# اسپین فینیش در تولید الیاف مصنوعی

ترجمه و تخلیص: حامد کرمی خرم آبادی

**مقدمه**

نخ تولید شده از فیلامنت و یا الیاف در مسیر تولید و در حین عبور از تجهیزات بایستی به خوبی هدایت‌پذیر باشد و با دارا بودن خواص مکانیکی، پیچشی و کششی مناسب و قابل کنترل به صورت یک پکیج نخ پیچیده شود. الیاف تولید شده برای طی نمودن مراحل تولید به صورت مطلوب و تبدیل به محصولات نساجی برای مصارف مختلف نیاز به اسپین فینیش دارند. اگرچه اسپین فینیش تنها یک لایه مولکولی است که بر سطح الیاف قرار می‌گیرد، اما یکی از مهم‌ترین پارامترهای تاثیرگذار بر کیفیت و یکنواختی محسوب می‌گردد. بدون روغن فینیش مناسب هیچ نخی به صورت پکیج پیچیده نمی‌شود، هیچ گونه الیاف بریده شده‌ای تولید نمی‌شود و هیچ نخی قادر به عبور از مراحل تولید نخواهد بود. یک روغن فینیش ممکن است در یک مرحله دارای خواص مطلوب و مناسبی باشد و در مرحله بعد مضر و زیان‌آور باشد. در نتیجه روغن فینیش‌های موجود به گونه‌ای تهیه می‌شوند که نیازهای مختلف را جهت مراحل مختلف تولید در حد بینابینی تامین نمایند. به همین دلیل اسپین فینیشی وجود ندارد که بتوان از آن برای انواع مختلف الیاف استفاده نمود.

**خواص اسپین فینیش**

وظایف اولیه اسپین فینیش روغن‌زنی سطحی الیاف یا فیلامنت‌ها، افزایش خواص آنتی استاتیکی و ایجاد چسبندگی بین فیلامنت‌ها می‌باشد. بنابراین یک اسپین فینیش مناسب بایستی دارای خواص ذکر شده باشد:

– نرمی و چربی خوبی را فراهم کند تا با کاهش اصطکاک بین الیاف و فلز، سایش الیاف را کم کرده و در طول فرآیند تنش یکنواختی بر الیاف اعمال گردد.

– بار ساکن بوجود آمده در طول فرآیند تولید کاهش یابد.

– چسبندگی مناسبی بین فیلامنت‌ها ایجاد شود.

– در مقابل رشد باکتری مقاوم باشد و در حضور اکسیژن ترکیبات جامد نامحلول تشکیل نشود.

– به راحتی قابل شستشو و برداشت باشد، وگرنه در سایر مراحل همچون رنگرزی مشکل‌ساز خواهد شد.

– باعث خوردگی و آسیب‌دیدگی غلتک‌ها، راهنماها و یا سوزن‌ها نشود.

– از سطح نخ جدا نشود و یک مقدار کم آن خواص مورد نظر را در الیاف بوجود آورد.

– حساسیت‌زا نباشد و از نظر زیست محیطی مناسب و غیرسمی باشد.

در مجموع بسته به مراحل فرآیند تولید، ثبات حرارتی مناسب، رطوبت‌دهی به محصول، وجود اصطکاک مناسب میان الیاف با الیاف و الیاف با فلز و از طرفی چسبندگی قابل قبول بین الیاف و همچنین بازشدگی مناسب میان الیاف برش خورده مورد نیاز می‌باشد.

**اجزای اسپین فینیش**

اسپین فینیش شامل ترکیبات شیمیایی زیادی می‌باشد. اجزای اصلی آن روغن، آنتی استاتیک و امولسیفایر است. اما اسپین فینیش‌ها در مجموع علاوه بر اجزای اصلی ذکر شده شامل آنتی اکسیدان، آنتی باکتریال، بازدارنده‌های خوردگی، ضد کف و غیره هم می‌باشند.

