کنترل کشش نخ در بوبین پیچی با استفاده از روش کنترل صنعتی

محمد شیخ زاده *، کامران متین**، مجید گنجعلی تفرشی***
دانشکدهٔ مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(دریافت مقاله: ۸۴/۸/۱۳- دریافت نسخه نهایی: ۸۵/۷/۸)

چکیده – هدف از انجام این تحقیق کنترل میزان کشیدگی نخ در فرایند بوبین پیچی، توسط یک حلقه کنترل است. بدین منظور از سیستم کنترل صنعتی حلقه بسته فید بک دار تناسبی استفاده شده است. حسگر اندازه گیرنده کشیدگی نخ(سلول بار) کشش وارده به نخ را اندازه‌گیری کرده و این میزان در واحد کنترل کننده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و پالس لازم برای کنترل کشیدگی به واحد کار انداز ارسال می‌شود. این واحد بر حسب نیاز، اقدام به تنظیم میزان کشیدگی کرده در نتیجه کشیدگی نخ بازشده از ماسوره (که در حالت عادی از ابتداتا انتها به‌تدریج زیاد می‌شود) به‌طور مداوم اندازه‌گیری و دریک محدوده کنترلی به‌طور مناسب و یکنواخت اصلاح و تنظیم می‌شود.

واژگان کلیدی : کنترل کشش، بوبین پیچی راندوم، موتور پله‌ای

Yarn Tension along Cone Winding using a Controlling Loop

M. Sheikhzadeh , K. Matin , and M. G. Tafreshi
Textile Department, Isfahan University of Technology

Abstract: ***The aim of this research is to design a controlling loop that eliminates the irregularities in yarn tension during the winding process. In order to achieve this, we employed a relative feedback industrial control system. The yarn tension sensor measures the tension. Its output is analyzed in the automatic controlling unit. This unit adjusts the tension level according to feedback signals, thus adjusting the yarn tension to the desired value. The yarn package wound using this system will additionally experience the least yarn tension variations.***

Keywords: ***Tension control, Random winding, Step motor***

---

* – استادیار ** – کارشناس ارشد *** – دانشجوی کارشناسی ارشد

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-09]
[DOR: 20.1001.1.22287698.1386.26.1.22.9]

۱- مقدمه

ریسندگی رینگ یکی از مهمترین روشهای تولید نخ به شمار می‌رود [۱] که بیش از ۱۶۰ سال از عمر آن گذشته و قابلیت کار کردن و ریسیدن الیاف گوناگون و در محدوده وسیعی از نمرات نخ را داراست. دلایل عمده تولید نخ در این سیستم، استحکام و کیفیت بهتر نخها و کنترل نسبتا دقیق آرایش یافتگی الیاف در سراسر فرایند تولید نخ است [۲ و ۳]. لازم به یاداوری است که به علت کم بودن مقدار نخ پیچیده شده برروی ماسوره رینگ و همچنین برطرف نشدن و باقی ماندن عیوب در نخ و نیز کشیدگیهای نایکنواخت نخ حین باز شدن از ماسوره رینگ، به یک مرحله تکمیلی موسوم به بوبین پیچی نیاز است [۴] که طی آن مشکل اول و دوم برطرف شده ولی مسئله کشیدگیهای نایکنواخت همچنان باقی می‌ماند. برای کنترل میزان کشش نخ در حین باز شدن از ماسوره رینگ، راهکارهایی از قبیل کنترل سرعت واحد بوبین پیچ (به طرق مختلف) و یا کنترل کشش اعمال شده توسط واحد کشش دهنده ارائه شده است. هدف از انجام این تحقیق، همان‌گونه که در چکیده عنوان شد کنترل کشیدگی نخ در فرایند بوبین پیچی توسط یک حلقه کنترلی است. یکی از مهمترین روشهای کاهش هزینه‌ها افزودن بیش از پیش سرعت تولید در ماشینهای بوبین پیچی است که متاسفانه غالبا باعث صدمه دیدن نخ خواهد شد. به هر حال امروزه در بخش مقدمات بافندگی، ماشین بوبین پیچی بالاترین سرعتها را داشته که طبعا افزایش سرعت باز شدن نخ از ماسوره را در پی داشته که این خود باعث ازدیاد کشش اعمال شده به نخ و مهمتر از آن افزایش تعداد نقاط کشیده شده می‌شود. [۵] با توجه به نمودار (نیرو ازدیاد طول) و نیز رفتار نخ هنگامی که تحت کشیدگی قرار گرفته نایکنواختی در کشش اعمال شده به نخ در بوبین پیچی عامل بسیار تعیین کننده‌ای بوده که علاوه بر خصوصیات نخ فرایندهای بعدی را نیز تحت الشعاع قرار می‌دهد

