود.

نخ‌های پلی‌استر تابدار با دستگاه آزمایشگاهی حجیم گردید و سه نوع شیپوره با هندسه متفاوت مورد استفاده قرار گرفت. به طور کلی ملاحظه شد که:

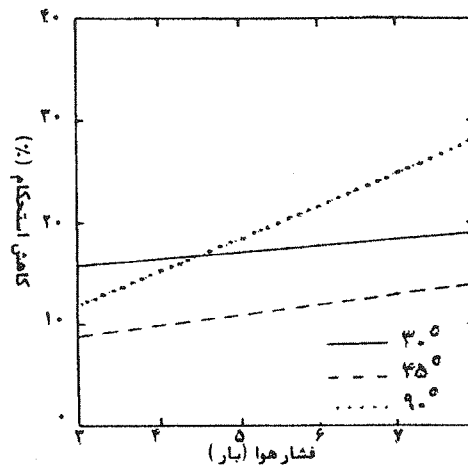
۱- نسبت دبی حجمی واقعی به دبی حجمی ایده‌آل نشان می‌دهد که شیپوره‌ها در شرایط خفه شدن عمل می‌کنند.

۲- افزایش فشار هوا موجب کاهش استحکام، ناپایداری، ازدیاد طول تا حد پارگی و افزایش دنیر و ضخامت پارچه می‌شود. این تأثیر بستگی به زاویه روزنه ورود هوا دارد. در زاویه ۹۰ درجه تغییرات بیشتر از زوایای دیگر است.

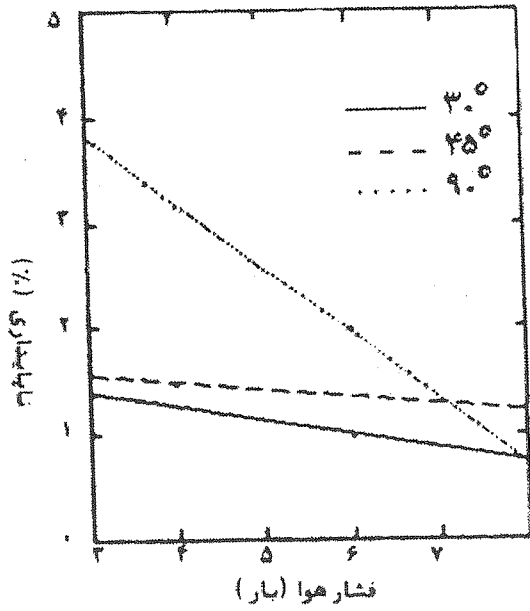
۳- افزایش تغذیه اضافی موجب کاهش استحکام و افزایش ازدیاد طول تا حد پارگی، دنیر، ناپایداری نخ و ضخامت پارچه می‌شود. اثر تغذیه اضافی به زاویه روزنه هوا بستگی ندارد.



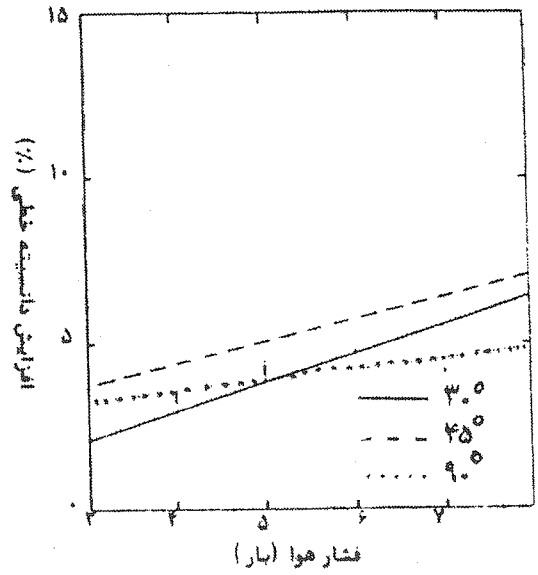
شکل (۷) درصد کاهش ازدیاد طول تا حد پارگی نسبت به فشار هوا در شیپوره‌های با زاویه متفاوت سوراخ هوا