**روغن**

روغن تا پنجاه درصد وزن اسپین فینیش را شامل می‌شود و با دارا بودن مقاومت حرارتی تا ۲۰۰ یا ۲۴۰ درجه اساس اسپین فینیش را تشکیل می‌دهد. به عنوان مثال در مورد نخ POY تولید شده از PET، در مرحله تکسچرایزینگ بایستی قادر باشد تا دمای ۲۴۰ درجه سانتیگراد مقاومت داشته باشد. روغن‌ها به دو گروه طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌گردند. روغن‌های طبیعی شامل روغن‌ها و واکس‌های معدنی، روغن‌ها و واکس‌های گیاهی، روغن نارگیل و روغن‌ها و چربی‌های حیوانی می‌باشند. روغن‌های مصنوعی شامل استرهای اتوکسیلات شده، اسیدهای چرب اتوکسیلات شده، الکل‌های چرب اتوکسیلات شده، پلی‌اترها، واکس‌ها و سیلیکون‌های مصنوعی می‌باشند.

**آنتی استاتیک**

آنتی استاتیک ها به سه گروه آنیونیک، کاتیونیک و آمفوتریک تقسیم می شوند و اساسا شامل مشتقات فسفروس پنتوکسید $P_4O_{10}$ می‌باشند. مواد آنیونیک عوامل آنتی استاتیک خوبی به شمار می آیند. از آنجایی که مواد نانیونیک آنتی استاتیک های ضعیفی به شمار می آیند، اما مزیت آنها کمتر بودن حساسیت در مقابل رطوبت است و به رطوبت نسبی فقط ۴۰٪ در محیط نیاز دارند. افزایش غلظت عامل آنتی استاتیک افزایش اثر آنتی استاتیکی را به دنبال دارد، اما باعث افزایش اصطکاک هیدرودینامیکی خواهد شد.

**امولسیفایر**

امولسیفایرها به چهار گروه آنیونیک، کاتیونیک، نانیونیک و آمفوتریک تقسیم بندی می شوند ولی می توان گفت برا ی استفاده در اسپین فینیش ها معمولا از ترکیبات نانیونیک استفاده می شود. امولسیفایرهای نانیونیک نبایستی بر روی الیاف تاثیر بگذارند و یا به قسمت های مختلف تجهیزات مثل غلتک ها و

Effect of Topography and Fiber Structure on Hydrodynamic Friction, Measured at 164 m/min, 1.02 cN Inlet Tension and a Wrap Angle of 70° over a Ceramic Pin at 20°C and 65% Relative Humidity

| Fiber | Titer dtex/f | Luster | Twist $m^{-1}$ | Frictional coefficient (2% oil on yarn) without finish | with finish, of viscosity (mPa·s) 10 | 30 | 150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Polyamide | 78/34 | semi-dull | 50 Z | 0.27 | 0.29 | 0.32 | 0.49 |
| Viscose | 84/30 | dull | 50 Z | 0.32 | 0.26 | 0.24 | 0.33 |
| Orlon® = PAN | 84/30 | semi-dull | 8 Z | 0.40 | 0.30 | 0.39 | 0.56 |
| Acetate | 84/24 | dull | O | 0.60 | 0.23 | 0.27 | 0.47 |
| Dacron® = PET | 78/34 | semi-dull | O | 0.6 | 0.36 | 0.43 | 0.61 |

**جدول (۱)**

پوشش های لاستیکی آنها در ماشین های تکسچرایزینگ حمله کنند.