۲- روشهای بوبین پیچی

به‌طور کلی دو روش عمده بوبین پیچی وجود دارد که هرکدام در موارد معینی استفاده می‌شوند. بوبین پیچی دقیق [۱] و بوبین پیچی تصادفی [۲] [۵ و ۸].

بوبین پیچی تصادفی که در این تحقیق از آن استفاده شده است. در اثرچر خش و تماس اصطکاکی بین غلتک شیاردار محرک (درام)[۳] و بسته نخ، بوبین حاصله به‌صورت ضربدری پیچیده می‌شود. از این روش اساسا برای پیچیدن نخهای ریسیده شده استفاده می‌شود [۹] و مزیت عمده آن باز شدن سریع نخ از بوبین در مراحل بعدی است. باید توجه داشت که در این حالت سرعت خطی پیچش نخ روی بوبین از ابتدا تا انتها تقریبا ثابت باقی می‌ماند.

۳- محدودیتها در بوبین پیچی

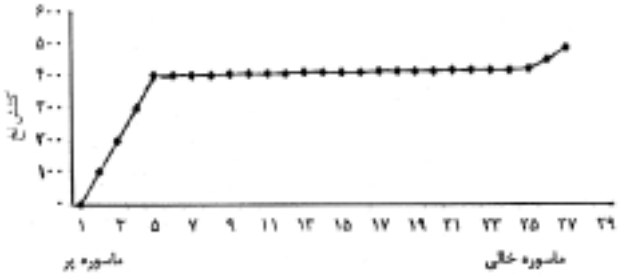
بررسیهای انجام گرفته بیانگر این موضوع است که نخ از لحظه باز شدن از روی ماسوره تا پیچیدن روی بسته در سه ناحیه کششهای متفاوتی را پشت سر می‌گذارد [۷].

اول، ناحیه باز شدن از روی ماسوره در منطقه شکل‌گیری بالون (بین ماسوره و اولین راهنمای نخ) به محض باز شدن نخ از روی ماسوره تعدادی بالون تشکیل می‌شود که با افزایش سرعت زاویه‌ای نخ و نیز فاصله ماسوره تا راهنمای نخ این تعداد تغییر می‌کند. تعداد و شکل و اندازه بالونها در این مسیر یکسان نیست. نکته قابل توجه در این میان، تغییرات دائمی در کشش نخ است که تعیین کننده ارتفاع و قطر بالون در این مسیر است. با فرض اینکه تعداد بالونها مشخص باشد با افزایش ارتفاع بالون و یا بالونها، میزان کشش اعمال شده به نخ افزایش می‌یابد. در سراسر باز شدن کامل نخ از روی ماسوره از ابتدا تا انتها ونیز بدون در نظر گرفتن سرعت حرکت نخ، تعداد این بالونها تغییر یافته که در نتیجه سبب افزایش و ایجاد تغییرات سریع در کشش نخ خواهد شد. از طرف دیگر افزایش سرعت پیچش نخ حول بوبین سبب ازدیاد سرعت زاویه‌ای نیروی گریز از مرکز بالونهای نخ و در نتیجه افزایش میزان کشیدگی نخ و به خصوص افزایش تعداد نقاط کشیده شده و همچنین نیروهای جانبی وارده به نخ می‌شود[۸].

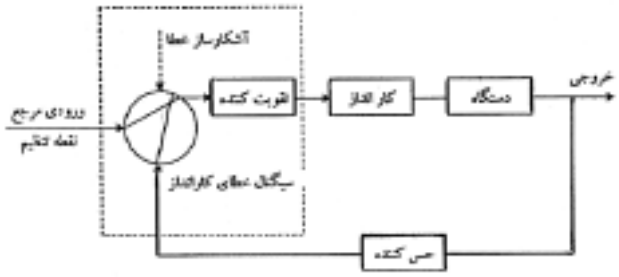
دوم، ناحیه کشش نخ : کشیده شدن نخ یا کشش اعمال شده

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-09]

[DOR: 20.1001.1.22287698.1386.26.1.22.9]



شکل ۱ - نمودار تغییرات نیروی کشش در نخ هنگام باز شدن از ماسوره رینگ



شکل ۲ - نمودار بلوکی یک سیستم کنترل صنعتی را نشان می‌دهد.