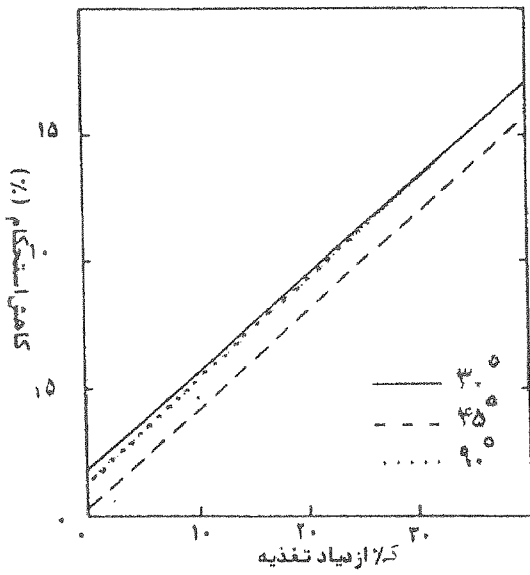
شکل (۶) درصد کاهش استحکام نسبت به فشار هوا در شیپوره‌های با زاویه متفاوت سوراخ هوا



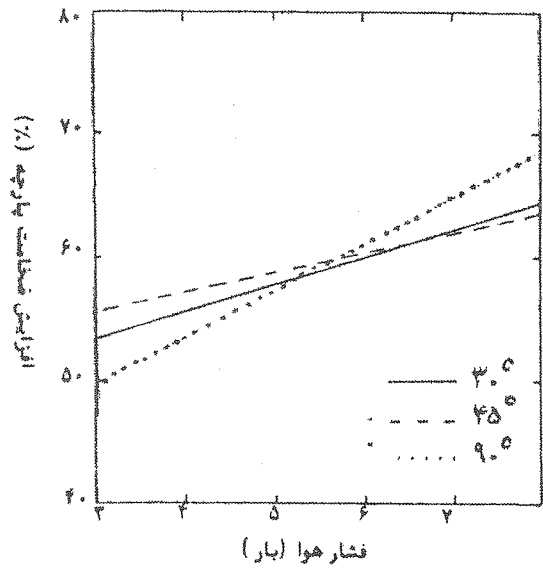
شکل (۹) درصد کاهش ناپایداری نسبت به فشار هوا در شیپوره های با زاویه متفاوت سوراخ هوا



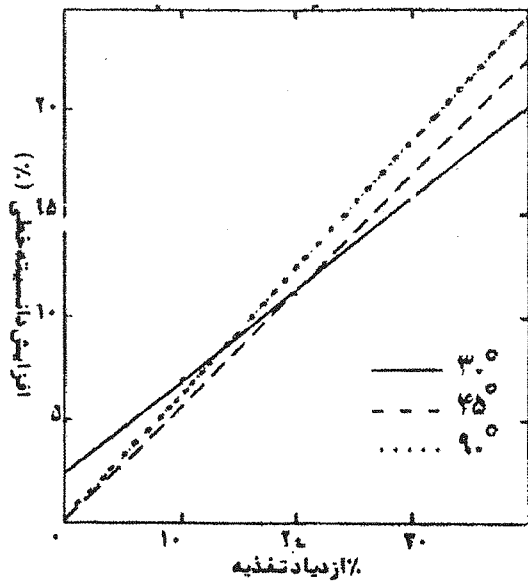
شکل (۸) درصد افزایش دانسیته خطی نسبت به فشار هوا در شیپوره های با زاویه متفاوت سوراخ هوا



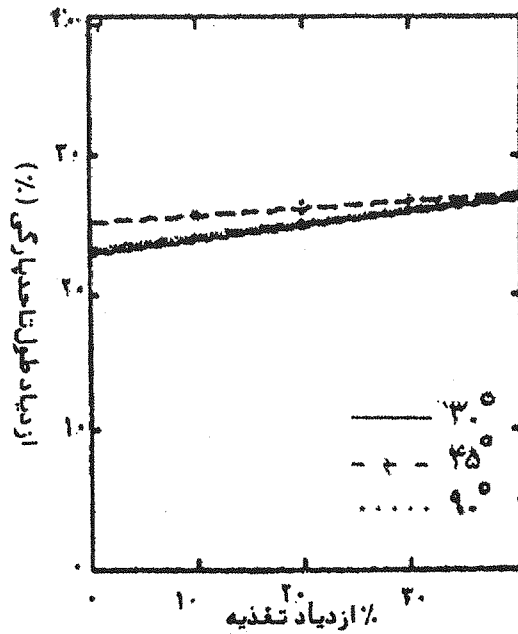
شکل (۱۱) درصد کاهش استحکام نسبت به از زیاد تغذیه در شیپوره های با زاویه متفاوت سوراخ هوا