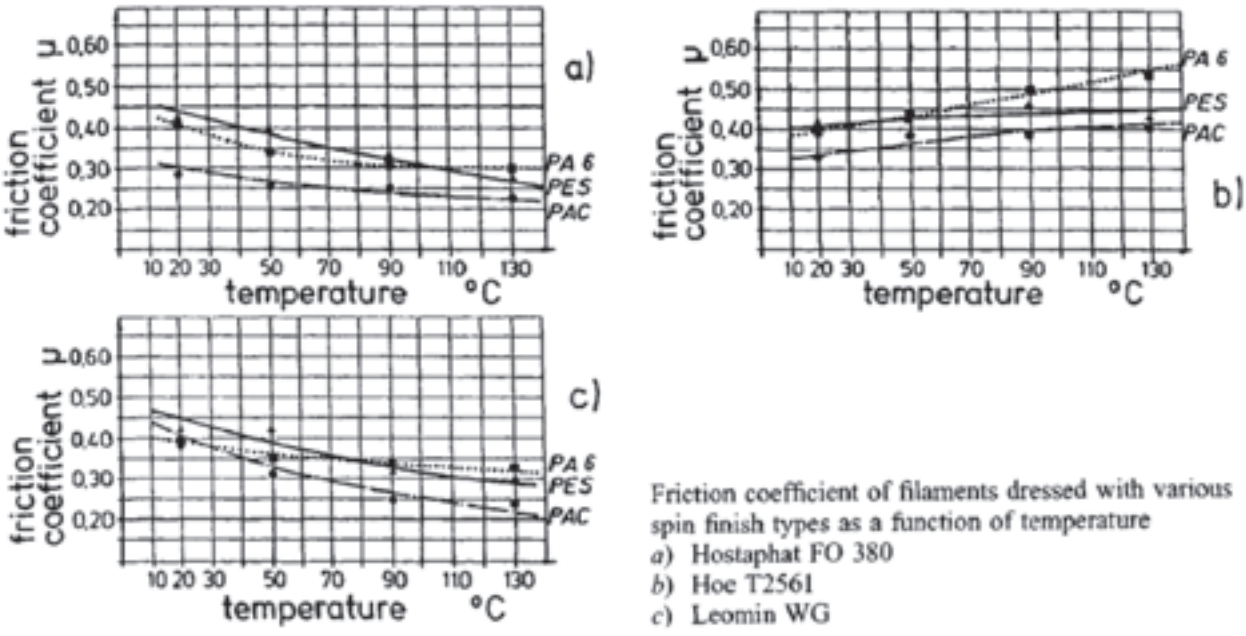
**نقش اسپین فینیش**

همانگونه که گفته شد با اینکه اسپین فینیش قسمت کوچکی از کل سیستم تولید را تشکیل می دهد، نقش بسیار مهمی در عملکرد، کیفیت و فرآیند تولید نهایی الیاف را عهده دار می باشد. لایه اسپین فینیش فصل مشترک و ارتباط دهنده بین الیاف با دیگر سطوح همچون غلتک ها، راهنماها و غیره می باشد. جهت درک نقش ویژه اسپین فینیش لازم است در ابتدا وظایف اصلی اسپین فینیش در الیاف توضیح داده شود.

رفتار اصطکاکی – ضریب اصطکاک در نخ روغن خورده به پارامتری وابسته است که آن پارامتر تابع سرعت تولید، ویسکوزیته فینیش و فشار (نیرو بر سطح تماس) می باشد. اساسا ضریب اصطکاک یک نخ روغن خورده به ویسکوزیته اسپین فینیش بستگی دارد (جدول ۱) و ضریب اصطکاک نخ روغن خورده می تواند از نخ بدون روغن بیشتر باشد.

وابستگی دما به ضریب اصطکاک نامتناسب می‌باشد. شکل (۱) این وابستگی را در سه نوع اسپین فینیش که بر روی فیلامنت قرار گرفته‌اند نشان می‌دهد. کاهش ضریب اصطکاک با افزایش دما نتیجه مورد انتظار می‌باشد.

خواص آنتی استاتیکی – رفتار آنتی استاتیکی به معنای جلوگیری از بوجود آمدن الکتریسیته ساکن می‌باشد. با این حال، اسپین فینیش بعد از استفاده تنها حصول الکتریسیته ساکن را کاهش می‌دهد. این موضوع بویژه در ریسندگی اهمیت دارد، چونکه نخ ریسیده شده قبل از روغن زنی الکتریسیته ساکن به دست می آورد. متغیرهای عمده تاثیرگذار بر الکتریسیته ساکن در فرآیند تولید الیاف یا نخ شامل مساحت سطح و نیروی بین نخ و سطح، رطوبت نسبی، سرعت نخ، نوع الیاف روغن خورده و دما می‌باشند. ایجاد بار بر روی سطح نخ در حال حرکت بستگی مستقیم به تماس اصطکاکی نخ با دیگر سطوح دارد. انتخاب صحیح یک آنتی‌استاتیک برای جلوگیری از بوجود آمدن بار ساکن




Friction coefficient of filaments dressed with various spin finish types as a function of temperature
*a*) Hostaphat FO 380
*b*) Hoe T2561
*c*) Leomin WG