توسط واحد کشش دهنده در دستگاه بوبین پیچ تعداد نقاط کشیده شده را کاهش می‌دهد و این میزان کشیدگی مبنا، طبعا سبب افزایش میانگین کشیدگی نخ می‌شود.

سوم، ناحیه پیچش نخ : پیچش ضربدری نخ بر روی بسته در اثر حرکت رفت و برگشتی نخ توسط درام شیاردار و یا راهنمای بادامکی انجام می‌شود. این طرز پیچش نخ سبب اعمال نیروهای جانبی بیشتری برروی نخ در حال کار به‌ویژه در سرعتهای بالا می‌شود. میزان کشش اعمال شده به نخ با تعداد شیارهای درام پیچش رابطه تنگاتنگ دارد[۷].

۴- پیشینه تحقیق

با توجه به شکل (۱) ملاحظه می‌شود که در ابتدای کورس باز شدن نخ از ماسوره پر در ابتدا سرعت پیچش نخ ظرف چند لحظه از صفر به حداکثر می‌رسد. (حدود ۱۲۵۰ متر در دقیقه در ماشینهای جدید).

همزمان میزان کشش وارده به نخ با روندی سریع از صفر تا میزان مشخصی افزایش یافته و بعد از آن و تا انتها با یک شیب ملایم تا اواخر ادامه یافته و در قسمت پایانی مجددا افزایش نسبتا قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. برای رفع این مشکل اولین و ساده ترین راه حل تغییرسرعت پیچش نخ از ابتدا تا انتهای کورس باز شدن نخ از ماسوره بوده که با کاهش سرعت، به نحوی عمل شود که تغییرات کشش به حداقل برسد. که البته در این حالت کنترل دقیقی بر کشش نخ پیچیده شده روی ماسوره اعمال نمی‌شود [۷] و با تعویض اتوماتیک و تغذیه ماسوره پربعدی این تغییرات خواه ناخواه مجددا پدید می‌آید. لذا چنین کنترلی چندان نمی‌تواند دقیق باشد. با توجه به مشکلات یاد شده در کنترل کشش نخ، محققان و سازندگان بر آن شدند که سیستمهایی بسازند که قادر به کنترل و تنظیم کشش نخ به‌طور مداوم و لحظه‌ای[۴] باشد. بدین منظور از حسگرهای [۵] متفاوتی برای اندازه‌گیری کشش استفاده شده است.

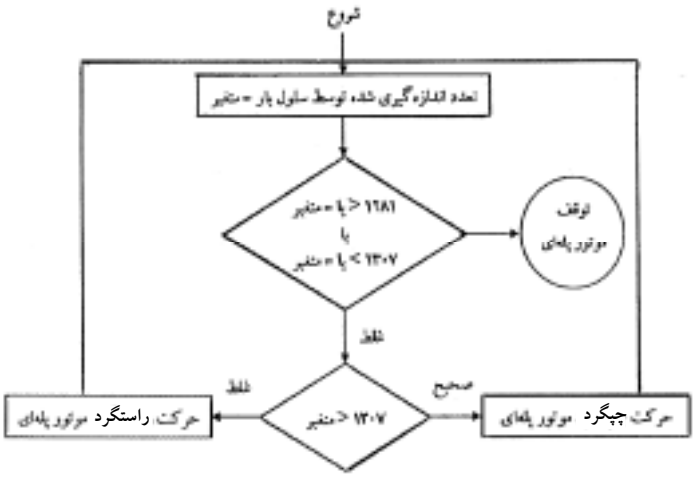
۵-اجزا مجموعه سیستم کنترلی مورد استفاده

در شکل(۲) یک سیستم کنترل صنعتی نشان داده شده که شامل یک کنترل کننده خودکار و یک کار انداز دستگاه و نیز یک حسگر (واحد اندازه گیرنده) است. در مجموعه طراحی شده برای این تحقیق، کار انداز همان واحد کشش دهنده و در واقع موتور پله‌ای[۶] است. منظور از دستگاه، ماشین بوبین پیچ است. ورودی سیستم، نخ باز شده از ماسوره وخروجی مورد نظر در سیستم کنترل، میزان کشیدگی نخ است.