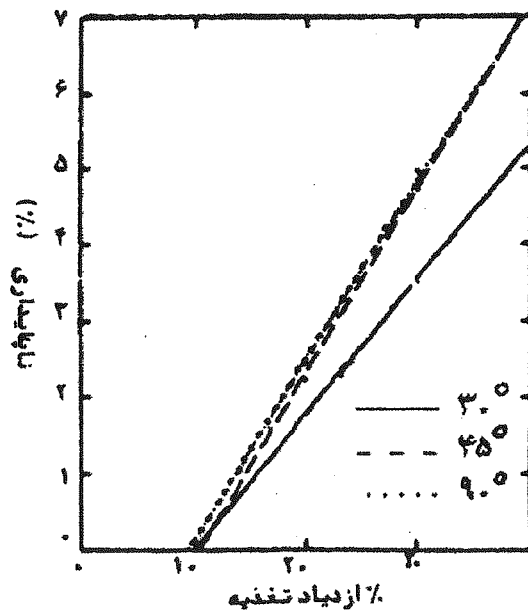
شکل (۱۰) درصد افزایش ضخامت پارچه نسبت به فشار هوا در شیپوره های با زاویه متفاوت سوراخ هوا



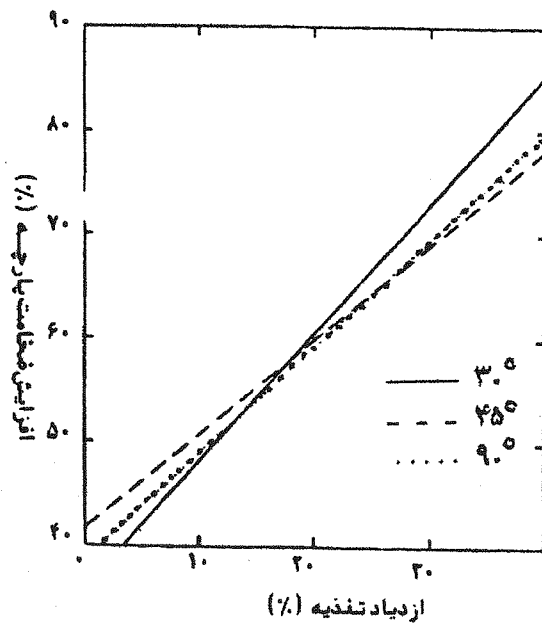
شکل (۱۱) در صد افزایش دانسیته خطی نسبت به ازدیاد تغذیه در شیپوره های با زاویه متفاوت سوراخ هوا



شکل (۱۲) درصد افزایش ازدیاد طول تا حد پارگی نسبت به ازدیاد تغذیه در شیپوره های با زاویه متفاوت سوراخ هوا



شکل (۱۵) در صد افزایش ناپایداری نسبت به ازدیاد تغذیه در شیپوره های با زاویه متفاوت سوراخ هوا



شکل (۱۳) در صد افزایش ضخامت پارچه نسبت به ازدیاد تغذیه در شیپوره های با زاویه متفاوت سوراخ هوا