**شکل (۱)**

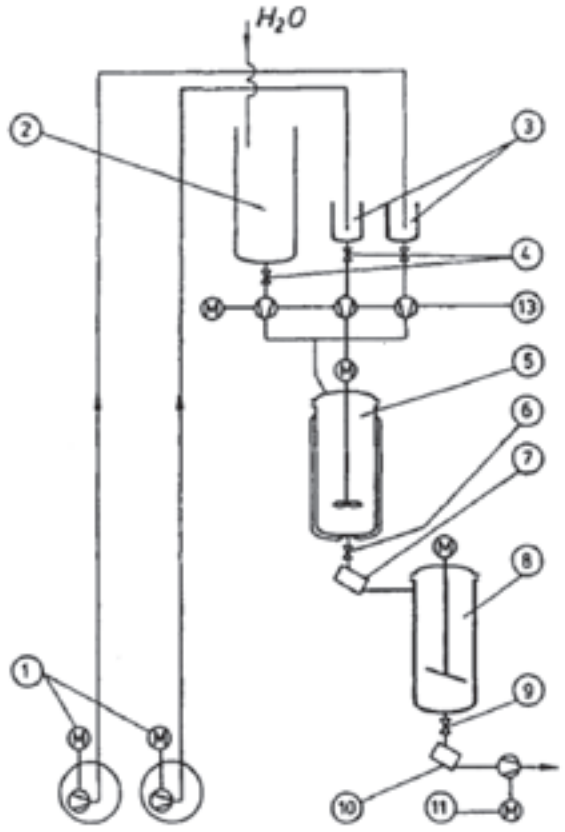
بسته به نوع الیاف و فرآیند تولید آنها ضروری می‌باشد.
ایجاد چسبندگی – سومین وظیفه اصلی اسپین فینیش فراهم آوردن چسبندگی بین فیلامنت‌ها می‌باشد. این نقش در فرآیند تولید نخ‌های فیلامنتی و الیاف استیپل دارای اهمیت است. افزایش در چسبندگی الیاف بوسیله اسپین فینیش غالباً باعث افزایش اصطکاک هیدرودینامیکی خواهد شد، بنابراین مشکلات فرآیندی مرتبط با چسبندگی را می‌توان به آسانی در مورد اصطکاک هیدرودینامیکی تفسیر نمود. چسبندگی بین فیلامنت‌های یک نخ چند فیلامنتی و یا فیلامنت‌های یک tow را می‌توان با فرمول زیر بیان نمود:

$$Ps=\eta.L(W/\delta)^3.k+2L\sigma(1+W/\delta) \quad (1)$$

که در آن Ps نیروی مورد نیاز برای جداسازی فیلامنت ها، η ویسکوزیته اسپین فینیش، L طول تماس، W سرعت نسبی جداسازی، δ فاصله بین فیلامنت‌ها، σ کشش سطحی اسپین فینیش و k مقدار ثابت می‌باشد. این رابطه نشان می‌دهد یک روغن فینیش که باعث افزایش چسبندگی بین فیلامنت‌ها می‌شود، افزایش چسبندگی بین نخ و سایر سطوح را هم در پی خواهد داشت که غالباً برای ما مطلوب نمی‌باشد.