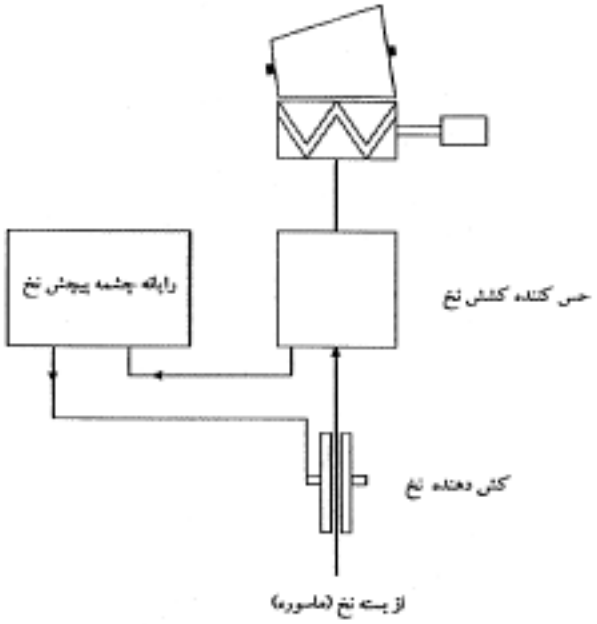
در شکل (۳) اجزای سیستم کنترلی و نحوه ارتباط آنها با هم دیده می‌شود. حسگر یا سلول بار در واقع همان واحد اندازه‌گیرنده کشش است. در این تحقیق با توجه به انواع مختلف روشهای کنترل و نیز با در نظر گرفتن اهداف مورد نظر از سیستم کنترل کننده تناسبی استفاده شده است[۶]. در حین کار، خروجی کنترل کننده با روندی متناسب با شاخص[۷] خطا تغییر می‌کند و این در حالی است که با توجه به آزمایشهای انجام شده، بین خروجی کنترل کننده (تعداد دور چرخش موتور پله‌ای) و میزان کشیدگی نخ (خروجی سیستم) رابطه‌ای خطی برقرار است.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-09]
[DOR: 20.1001.1.22287698.1386.26.1.22.9]

شکل ۳ - اجزای سیستم و ارتباط آنها



شکل ۴ - نمودار جریانی کنترل کشش و فرمان به موتور پله‌ای



شکل ۵ - روش نخ‌کشی دستگاه

۶- بخشهای مختلف سخت افزاری و نرم افزاری سیستم کنترل

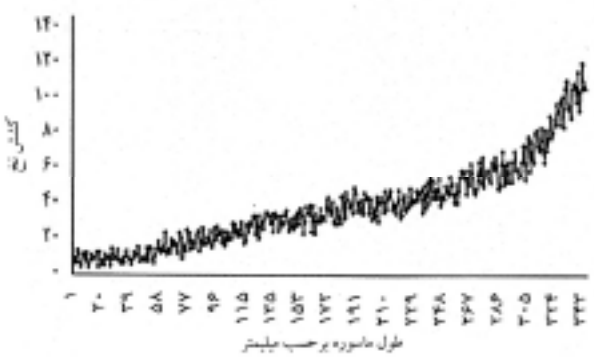
در شکل(۴) الگوریتم حلقه کنترلی به کار گرفته شده نشان داده شده است. با توجه به شکل، این سیستم کنترلی شامل یک کنترل کننده خودکار، یک کار انداز و یک واحد اندازه‌گیرنده است. کنترل کننده شاخص خطای کارانداز را که معمولا توان بسیار کمی داشته تشخیص داده سپس آن را به میزان لازم تقویت می‌کند. خروجی کنترل کننده به کار انداز ارسال می‌شود. در نتیجه یک حسگر به‌طور مداوم میزان کشیدگی نخ را اندازه‌گیری کرده و مطابق با آن فشار دیسکهای واحد کشش دهنده توسط واحد کارانداز تغییرمی کند در نتیجه در اثر کاهش و یا افزایش این فشارمیزان کشش اعمالی به نخ با کمترین تغییرات تنظیم می‌شود.