- [1] م. حقیقت کیش، م. مجتهدی، «تأثیر متغیرهای دستگاه و تاب نخ پلی استر بر خواص نخ های حجیم شده در جت هوا»، امیرکبیر، ۱۳۷۱، سال ششم، شماره ۲۱، صفحه ۱۰-۱
- [2] م. حقیقت کیش، م. مجتهدی، «تجزیه و تحلیل فرآیند تولید نخ های حجیم به وسیله جت هوا»، امیرکبیر، ۱۳۶۶، سال دوم، شماره ۸، صفحه ۲۵۹-۲۵۲.
- [3] A. J. Sengupta, V. K. Kothari, J. K. Sensarma, "Neps in Air-Jet Texturing of Sirospun Yarns", *Tex. Res. J.*, 1993, Vol. 63, No. 11, P. 637-642
- [4] A. K. Sengupta, V.K. Kothari, J. K. Sensarma, "Mechanism of Nep Formation in Air-Jet Texturing", *Tex. Res. J.*, 1995, Vol. 65, No. 5, P. 273-277.
- [5] V. K. Kothari, A. K. Sengupta, J. K. Sensarma, "Formation of Neps in Air-Jet Texturing Using a Central composite Design", *Tex. Res. J.*, 1996, Vol. 66, No. 6, P. 384-388.
- [6] V. k. Kothari, A. K. Sengupta, J. K. Sensarma, "Neps Level as an Index of the Structure Inhomogeneity of Air-Jet Textured Yarns", *Tex. Res. J.*, 1995, Vol. 65, No. 6, P. 339-342.
- [7] V. K. Kothari, A. K. Sengupta, J. K. Sensarma, "Effect of Baffle Geometry and Baffle Setting on Nep Frequency, Bulk and Instability of Air-Jet Textured Yarns", *Chemical Fibre International*, 1995, Vol. 45, No. 4. P. 140-142
- [8] A. Rastgou, M. H. Kish, and M.R.M. Mojtahedi, "Design Parameters of Air-Jet Nozzles in Air Texturing", VI. International Conference on the Theory of Machines and Mechanism, Librec Czchoslovakia, 1992.
- [9] H. K. Versteeg, S. Bilgin, and M. Acar, "Effects of Geometry on the Flow characteristics and Texturing Performance of Air-Jet Texturing Nozzle", *Tex. Res. J.*, 1994, Vol. 64, No.2, P. 240-246.
- [10] S. Chand, "Letter To Editor", *Tex. Res. J.*, 1995, Vol. 65, No. 9, P. 555.
- [11] M. Acar, H. K. Versteeg, "Letter To Editor", *Tex. Res. J.*, 1995, Vol. 65, No. 9. P. 556.
- [12] S. Bilgin, U. k. Versteeg, and M. Acar, "Effects of Nozzle Ceometry on Air-Jet Texturing Performance ", *Tex. Res. J.*, 1996, Vol. 66, No. 2, P. S3-90.
- [13] S. Chand, "the Role of Water in Air-Jet Texturing", *J. Tex. Ins.*, 1995, No. 3, P. 438-445.
- [14] V. K. Kothari, N. B. Timble, "Air-Jet Texturing: Effect of Jet Type and Some Process Parameters on Properties of Air-Jet Textured Yarns", *Ind, J. of. fibre.*, 1991, Vol, 16, No. 3, P. 29-38.
- [15] A. Demir, M. Acar, and G. R. Wray, "Air- Jet Textured Yarns : The Effects of Process and Supply Yarn Parameters on the Properties of Textured Yans", *Tex, Res. J.*, 1988, Vol. 58, No. 6. P. 318-328.
- [16] M. Acar, T. G. King, and G. R. Wray, "Development of Objective Quality Control Criteria for Air-Jet Textured Yarns", *Melliand*, 1987, No. 5. P. 138-140.
- [17] J. Srinivasan, A. k. Sengupta, V. K. Kothari, "Air-Jet Texturing of Spun Cotton Yarns For Improved comfort Part 1: Influence of Yarn Structure on Texturability", *Tex. Res. J.*, 1992, Vol. 62, No. 1, P. 40-43.
- [18] J. Srinivasan, A. k. Sengupta, V. k. Kothari, "Air-Jet Texturing of Spun cotton Yarns For Improved Comfort, Part 2:Texturability of Carded Spun Yarns Compared Combed Spun Yarns", *Tex. Res. J.*, 1992, Vol. 62, No. 3, P. 169-174.
- [19] A. K. Sengupta, R. chattopadhyay, J. K. Sensarma, " Air-Jet Texturing of Sirospun Yarns", *Tex. Res. J.*, 1992, Vol. 62, No. 6. P. 324-328.
- [20] A. K. Sengupta, V. K. Kothari, J. Srinivasan, "Effect of Process Variable in Air-Jet Texturing on the Properties of Spun Yarns with Different Structures", *Tex. Res. J.*, 1991, Vol. 61, No. 12. P. 729-735.

- [21] A. K. Sengupta, V. k. kothari, R. S. Rengasamy, "characterisation of Bulk of Air-Jet Textured Yarns", *Chemiefasern/ Textilindustrie*, 1990, Vol. 40, No. 10, P. 113-115.
- [22] Instrument Society of America, "Methods and Equipment for Calibration of Variable Area Meters (Rotameters)", 1961, ISA, RP. 16. 6.
- [23] J. Vanwylen, R. E. Sonntag, "Fundamentals of classical Thermodynamics", Johnwilly, 1976.
- [24] M. Acar, R. K. Turton, G. R. Wray, "An Analysis of the Air-Jet Yarn Texturing, Part 6: The Mechanism of Loop formation", *J. Tex. Ins.*, 1986, Vol. 77, no. 6, P. 371-376.
- [25] G. R. Wray, "The Properties of Air-Textured Continuous filament Yarns", *J. Tex. Ins.*, 1969, Vol. 60, P. 102-126.