**کاربرد اسپین فینیش**

اسپین فینیش با استفاده از آب بدون مواد معدنی (DM) با نسبت ۱:۲۰ تا ۱:۵ به صورت محلول امولسیون یا دیسپرس رقیق می‌گردد. غالباً مصرف‌کنندگان، اسپین فینیش مورد نیاز خود را با غلظت بهینه مورد نظر بسته به شرایط خط تولید تهیه می‌کنند. بعد از خشک شدن و یا انجام عملیات حرارتی، غلظت اسپین فینیش می‌تواند تا نسبت ۱:۳ یا ۱:۱ افزایش یابد.
جهت ساخت محلول مورد نظر، اسپین فینیش به آرامی درون یک ظرف – معمولاً استیل – در صورت نیاز و بسته به نوع اسپین فینیش در دمای بیش از ۵۰ درجه سانتیگراد اضافه می‌گردد و تا زمان حل شدن به شدت هم زده می‌شود. نقشه آماده‌سازی اسپین فینیش در شکل (۲) نشان داده شده است که در آن تانک‌های (۱) برای ذخیره روغن خالص و تانک‌های (۲) و(۳) برای تزریق آب خالص و اسپین فینیش می‌باشند. آب و روغن درون تانک (۵) به شدت هم زده می‌شوند. بعد از فیلتر شدن محلول تهیه شده درون ظرف ذخیره (۸) نگه داشته می‌شود که برای جلوگیری از جدا شدن و یا ته‌نشین شدن به سرعت هم زده می‌شود. اسپین فینیش آماده شده یک بار دیگر فیلتر شده و به سمت تانک‌های ذخیره اسپین فینیش پمپ می‌شود.
در خط ریسندگی، اسپین فینیش رقیق شده بوسیله غلتک‌های روغن‌زنی و یا نازل‌های سرامیکی استفاده می‌شود. در نوع دوم اسپین فینیش بوسیله پمپ‌های چرخ‌دنده‌ای تامین می‌گردد.
در تولید الیاف استیپل (دو مرحله‌ای)، الیاف با خروج از رشته‌سازها روغن‌زده می‌شوند و بعد از چند لا شدن برای اینکه مقدار رطوبت آنها به ۲۰٪–۱۰ افزایش یابد و همچنین قرارگیری tow ریسیده شده درون کن‌ها به سهولت انجام گیرد




Spin finish preparation plant
1) Supply tanks for spin finish components, with delivery and dosing pumps
2) Weighing tank for distilled water
3) Weighing tanks for spin finish components
4,6,9) Valves
5) Mixing tank
7,10) Filters
8) Storage tank for spin finish emulsion
11) Pumps for transporting spin finish to machine storage tanks
13) Dosing pumps

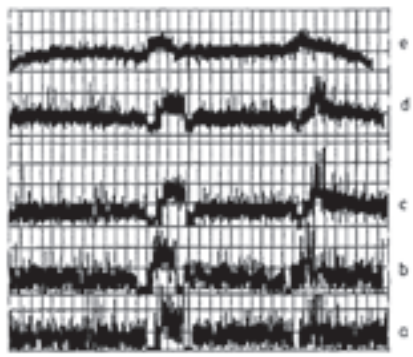
**شکل (۲)**

مجـدداً روغن‌زنـی می‌شـوند. در هنـگام ورود دسـته الیـاف tow بـه خـط کشـش (مرحلـه دوم) از طریـق یـک حمـام بـا عمـق زیـاد مجـدداً روغن‌زنـی می‌شـوند.

**یکنواختی اسپین فینیش**

در خصـوص یکنواختـی اسـپین فینیـش بـر روی فیلامنـت نظـرات ضـد و نقیـض زیـادی وجـود دارد.

بـا ایـن حـال می‌تـوان بـه اختـلاف یکنواختـی ٪۴۰+ بـه هنـگام اسـتفاده از غلتک‌هـای روغن‌زنـی (Roll Application) و اختـلاف یکنواختـی ٪۱۰... ٪۷± بـه هنـگام اسـتفاده از پمپ‌هـای چرخدنـده‌ای (Metered Spin Fin-ish) اطمینـان داشـت کـه ایـن مقـدار انحرافـات مـدت کوتاهـی بعـد از روغـن زنـی اندازه‌گیـری شـده‌اند. بلافاصلـه بعـد از اینکـه نـخ بـه دور دوک پیچیـده می‌شـود، مهاجـرت در فینیـش رخ می‌دهـد و مقـدار انحـراف کاهـش می‌یابـد. انتظـار نمـی‌رود کـه ایـن انحرافـات بیـش از ٪۳۰ مقادیـر گفته شـده بهبـود یابد. در خصـوص محصـولات میکـرو نایکنواختـی بـه مقـدار قابـل توجهـی افزایـش می‌یابـد. همانگونـه کـه در شـکل (۳) می‌تـوان دیـد، در نـخ 150dtexf-30PET نواحـی بـدون فینیـش بـا گذشـت زمـان ناپدیـد می‌شـوند.