با توجه به توضیحی که راجع به حلقه کنترلی به‌کار گرفته بیان شد و به منظور تصمیم‌گیری درمورد میزان کشش اندازه‌گیری شده توسط (سلول بار) و صدور فرمان لازم برای تعیین نحوه چرخش موتور پله‌ای، یک برنامه نرم‌افزاری به زبان ویژوال بیسیک [۱۱] خاص آن تهیه و طراحی شد.

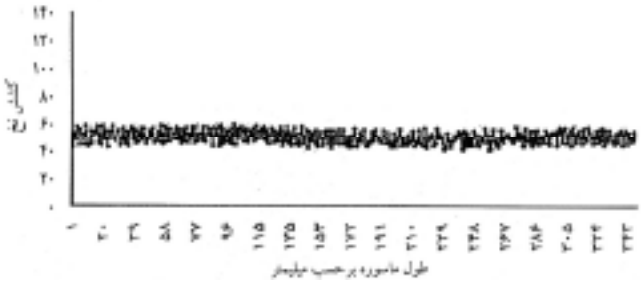
روش نخ کشی دستگاه مطابق شکل (۵) بدین صورت است که ابتدا نخ از روی ماسوره باز شده و از یک راهنمای سرامیکی عبور کرده سپس و به صورت افقی در آمده و بعد از آن از بین صفحات کشش دهنده عبور کرده و به طرف بالا هدایت می‌شود. نخ پس از عبور از بخش چنگکی واحد اندازه‌گیری کشیدگی به بخش پیچش دستگاه هدایت و پس از آن بروی بوبین پیچیده می‌شود.

لازم به یاداوری است در این کار از نخ ریسیده شده در

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-09]
[DOR: 20.1001.1.22287698.1386.26.1.22.9]



شکل ۶ - تغییرات کشش نخ از ابتدا تا انتهای ماسوره بدون سیستم کنترل



شکل ۷- تغییرات کشش نخ از ابتدا تا انتهای ماسوره همراه با سیستم کنترل

سیستم ریسندگی الیاف کوتاه از جنس پنبه ۶۵٪ و پلی استر ۳۵٪ با نمره انگلیسی ۳۰ استفاده شده است.

۷- مشخصات حسگر وخروجیها

حسگر به کار رفته از نوع سلول بار بوده که محدوده اندازه‌گیری آن صفر تا دویست گرم است و حساسیت آن یک هزارم گرم تعیین شده است ولیکن با توجه به ۱۲ بیت موجود برای کارت آنالوگ به دیجیتال[۸] دقت اندازه‌گیری تقریبا پنج صدم گرم بوده است ضمنا فرکانس اندازه‌گیری مجموعه ۱۰ هرتز است.

۸- بهینه‌سازی و نتایج حاصل از اندازه‌گیری نمونه‌ها

الف- بهینه سازی عوامل کنترل کننده

پس از نصب واحد کنترل کننده بر روی دستگاه بوبین پیچ و تنظیم ارتباطات بین بخشهای نرم افزاری و سخت افزاری دستگاه و نیز تنظیم بخش پیچش دستگاه بوبین پیچ عوامل متغیر درون برنامه نرم افزاری کنترل میزان کشیدگی (برای نیل به پیچش بهینه) تنظیم شدند. این عوامل که توسط تعدادی آزمایشات مقدماتی مشخص شدند عبارت‌اند از:

- محدوده مناسب کشش (کنترل هوشمند یا دستی)
- محدوده قابل قبول میزان کشیدگی
- میزان چرخش موتور پله‌ای
- سرعت چرخش موتور پله‌ای
- تعیین حداقل میزان کشیدگی اعمالی به نخ

ب- نتایج آزمایش

تعداد زیادی (از لحاظ آماری کافی) از ماسوره های پیچیده شده توسط سیستم تهیه شده و تغییرات کشش در آنها به شرح زیر ثبت شدند.