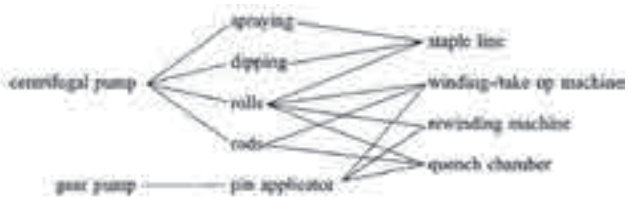



a–e) on PET (Diolen), 150 dtex f30 semi-dull, 40% spin finish in benzine, 1% oil on yarn
a) freshly spun, b) after 1 h, c) after 6 h, d) after 1 day, e) after 4 days

**شکل (۳)**

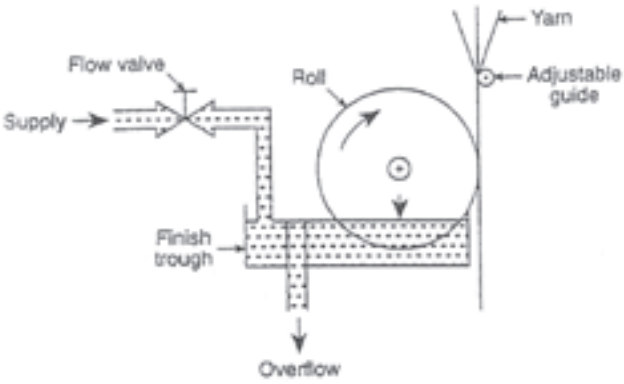
**روش های استفاده از اسپین فینیش**

دلیـل اسـتفاده از سیسـتم‌های اسـپین فینیـش امـکان بکارگیـری فینیـش در طـول نـخ و در پیرامـون تمامـی فیلامنت‌هـا می‌باشـد. بـرای رسـیدن بـه ایـن منظـور از روش‌هـای مختلفـی اسـتفاده می‌گـردد کـه در ادامـه متداول‌تریـن آنهـا توضیـح داده می‌شـود.




**روش استفاده از غلتک (Roll Application)**

در شـکل (۴) یـک طـرح شـماتیک از ایـن روش نشـان داده شـده اسـت. ایـن




روش قدیمی‌تریـن سیسـتم اسـتفاده از فینیـش محسـوب می‌گـردد و هنـوز هـم امـروزه مخصوصـاً در تولیـد الیـاف tow بـا تعـداد فیلامنـت بـالا و تولیـد در سـرعت هـای کمتـر از $1800m.min^{-1}$ بـکار مـی‌رود. از ایـن سیسـتم مـی تـوان در ورودی محصـول بـه ماشـین Take-up، پاییـن کوئینـچ و یـا در فرآینـد تولیـد tow اسـتفاده نمـود.

**شکل (٤)**

در ایـن روش غلتـک هـم جهـت بـا فیلامنت‌هـا می‌چرخـد و پاییـن غلتـک در حـال چرخـش درون یـک سـینی بـا عمـق کـم قـرار می‌گیـرد کـه در آن ورودی فینیـش در یـک گوشـه سـینی و سـرریز آن کـه بـرای تنظیـم سـطح روغـن می‌باشـد در گوشـه طـرف مقابـل قـرار می‌گیـرد. اسـپین فینیـش بصـورت یـک فیلـم بـر سـطح غلتـک می‌چسـبد.

ضخامـت فیلـم بـه سـرعت غلتـک، ویسـکوزیته و غلظت محلـول اسـپین فینیش بسـتگی دارد. نخ‌هـای فیلامنتـی بـه صـورت مماسـی بـا یـک زاویـه خیلـی کـم بـا غلتـک تمـاس پیـدا می‌کننـد.

در صورتـی کـه از ایـن سیسـتم در کوئینـچ اسـتفاده شـود، در قسـمت بالایـی غلتـک بـرای جلوگیـری از ورود الیـاف بـه درون آن یـک کاور نصـب می‌شـود. اسـپین فینیـش ورودی می‌توانـد درون یـک تانـک بـه انـدازه مناسـب نگـه داشـته شـود. فینیـش از یـک تانـک بوسـیله یـک پمـپ سـانتریفیوژ از طریـق یـک لولـه پلی‌اتیلنـی بـه درون سـینی پمـپ می‌شـود. فینیـش اضافـی از طریـق یـک لولـه مشـابه بـا قطـر بیشـتر بـه سـمت یـک تانـک فیلتـر شـده و برگشـت داده می‌شـود.

در صورتـی کـه ایـن سیسـتم در ماشـین ریسـندگی اسـتفاده گـردد، تمامـی غلتک‌هـا می‌تواننـد بوسـیله یـک شـفت مسـتقیماً یـا از طریـق یـک زنجیـر چرخیـده شـوند. یکنواختـی فینیـش در ایـن روش تنهـا ٪۴۰+ می‌باشـد. بـا ایـن وجـود ایـن مشـکل در بسـیاری از مـوارد اسـتفاده ممکـن اسـت زیـان‌آور محسـوب نگـردد. از آنجایـی کـه ایـن سیسـتم بسـته نمی‌باشـد، امـکان رشـد باکتـری در آن بیشـتر خواهـد بـود.

هنگامی‌کـه در خـط تولیـد یـک نـوع محصـول بصـورت پیوسـته تولیـد می‌شـود، یـک غلتـک اسـپین فینیـش در هـر موقعیـت ریسـندگی بـرای رطوبت‌دهـی و روغن‌زنـی کافـی می‌باشـد. ولـی در صورتـی کـه تغییـر در نمـره تولیـد بـالا باشـد، پیشـنهاد می‌شـود از دو غلتـک اسـتفاده شـود. اولیـن غلتـک (بالایـی) بـرای رطوبت‌دهـی و دومیـن غلتـک (پایینـی) بـرای فینیـش اسـتفاده شـود.

برای تغییر نسبت رطوبت به فینیش کافی است سرعت یکی از غلتک‌ها نسبت به دیگری تغییر دهید و نیازی به تغییر غلطت فینیش نخواهد بود.

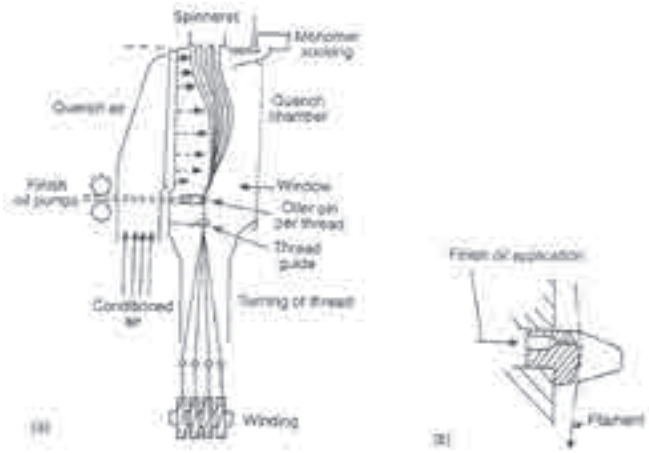
**روش حمام غوطه‌ور (Dipping Bath Application)**

حمام غوطه‌ور می‌تواند از ۲ یا ۳ غلتک دوار با روکش لاستیک سیلیکونی که درون یک ظرف فینیش گرم شده قرار گرفته است و یا از ۱ تا ۵ غلتک غوطه‌ور که در حال چرخش در یک مخزن فینیش است تشکیل شده باشد که در هر دو نوع غلتک فشارنده (Nip Roll) فینیش اضافه را خارج می‌کند.

**روش میترینگ پمپ (Pin Application or Metered Spin Finish)**

همزمان با معرفی سیستم‌های ریسندگی با سرعت بالا، این سیستم به دلیل توانایی در تامین اسپین فینیش حتی برای مقادیر بسیار کم با یکنواختی بالا مورد استفاده قرار گرفت. میزان یکنواختی اسپین فینیش در این روش حدود ۷+٪ می‌باشد. در این سیستم تامین اسپین فینیش از طریق یک پمپ چرخدنده‌ای به سمت پین اویلر صورت می‌گیرد. به هر نخ به مقدار موردنیاز اسپین فینیش تزریق می‌گردد و هر نخ دارای پین جداگانه‌ای می‌باشد. مقدار اسپین فینیش هدر رفته که بصورت اسپری خارج می‌شود را می‌توان با افزایش سرعت پمپ جبران نمود و به مقدار مورد نیاز رسانید. میزان تزریق را می‌توان با دقت مناسب محاسبه نمود و با یک ضریب تصحیح کوچک اصلاح کرد. برای اسپین فینیش‌هایی که در مقابل باکتری خیلی حساس می‌باشند از یک مسیر بسته استفاده می‌شود. سیستم میترینگ پمپ برای فرآیندهای ریسندگی پلی‌استر و نایلون با سرعت بالا و نمره‌های ظریف و همچنین مراحل بعدی تولید شامل تکسچرایزینگ اصطکاکی مناسب می‌باشد. در این روش کشش کمتری بر نخ وارد می‌شود.