در مرحله اول ابتدا موتور پله ای را از کار انداخته ونیز با باز کردن دیسکهای واحد کشش دهنده ماسوره‌ها را باز کرده و در طی مسیر نخ فقط از حسگر عبور داده شده و سپس بر روی بوبین پیچیده شد. نتایج و نمودار مقادیر کشش حاصل از باز شدن از ابتدا تا انتهای ماسوره در شکل (۶) دیده می‌شود. با توجه به شکل نتایج حاصل از تغییرات کشش نخ از ابتدا تا انتهای ماسوره در حین باز شدن مطابق با پیش بینیها و انتظارات بوده است یعنی اینکه کشش در محدوده وسیعی تغییرات دارد.
در مرحله دوم با کار اندازی سیستم کنترل و راه اندازی موتور پله‌ای مجددا تعدادی از ماسوره ها به مجموعه تغذیه شده که نتایج حاصل از کشش نخ از ابتدا تا انتهای ماسوره مطابق شکل (۷) کاملا افقی و در محدوده تعریف شده و در حد انتظار واقع شد.

۹- نتایج

طبق تحقیقات انجام گرفته، میزان کشش اعمالی به نخ در

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-09]
[DOR: 20.1001.1.22287698.1386.26.1.22.9]

فرایند بوبین پیچی بسته به شرایط باز شدن نخ از ماسوره و نیز وضعیت ماشین بوبین پیچ دارد. کشش اعمال شده از ابتدا تا انتها مرتبا در حال افزایش است. به همین دلیل چون منظور تولید بوبینی است که میزان کشیدگی نخ از اولین لایه تا اخرین لایه یکسان باشد(کنترل ویکنواخت سازی کشیدگی نخ در این فرایند هدف اصلی این تحقیق بوده است). روشها و سخت افزارهای استفاده شده در سیستم فوق الذکر تمامی موارد مورد نظر را تایید می‌کند.. استفاده از سلول بار برای اندازه‌گیری کشش نخ در حین بوبین پیچی توانایی اندازه‌گیری کشش در سرعتهای بالا را نیز داراست. استفاده از موتور پله‌ای برای دور یا نزدیک کردن صفحات کشش دهنده می‌تواند به‌نحوی مطلوب کشش مثبت را روی نخ اعمال کند و پاسخ سریع آن برای سرعتهای بالا نیز مناسب است. در نهایت استفاده از سیستمهای کنترلی مزبور توانایی اعمال کششهایی یکنواخت را در سراسر مدت باز شدن نخ از ماسوره های رینگ داراست. اما در صورتی که هدف بوبین پیچی (شل پیچی) برای رنگرزی باشد مقادیر بالای کشش ایجاد شده در نواحی انتهایی ماسوره را نمی‌تواند جبران کند. لذا در شرایط مذکور کنترل سرعت و کاهش سرعت بوبین پیچی در انتهای ماسوره باید انجام شود.

واژه نامه

1. precision winding
2. random winding
3. drum
4. on –line
5. sensor
6. step motor
7. signal
8. A/D

مراجع

1. Paul, A., “Length Measurment in the Winding Department,” *International Textile Bulletin*, Vol.2, pp.74-77, 1982.
2. Atkinson .K.R and Henshaw.D.E.” Winding a Cone at Constant Speed” Journal of Textile Institute. Vol .65, pp. 509-512, 1974.
3. Humphrey, D. and Topping, J. “A Shorter Intermediate Mechanics” Longman Group Ltd. LONDON, 1978.
4. Koe, E. “Machine Desige 1-2 Lecturer Notes. Kayseri, Turkey,” 1987-88.
5. Campbell, W.E. “Random or Precision Winding: Choosing a System” Textile Institute and Industry, Oct., pp. 376-368, 1979.

۶. اوگاتا، ک، مهندسی کنترل، ویراست سوم، انتشارات نصر، تهران، ۱۳۷۹.

7. Babbasallam,O “Comparison of yarn tension variation during high speed cone of a constant delivery system”.Leeds University, Feb -1996. (thesis)
8. Shoppee.M.M”.'Some problems in Winding Geometry” 'Journal of Engineering for Industry, 1981. Vol. 103/419.
9. Prashil .V”Yarn PackageConstruction “Textile Asia, Vol. XIX, No. 9. 1998.
10. Peter ,Artzt and Larisa Ausheyks {Analyse et limites du procede actual bobinage a houte vitness”I T B Iinternational Textile Bulletin !/2002/Autoconer 338 Machine / Step-2003

۱۱.کوثری،ع، ویژوال بیسیک، موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران، تهران، ۱۳۷۹

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-09]

[DOR: 20.1001.1.22287698.1386.26.1.22.9]