شکل(۵) تصویری شماتیک از مسیر نخ بین رشته‌ساز و بوبین را نشان می‌دهد. سیستم اسپین فینیش دقیقاً زیر ناحیه خنک‌کننده با جریان هوای عمودی قرار داده شده است. شکل b پین اویلر را که فیلامنت‌ها از روی آن می‌گذرند به صورت بزرگنمایی شده نشان داده شده است.




**شکل (۵)**

فاصله بین پین اویلر و رشته‌ساز بایستی قابل تنظیم باشد و این فاصله که به وسیله پین اویلر بوجود می‌آید نقطه همگرایی الیاف نامیده می‌شود و بر مقدار اوستر و تنشن وارد شده بر نخ تاثیرگذار است.

در ریسندگی نخ PET poy، فاصله همگرایی 400mm برای 0.5dtex final dpf، 600…700mm برای 1.5…1200…1300mm، 2.5dpf برای 5dpf و 1700mm برای 10dpf مناسب است.

در سیستم کوییننج که با عبور نخ‌های چند فیلامنتی از پین اویلر همراه می‌باشد، تنشن وارد شده بر نخ به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد و نتیجه آن کاهش در نوسان نخ و بهبود یکنواختی نمره نخ خواهد بود.

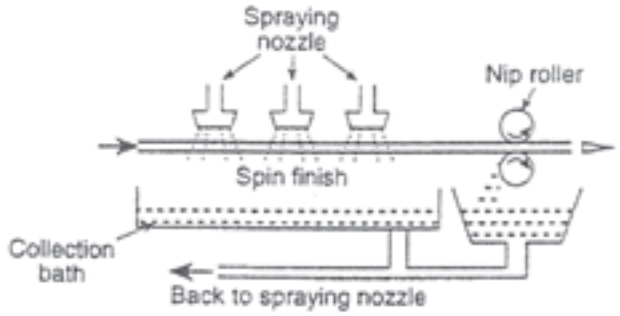
در ریسندگی نخ پلی‌استر با نمره 166dtex و سرعت $3500 m.min^{-1}$، مقدار تنشن وارد شده به نخ از ۳۵gr است. در سیستم‌های کوئینج مدرن این مقدار تنشن را می‌توان حتی تا ۲۰gr تقلیل داد که این مقدار برای پیچش نخ به شکل یک بوبین مناسب با سرعت پیچش بالا بهینه می‌باشد. در نهایت سیستم روغن‌زنی کوئینج با طراحی بهینه ای که دارد بهترین تکنیک برای ریسندگی با سرعت بالا می باشد.

**روش اسپری (Spray Method)**

در تولید الیاف استیپل بعد از مرحله چین که به الیاف داده می شود فینیش نهایی با استفاده از روش اسپری بر روی الیاف به کار برده می شود. الیاف tow از بین نازل های اسپری عبور داده می شود و اسپین فینیش بر سطح الیاف با یک مقدار کنترل شده اسپری می گردد (شکل۶).

مقدار فینیش بکار برده شده بستگی به غلظت و ویسکوزیته فینیش، مقدار فینیش تزریق شده بوسیله پمپ، دنیر tow، سرعت خط و تعداد نازل‌های استفاده شده در اسپری دارد.

فینیش بعد از اسپری شدن این قابلیت را به الیاف می دهد که در کارخانجات نساجی قابل استفاده باشد.




**شکل (٦)**

**منابع:**

1.Fourne F(1999).Synthetic Fibers.Hanser/ Gardner,USA,P.367-372,621-627.
2.Gupta V.B,Kothari V.K(1997).Manufactured Fibre Technology,First ed.Chapman&Hall,Great Britain,P.139-151.